



UNIVERSITAS INDONESIA

**EFISIENSI BIAYA PERAWATAN
INFRASTRUKTUR JALAN REL
DENGAN SIMULASI *VALUE ENGINEERING***

TESIS

JOESEP ANDREA LUTFI

0806477466

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN MANAJEMEN PROYEK
JAKARTA
JANUARI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**EFISIENSI BIAYA PERAWATAN
INFRASTRUKTUR JALAN REL
DENGAN SIMULASI *VALUE ENGINEERING***

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

JOESEP ANDREA LUTFI

0806477466

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JAKARTA
JANUARI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Joesep Andrea Lutfi

NPM : 0806 477 466

Tanda Tangan :

Tanggal : 11 Januari 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Joesep Andrea Lutfi
NPM : 0806 477 466
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tesis : Efisiensi Biaya Perawatan Infrastruktur Jalan Rel Dengan Simulasi *Value Engineering*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : M. Ali Berawi, M.Eng.Sc., PhD (.....)

Pembimbing 2 : Prof. DR. Ir. Yusuf Latief, MT. (.....)

Penguji : DR. Ir. Ismeth S. Abidin (.....)

Penguji : Ir. Wisnu Isvara, MT. (.....)

Penguji : Dipl. Ing. M. Ichsan Damiat, MT. PMP (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 11 Januari 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan setelah saya dapat menyelesaikan Tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak M. Ali Berawi, M.EngSc., PhD., selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tesis ini;
- (2) Bapak Prof. DR. IR. Yusuf Latief, MT., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan masukan kepada saya dalam penyusunan Tesis ini;
- (3) Orang tua, istri, dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan materil dan moral; dan
- (4) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Tesis ini.

Akhir kata, saya berharap seluruh kebaikan dan jasa-jasa dari pihak yang telah membantu penulis, dapat menjadi amal-baik bagi yang terkait. Semoga Tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Salemba, 11 Januari 2011

Penulis

Joesep Andrea Lutfi

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Joesep Andrea Lutfi

NPM : 0806477466

Program Studi : Manajemen proyek

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul

**“EFISIENSI BIAYA PERAWATAN INFRASTRUKTUR JALAN REL
DENGAN SIMULASI *VALUE ENGINEERING*”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama.

Saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 11 Januari 2011

Yang menyatakan

(Joesep Andrea Lutfi)

v

ABSTRAK

Nama : Joesep Andrea Lutfi
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Efisiensi Biaya Perawatan Infrastruktur Jalan Rel Dengan Simulasi *Value Engineering*

Kereta api sampai dengan saat ini merupakan moda transportasi unggulan di berbagai wilayah di belahan dunia manapun. Kelebihan kereta api dalam hal mengangkut penumpang maupun barang dalam jumlah besar di dalam satu perjalanan tidak dapat disaingi oleh angkutan moda darat lainnya. Dengan demikian, efisiensi dan efektifitas kegiatan perangkutan dengan kereta api sangat besar nilainya, dan bila diteliti lebih lanjut lagi akan ditemukan berbagai penghematan, dalam hal ini nilai ke-ekonomian, yang akan dihasilkan sebagai akibat penggunaan transportasi massal ini.

Beberapa kecelakaan, keterlambatan jadwal perjalanan dan penurunan kecepatan operasional KA sudah sangat mengganggu aktifitas bisnis utama perusahaan dalam menyediakan jasa transportasi angkutan KA. Salah satu penyebab dari tidak andalnya operasional kereta berasal dari kurang baiknya performansi prasarana jalan rel yang disebabkan tertundanya beberapa program pemeliharaan jalan rel. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan alat bantu manajemen di dalam perawatan jalan KA dengan melakukan penerapan VE yang sesuai dengan prinsip-prinsip dan teknik standar internasional VE.

Penelitian dilakukan dengan meneliti faktor-faktor dominan pada perawatan jalan rel dan penerapan VE dalam rangka efisiensi biaya perawatan jalan rel. Selain itu pada laporan ini juga dibuat pemodelan VE untuk perawatan jalan rel.

Dari hasil temuan penelitian diharapkan para pengambil kebijakan di PT Kereta Api (Persero) dan Direktorat Jenderal Perkeretaapian Departemen Perhubungan dapat menerapkan VE sebagai salah satu alternatif dalam meningkatkan efisiensi biaya perawatan jalan rel kereta api.

Kata Kunci : *Value Engineering*, Perawatan Jalan Rel KA, Efisiensi.

ABSTRACT

Name : Joesep Andrea Lutfi
Study Program: Civil Engineering
Title : Cost Efficiency for Track Maintenance by Using Value
Engineering Simulation

Rail transportation, so far, is known as the most efficient transportation mode in the world. With its ability to carry passengers and goods in such a massive way, the existence of rail transportation is second to none compared with the other land transportation mode. Therefore, the value of its efficiency and effectivity is so immense, and should an in-depth research is carried out to find more fact about railway, we will discover many savings, in term of economical value, as the result of this mass transportation use. However, there are issues regarding train accident and delayed schedule hamper the railway operation in Indonesia, and, somehow, have been causing disturbance on its business. The quality of track structure and materials are supposed to be one of the reasons why the performance of train operation declines. It happens since there are numbers of postponed maintenance programs. An effort to overcome such problems is needed, and it provides value engineering as suitable tool for management to solve the problem emerged. This research will convey the most dominant factor of track maintenance as the result of fact-finding during the analysis and the application of value engineering for cost efficiency on track maintenance. Moreover, The modelling of VE simulation for track maintenance will be made to underpin the research. The research is addressed to rail transportation stakeholders, especially the Indonesian Railway Company and the General Directorate of Railway of Ministry of Transportation, to be able to conduct value engineering as an aid to solve problems and to enhance the efficiency of track maintenace cost.

Key words : **Value engineering, track maintenance, efficiency.**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH.....	5
1.2.1 Identifikasi Masalah.....	5
1.2.2 Signifikasi Masalah	6
1.2.3 Rumusan Masalah	6
1.3 TUJUAN PENELITIAN	6
1.4 BATASAN PENELITIAN.....	7
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	7
1.6 KEASLIAN PENELITIAN.....	7
2 LANDASAN TEORI	11
2.1 PENDAHULUAN.....	11
2.2 PERKERETAAPIAN DI INDONESIA	11
2.2.1 Kondisi Umum Infrastruktur Jalan Kereta Api....	11
2.2.2 Struktur Organisasi Perkeretaapian di Indonesia...	15
2.2.3 Skema Pendanaan	16
2.3. PERAWATAN JALAN REL	20
2.3.1 Struktur Jalan Rel.....	20
2.3.1.1. <i>Sub Grade</i>	23
2.3.1.2. Lapisan Batu Balas	23
2.3.1.3. Rel	24
2.3.1.4. Bantalan	25
2.3.1.5 Alat Penambat (<i>fastening</i>).....	26
2.3.1.6 Wesel (<i>switches</i>)	28
2.3.2 Kerusakan Pada Jalan Rel	29
2.3.2.1. Kerusakan Material Jalan Rel	29
2.3.2.1.1 Kerusakan Rel	30
2.3.2.1.2. Kerusakan Bantalan dan Alat Penambat	31

	2.3.2.1.3 Kerusakan Balas	31
	2.3.2.2. Kerusakan Geometri	32
2.3.3	Perawatan Jalan Rel	33
	2.3.3.1. Pemeriksaan	35
	2.3.3.2. Perawatan	37
	2.3.3.2.1. Perawatan Geometri	41
	2.3.3.2.2 Perawatan Material Jalan Rel ...	45
2.3.4	Manajemen Perawatan Jalan Rel di Indonesia	47
	2.3.4.1 Struktur Pembiayaan Perawatan Jalan Rel	47
	2.3.4.2. Perawatan Jalan Rel di PT KA	52
	2.3.4.2.1 Perawatan Geometri Jalan KA ..	52
	2.3.4.2.2 Perawatan Komponen Jalan Rel	55
2.4	TEORI DAN KONSEP <i>VALUE ENGINEERING</i>	61
2.4.1	Definisi dan konsep <i>Value Engineering</i>	61
2.4.2	Studi <i>Value Engineering</i> dan Metode <i>Value Engineering</i>	65
	2.4.2.1. Kegiatan Pra-Studi	68
	2.4.2.2 Tahap Studi	68
	2.4.2.3. Tahap Paska Studi	76
2.4.3	Penerapan <i>Value Engineering</i>	76
2.4.4	Diagram FAST	79
2.4.5	<i>Life Cycle Cost</i>	84
2.4.6	Praktik <i>Value Engineering</i> di Bidang Transportasi di Negara Maju	97
2.5	<i>VALUE ENGINEERING</i> PADA INDUSTRI KERETA API	98
2.5.1	Penerapan <i>Value Engineering</i> oleh East Japan Railway Company	99
2.5.2	Penerapan <i>Value Engineering</i> oleh London Underground Ltd.	107
2.6	MODEL/KERANGKA PENELITIAN	112
2.6.1	Umum	112
2.6.2	Kerangka Pemikiran	113
2.6.3	Hipotesis	115
3	METODE PENELITIAN	116
3.1	PENDAHULUAN	116
3.2	RUMUSAN MASALAH DAN STRATEGI PEMILIHAN METODE PENELITIAN	116
	3.2.1 Rumusan Masalah	116
	3.2.2 Strategi Penelitian	117
3.3	PROSES PENELITIAN	118
	3.3.1 Identifikasi Variabel Penelitian	120
	3.3.2 Instrumen Penelitian	133
	3.3.3 Pengolahan Data dan Analisis Data	134
	3.3.4 Pengumpulan Data dan Teknik Sampling	136
	3.3.5 Studi Kasus	138
3.4	KESIMPULAN	138

4	ANALISIS DATA	140
4.1	PENDAHULUAN	140
4.2	TAHAP VERIFIKASI, KLARIFIKASI DAN VALIDASI VARIABEL	140
4.3	INFORMASI UMUM RESPONDEN	141
4.3.1	Tingkat Respon Terhadap Kuisisioner	141
4.3.2	Data Responden	141
4.4	ANALISIS DATA KUISISIONER	147
4.4.1	Organisasi	147
4.4.2	Perencanaan Perawatan	152
4.4.3	<i>Budgeting</i>	176
4.5	ANALISIS STUDI KASUS	182
4.6	ANALISIS RENCANA STRATEGIS PENERAPAN VE DI INDONESIA	185
4.6.1	<i>Success Story</i> Penerapan VE di Bidang Transportasi	185
4.6.2	Penerapan VE Untuk Perawatan Jalan KA	188
5	TEMUAN DAN PEMBAHASAN	190
5.1	PENDAHULUAN	190
5.2	TEMUAN DAN PEMBAHASAN	190
5.2.1	Organisasi	190
5.2.2	Perencanaan Perawatan	192
5.2.3	<i>Budgeting</i> Untuk Perawatan Jalan KA	197
5.2.4	Studi Kasus	198
5.2.5	Penerapan VE Untuk Perawatan Jalan KA	199
6	KESIMPULAN DAN SARAN	201
6.1	KESIMPULAN	201
6.1	SARAN	203
	DAFTAR ACUAN.....	205
	DAFTAR PUSTAKA.....	208

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1:	Kinerja Layanan Kereta Api	2
Tabel 1.2 :	Data Jumlah Kecelakaan Kereta Api	2
Tabel 2.1:	Panjang Lintas KA, Lalu Lintas dan Kepadatan Lalu Lintas ..	12
Tabel 2.2:	Kondisi Material/ Alat Produksi Jalan Rel	13
Tabel 2.3:	Kondisi Jalan Rel	13
Tabel 2.4:	Rencana Kerja dan Anggaran Jalan Rel Tahun 2009	19
Tabel 2.5:	Persetujuan Dana Perawatan Jalan Rel di Bagian Anggaran ..	20
Tabel 2.6:	Kodefikasi kerusakan rel versi UIC	30
Tabel 2.7:	Proses pembuatan data kebutuhan material jalan rel	51
Tabel 2.8:	Batas keausan rel yang diijinkan	57
Tabel 2.9:	Fase – fase pada <i>Job Plan</i> Studi VE	71
Tabel 2.10:	VE Standar dan <i>Intensive</i> VE	104
Tabel 3.1:	Strategi penelitian	117
Tabel 3.2:	Instrumen Perawatan Jalan rel	122
Tabel 3.3:	Sebaran Populasi	137
Tabel 4.1:	Tingkat Respon terhadap Kuisioner untuk Perawatan Jalan KA	141
Tabel 4.2:	Pendidikan terakhir	142
Tabel 4.3:	Jabatan Responden.....	143
Tabel 4.4:	Lama Bekerja/ Pengalaman Ringkasan.....	145
Tabel 4.5:	Data Ringkasan Umum Responden.....	146
Tabel 4.6:	Dasar Pembagian Tugas Pemeliharaan	147
Tabel 4.7:	Asal Sumber Daya Manusia	149
Tabel 4.8:	Penentuan Kebutuhan Jumlah SDM	150
Tabel 4.9:	Frekuensi Pelatihan (Diklat)	151
Tabel 4.10:	Penerapan Sistem PERJANA	153
Tabel 4.11:	Eelemen-elemen Pada Fungsi PERJANA	155
Tabel 4.12:	Prinsip-prinsip Basis Pengumpulan Data	156
Tabel 4.13:	Traffic Parameters Untuk Perawatan Jalan KA	158
Tabel 4.14:	Kebutuhan Data Untuk Perawatan Jalan KA	160

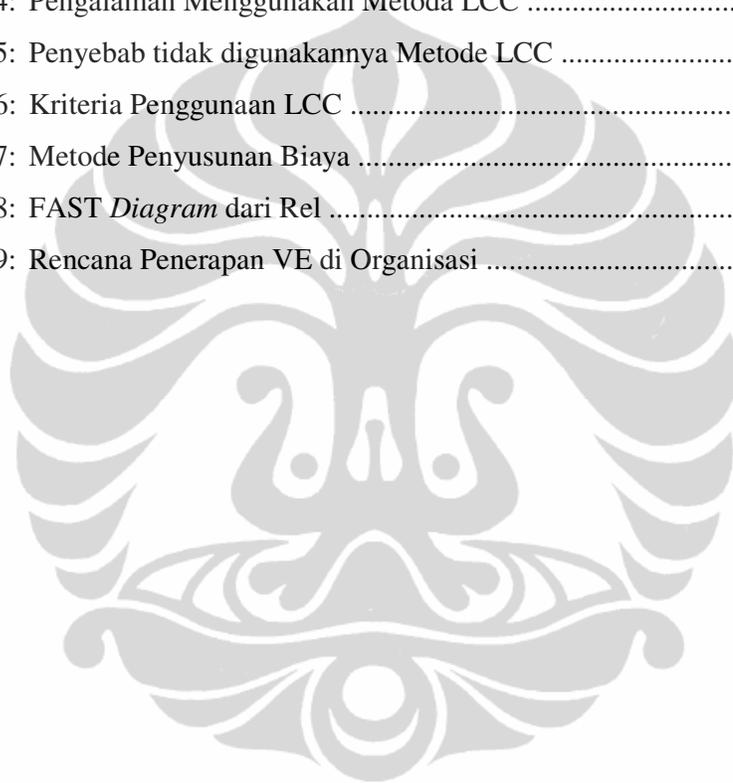
Tabel 4.15:	Frekuensi Kerja KA Ukur.....	162
Tabel 4.16:	Tujuan Analisis Lanjutan Hasil KA Ukur	163
Tabel 4.17:	Kepentingan Analisis Lanjutan dari Hasil KA Ukur	164
Tabel 4.18:	Metodologi Pengukuran TQI	166
Tabel 4.19:	Material yang membutuhkan Dana Perawatan Paling Besar ...	167
Tabel 4.20:	Material Jalan KA yang Sering Rusak	168
Tabel 4.21:	Material yang Paling Sulit dirawat	170
Tabel 4.22:	Cara Penentuan Penggantian Komponen	171
Tabel 4.23:	Keikutsertaan Pihak Lain Pada Saat Merencanakan Perawatan	173
Tabel 4.24:	Aktifitas Penting Pada Tahap Perencanaan	174
Tabel 4.25:	Sub-Process Decision Support	175
Tabel 4.26:	Pengalaman dalam Penggunaan Metoda LCC	177
Tabel 4.27:	Penyebab tidak Digunakannya Metode LCC	178
Tabel 4.28:	Kriteria yang digunakan Pada Saat Menerapkan LCC	180
Tabel 4.29:	Metode Perkiraan Penyusunan Biaya	181
Tabel 4.30:	Opsi Pengelasan Jalan Rel	183
Tabel 4.31:	Opsi Penggantian Material Rel	184
Tabel 4.32:	Kriteria Evaluasi Nilai	186
Tabel 4.33:	Perbandingan VE Standar dengan <i>Intensive VE</i>	187

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Grafik volume kondisi jalan berdasarkan TQI	15
Gambar 2.2 : Potongan Melintang Jalan Rel	21
Gambar 2.3 : Struktur <i>Slab Track</i>	22
Gambar 2.4 : Profil Rel untuk Jalan KA	24
Gambar 2.5 : Jenis Rel tipe R54 dan R60	25
Gambar 2.6 : Bantalan Beton Ganda	26
Gambar 2.7 : Bantalan beton tunggal	26
Gambar 2.8 : Alat penambat kaku	27
Gambar 2.9 : Alat Penambat elastis jenis Pandrol	27
Gambar 2.10: Wesel standar untuk jalur tunggal	28
Gambar 2.11: Skema perawatan dan proses penggantian	34
Gambar 2.12: Mesin gerinda Plasser GWM 220	40
Gambar 2.13: Detail mesin gerinda Plasser GWM 220	40
Gambar 2.14: Mesin untuk merawat jalan rel tipe Plasser Theurer 09-32	41
Gambar 2.15: Prinsip pemecokan dinamis	42
Gambar 2.16: Unit pemecok	42
Gambar 2.17: Prinsip angkatan	43
Gambar 2.18: Prinsip pengukuran untuk angkatan	43
Gambar 2.19: Prinsip pelurusan 4 titik	44
Gambar 2.20: <i>Ballast Cleaner</i>	45
Gambar 2.21: Bagan pemeliharaan sesuai standar.....	49
Gambar 2.22: Pelaksanaan angkatan dengan bantuan benang	53
Gambar 2.23: Pelaksanaan angkatan dengan bantuan waterpass	53
Gambar 2.24: Pelaksanaan penggeseran rel	54
Gambar 2.25: Kerusakan pada rel	55
Gambar 2.26: Skema keausan rel	56
Gambar 2.27: Contoh alat pengencang untuk penambat kaku	60
Gambar 2.28: Skema wesel	60
Gambar 2.29: Diagram alir proses studi VE	67

Gambar 2.30: Grafik hubungan waktu dan biaya terkait dengan potensi penghematan	76
Gambar 2.31: Bentuk dasar FAST	81
Gambar 2.32: <i>Technical FAST Diagram</i>	82
Gambar 2.33: <i>Costumer Oriented FAST</i>	83
Gambar 2.34: Proses <i>Life Cycle Costing</i>	88
Gambar 2.35: <i>Decision Support System</i>	93
Gambar 2.36: Pengembangan Stasiun Shinjuku	100
Gambar 2.37: Penambahan kapasitas lintas dengan membuat <i>viaduct</i>	101
Gambar 2.38: Grafik kenaikan investasi East JR	102
Gambar 2.39: Nilai, fungsi dan Biaya	102
Gambar 2.40: Pencapaian target dari hasil penerapan VE	103
Gambar 2.41: Rencana penerapan VE oleh Divisi Konstruksi dan Teknik ...	105
Gambar 2.42: Kerangka Pemikiran	114
Gambar 3.1 : Alur Penelitian Metode Survey.....	119
Gambar 3.2 : Alur Penelitian Metode Studi Kasus	120
Gambar 4.1 : Pendidikan Terakhir	142
Gambar 4.2 : Diagram Jabatan Responden	144
Gambar 4.3 : Lama Bekerja	145
Gambar 4.4 : Dasar Pembagian Tugas Pemeliharaan.....	148
Gambar 4.5 : Asal SDM	149
Gambar 4.6 : Penentuan Jumlah Kebutuhan SDM	150
Gambar 4.7 : Frekuensi Pelatihan	152
Gambar 4.8 : Penerapan PERJANA	154
Gambar 4.9 : Fungsi PERJANA yang Belum Berjalan	155
Gambar 4.10: Basis Pengumpulan Data	157
Gambar 4.11: Traffic Parameters Untuk Perawatan Jalan KA	159
Gambar 4.12: Data Dasar Untuk Perawatan	161
Gambar 4.13: Frekuensi Kerja KA Ukur	162
Gambar 4.14: Tujuan Pengukuran Geometri Jalan KA	163
Gambar 4.15: Kepentingan Analisis Lanjutan	165
Gambar 4.16: Metodologi yang Dikenal oleh Responden	166

Gambar 4.17: Material yang Membutuhkan Dana Perawatan terbesar	167
Gambar 4.18: Material Yang Sering Rusak	169
Gambar 4.19: Material yang Paling Sulit dirawat	170
Gambar 4.20: Cara Penentuan Penggantian Komponen	172
Gambar 4.21: Keterlibatan Pihak Lain dalam Perencanaan Perawatan	173
Gambar 4.22: Aktifitas Penting Pada Tahap Perencanaan	174
Gambar 4.23: Aktifitas Sub-Process DSS yang digunakan	176
Gambar 4.24: Pengalaman Menggunakan Metoda LCC	177
Gambar 4.25: Penyebab tidak digunakannya Metode LCC	179
Gambar 4.26: Kriteria Penggunaan LCC	180
Gambar 4.27: Metode Penyusunan Biaya	181
Gambar 4.28: FAST <i>Diagram</i> dari Rel	185
Gambar 4.29: Rencana Penerapan VE di Organisasi	189



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kuesioner validasi Pakar
- Lampiran 2 Kuisisioner
- Lampiran 3 Contoh Perhitungan Biaya Pengelasan Jalan Rel dan Daftar Harga Material dan Upah.
- Lampiran 4 Risalah Sidang.



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kereta api sampai dengan saat ini merupakan moda transportasi unggulan di berbagai wilayah di belahan dunia manapun. Kelebihan kereta api dalam hal mengangkut penumpang maupun barang dalam jumlah besar di dalam satu perjalanan tidak dapat disaingi oleh angkutan moda darat lainnya. Dengan demikian, efisiensi dan efektifitas kegiatan perangkutan dengan kereta api sangat besar nilainya, dan bila diteliti lebih lanjut lagi akan ditemukan berbagai penghematan, dalam hal ini nilai ke-ekonomian, yang akan dihasilkan sebagai akibat penggunaan transportasi massal ini.

Di Indonesia peran perangkutan kereta api masih terpinggirkan. Dari sisi *market share* angkutan antar moda, kontribusi kereta api untuk angkutan penumpang hanya sebesar 7.3% dan angkutan barang lebih kurang 0.6%. Jalan raya mendominasi hampir 86% angkutan penumpang, laut dan darat masing-masing 87% dan 9% untuk angkutan barang. *Share* angkutan udara hanya sebesar 4% dan 1% masing-masing untuk angkutan penumpang dan barang (Naskah Akademik Diskusi Terbuka Rencana Induk Perkeretaapian 2006 – 2030, tahun 2005).

Dari sisi performansi operasional kereta api, keterlambatan jadwal perjalanan kereta api dan kecelakaan ikut berkontribusi dalam proses marginalisasi penggunaan transportasi kereta api oleh masyarakat di Indonesia. Sebagai contoh, persentase ketepatan terhadap jadwal keberangkatan kereta api angkutan penumpang dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2008 bergerak fluktuatif. Dari 81% pada tahun 2004 kemudian turun secara signifikan menjadi 70% pada tahun berikutnya, lalu mencapai prestasi terbesar pada tahun 2005 dengan nilai 82% kemudian turun kembali dan mencapai 77% pada tahun 2009 (Tabel 1.1 Kinerja Layanan Kereta Api). Sementara itu angka kecelakaan kereta api jumlah kejadiannya bervariasi tergantung jenis kejadian dengan tren yang fluktuatif (Tabel 1.2 Data Kecelakaan Kereta Api).

Tabel 1.1 Kinerja Layanan Kereta Api (jumlah dalam persentase (%))

KETEPATAN TERHADAP JADWAL	TAHUN					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
KA Angkutan Penumpang:						
a. KA berangkat tepat waktu	81	70	82	77	81	77
b. KA datang tepat waktu	21	22	23	24	31	29
KA Angkutan Barang						
a. KA berangkat tepat waktu	21	23	25	21	26	28
b. KA datang tepat waktu	22	19	19	18	24	29

(sumber: website Direktorat Jenderal Perkeretaapian Departemen Perhubungan Indonesia)

Tabel 1.2 Data Jumlah Kecelakaan Kereta Api

JENIS KEJADIAN	TAHUN				
	2004	2005	2006	2007	2008
Tabrakan KA dengan KA	7	10	5	3	3
Tabrakan KA dengan Ranmor	30	15	24	20	19
Anjlok	91	66	73	117	95
Total	128	91	102	140	117

(sumber: website Direktorat Jenderal Perkeretaapian Departemen Perhubungan Indonesia)

Di sisi lain, kegagalan reformasi kebijakan, pendanaan dan reformasi organisasi industri perkeretaapian di Indonesia oleh pemerintah mempengaruhi tingkat kemampuan pelayanan pada *level* perusahaan (PT Kereta Api (Persero)). Sebagai contoh, kewajiban pembiayaan yang menjadi kewajiban pemerintah kepada operator untuk perawatan (Infrastructure Maintenance and Operation – IMO), pada praktiknya selalu mengalami keterlambatan pembayaran dan kurang dalam jumlah pembayarannya sehingga mempengaruhi industri angkutan kereta api, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kinerja perusahaan. Permasalahan kebijakan tersebut akhirnya berakumulasi dan salah satunya adalah terjadi penundaan program pelaksanaan pekerjaan atau pengadaan material (*backlog*) pada perawatan di bidang prasarana jalan rel. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan kualitas jalan rel dalam melayani perjalanan KA, yang direfleksikan dengan sering terjadi anjlok, penurunan kecepatan operasional KA, keterlambatan jadwal KA dan lain-lain.

Beban lalu lintas operasional KA di sekarang ini akan bertambah berat seiring dengan rencana-rencana perusahaan untuk menambah kapasitas produksi

angkutan KA. Hal ini akan secara langsung mempengaruhi kondisi jalan rel, dimana kerusakan akan bertambah cepat dan meluas apabila rencana penambahan kapasitas tidak diimbangi dengan perawatan jalan rel yang tepat dan terencana. Program perbaikan jalan rel yang menyeluruh merupakan suatu keharusan bagi perusahaan untuk dapat merealisasikan rencana pengembangan angkutan KA.

Prasarana jalan rel sebaiknya diperbaiki keseluruhannya untuk menghilangkan akumulasi *backlog* yang sudah berjalan lama. Namun dengan melihat kebutuhan dana untuk perbaikan menyeluruh yang sangat besar, hal ini menjadi permasalahan tersendiri bagi manajemen PT Kereta Api (Persero). Dengan melihat fakta perawatan prasarana yang sudah berjalan selama ini ternyata dibutuhkan sebuah alat bantu untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi kegiatan perawatan jalan rel.

Untuk dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang ada tersebut (keterbatasan dana perawatan, efektifitas dan efisiensi pekerjaan, dan lain-lain) diperlukan sebuah metodologi pemecahan masalah yang terstruktur dan penuh dengan inovasi di dalam proses pekerjaannya. *Value engineering* merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari *Quality Management System* suatu perusahaan dan merupakan alat bantu yang tepat untuk perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) (Tom Fletcher & Scot McClintock; Integrating Value Engineering into The Quality Management Framework, 2004). Selain itu, *Value Management/ Value Engineering* juga membantu pemilik proyek/ perusahaan memberi analisa kebutuhan sebuah barang dari sudut pandang ‘fungsi dasar’ barang tersebut, fungsi yang benar-benar dibutuhkan oleh pemilik proyek/ perusahaan, yang setimpal dengan uang/ biaya yang telah dikeluarkan. Barang tersebut dapat berupa peralatan, fasilitas baru, renovasi fasilitas eksisting, bahan baku, sistem, organisasi, dan lain-lain. Dengan memahami kebutuhan akan fungsi dasar dari sebuah barang dengan menggunakan ‘analisa fungsi’ pengguna barang tersebut akan menghemat uang dari pembelian yang dilakukannya.

Aplikasi VE pada proyek memang membutuhkan biaya tambahan, sebagai *fee* untuk tim yang melakukan analisis, akan tetapi keuntungan berupa penghematan biaya akan didapat dari hasil analisis studi VE tersebut. Sebagai contoh,

penghematan biaya sebagai akibat penerapan VE dapat menghemat total anggaran departemen dan perusahaan besar di Amerika sebesar 25 % (Dell Isola, 1975). VE tidak dimaksudkan untuk mengoreksi desain atau perhitungan yang dibuat oleh perencana (konsultan) dan VE juga bukan merupakan proses pemotongan biaya dengan menghilangkan elemen-elemen penting pada sebuah desain (Yusuf Latief & Vincentius Untoro, Value World 2009). Pada umumnya kegiatan suatu proyek akan selalu muncul permasalahan, baik yang sudah diperhitungkan maupun tidak, sehingga akan menimbulkan biaya-biaya yang tidak diperlukan. Proses VE sudah terbukti dapat mengatasi permasalahan yang timbul dengan cepat dan efisien, sehingga penghematan di dalam proyek dapat direalisasikan.

Pemerintah Indonesia menyadari pentingnya penerapan VE baru pada bidang konstruksi saja yaitu dengan memberi dukungan bagi penerapan VE pada proyek konstruksi di Indonesia melalui UU No. 18 tahun 1999 tentang Jasa Konstruksi dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 45/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara (Herry Priyatno, 2009). Akan tetapi, kebijakan penerapan VE yang khusus untuk mendukung kegiatan transportasi, terutama perkeretaapian, sampai dengan saat ini belum dibuat. Hal ini sangat berbeda dengan yang terjadi di Jepang, dimana keputusan penerapan VE sudah menjadi kebutuhan tersendiri bagi perusahaan kereta api . Sebagai contoh, East Japan Railway Company (Perusahaan Kereta Api Jepang yang melayani Jepang Bagian Timur) sudah menerapkan VE di seluruh proyek dan seluruh tahapannya sejak 1989 (Abe Tsutumo dkk.). Proses penerapan VE di perusahaan tersebut dilakukan melalui kebijakan perusahaan (rencana jangka menengah perusahaan) dan berhasil menghemat uang dari proyek-proyek yang dilakukannya.

Untuk menjawab tantangan perubahan menjadi yang lebih baik di dunia perkeretaapian Indonesia maka diperlukan alat untuk mendukung proses perbaikan tersebut. VE dapat diterapkan di bidang perkeretaapian dengan melihat contoh keberhasilan yang sudah dicapai oleh perusahaan kereta api Jepang (East JR Company) dan contoh-contoh negara lain (Amerika, Inggris, dll) dalam hal penerapan VE dibidang transportasi dan sektor pelayanan publik lainnya. Sampai

dengan saat ini, kebijakan penerapan VE untuk proyek masih terbatas pada bidang konstruksi. Akan menjadi lebih baik lagi jika pemanfaatan VE lebih didetailkan pada sektor-sektor industri lainnya seperti transportasi, dalam hal ini lebih khusus pada bidang perawatan prasarana perkeretaapian. Mengingat dunia perkeretaapian sedang dalam eforia perubahan untuk menjadi lebih baik, saat ini merupakan waktu yang paling tepat untuk memperkenalkan VE dengan sebelumnya membuat analisis kepentingan VE untuk mendukung kebijakan penerapan VE di bidang prasarana kereta api. Penerapan VE di bidang prasarana perkeretaapian ini dapat dilakukan mulai dari tahap perencanaan (*pre elementary design*) sampai dengan tahap perawatan prasarana (*Maintenance and Operation*).

1.2 PERUMUSAN MASALAH

1.2.1 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang terjadi di bidang perkeretaapian sampai dengan saat ini tentunya melemahkan posisi jasa angkutan kereta api untuk menjadi angkutan massal yang difavoritkan oleh masyarakat sekaligus solusi angkutan nasional. Beberapa kecelakaan, penurunan kecepatan operasional KA dan keterlambatan yang mengganggu operasional kereta api sebagian dipengaruhi karena adanya akumulasi *backlog* perawatan jalan rel. Akumulasi tersebut menyebabkan penurunan performansi pelayanan jalan rel terhadap operasional angkutan KA.

Terkait dengan beberapa rencana dari manajemen PT Kereta Api yang akan menambah kapasitas angkutan KA, tentunya akan ikut mempengaruhi kondisi jalan rel menjadi semakin cepat rusak apabila tidak diimbangi dengan perawatan jalan KA yang memadai. Untuk mendukung itu maka diperlukan alat bantu manajemen di dalam perawatan jalan KA dengan melakukan penerapan VE yang sesuai dengan prinsip-prinsip dan teknik standar internasional VE. Permasalahan penerapan VE di bidang kereta api sudah jelas, yaitu belum adanya kebijakan pemerintah yang menentukan penerapan VE di bidang perkeretaapian, dengan demikian perlunya kajian VE sebagai langkah awal dan untuk mendorong penerapan VE di perkeretaapian Indonesia.

1.2.2 Signifikansi Masalah

Beberapa kecelakaan, keterlambatan jadwal perjalanan dan penurunan kecepatan operasional KA sudah sangat mengganggu aktifitas bisnis utama perusahaan dalam menyediakan jasa transportasi angkutan KA. Salah satu penyebab dari tidak andalnya operasional kereta berasal dari kurang baiknya performansi prasarana jalan rel yang disebabkan tertundanya beberapa program pemeliharaan jalan rel, dan hal ini sudah berlangsung lama. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan alat bantu manajemen di dalam perawatan jalan KA dengan melakukan penerapan VE yang sesuai dengan prinsip-prinsip dan teknik standar internasional VE. Permasalahan penerapan VE di bidang kereta api sudah jelas, yaitu belum adanya kebijakan pemerintah yang menentukan penerapan VE di bidang perkeretaapian, dengan demikian perlunya kajian VE sebagai langkah awal dan untuk mendorong penerapan VE di perkeretaapian Indonesia.

1.2.3 Rumusan Masalah

Lemahnya sistem perawatan jalan rel dan *backlog* yang sudah berjalan selama ini perlu mendapat perhatian khusus untuk dicarikan jalan keluarnya, oleh karena itu untuk mendapat gambaran penerapan studi VE untuk perawatan jalan rel diajukan beberapa pertanyaan berikut ini:

- a. Faktor-faktor apa saja pada perawatan jalan rel kereta api;
- b. Bagaimana penerapan VE dalam rangka efisiensi biaya untuk perawatan jalan rel kereta api;
- c. Bagaimana rencana strategis penerapan VE di Indonesia.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengidentifikasi faktor-faktor dominan pada perawatan jalan rel yang dapat dilakukan simulasi *value engineering*;
- b. Evaluasi simulasi VE pada industri transportasi khususnya perkeretaapian di Indonesia;
- c. Membuat konsep rencana strategis penerapan VE untuk perawatan jalan rel dilihat dari faktor-faktor perawatan jalan rel.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Ruang lingkup studi dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

- a. Penelitian ini hanya dilakukan pada perawatan jalan rel saja karena dilihat dari porsi penyerapan dana perawatan prasarana KA bidang jalan rel paling besar dibandingkan dengan prasarana lainnya;
- b. Lingkup penelitian dilakukan dan dipilih pada unit kerja perawatan jalan rel yang ada di pulau Jawa saja karena berdasarkan beban operasi kerja yang paling sibuk dan paling berat ada di Pulau Jawa.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai:

- a. Masukan dan informasi awal terkait arah kebijakan penerapan VE di perkeretaapian khususnya di bidang prasarana kereta api;
- b. Perbaikan pada sistem perawatan jalan kereta api;

1.6 KEASLIAN PENELITIAN

Penelitian serupa tentang penerapan *value engineering* telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti, yaitu antara lain :

- a. Vincentius Untoro Kurniawan dalam tesisnya untuk mencapai gelar Magister Teknik pada Universitas Indonesia tahun 2009, dengan judul "*Penerapan*

Value Engineering Dalam Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang Ke – PU- An di Lingkungan Departemen Pekerjaan Umum Dalam Usaha Meningkatkan Efektivitas Penggunaan Anggaran”. Penelitian dilakukan di Departemen Pekerjaan Umum, dengan hasil antara lain adalah bahwa Penerapan VE di lingkungan Departemen PU masih mengalami beberapa kendala, antara lain adalah mengenai ketersediaan regulasi penerapan VE, jumlah personil yang berkompeten dan memiliki sertifikat keahlian VE, minimnya pemahaman tentang teknik dan manajemen VE, serta tingkat pendidikan dan komposisi personil satuan kerja ditinjau dari sebaran disiplin ilmu di bidang jasa konstruksi, yaitu memenuhi bidang arsitektur, sipil, mekanikal, elektrikal, dan tata lingkungan (ASMET).

- b. Fauzan dalam tesisnya untuk mencapai gelar Magister Teknik pada Institut Teknologi Bandung tahun 2008, dengan judul *”Kesiapan Penerapan Value Engineering Pada Pembangunan Infrastruktur Di Nanggroe Aceh Darussalam*”. Penelitian dilakukan di instansi dan perusahaan yang pernah menangani proyek infrastruktur di Wilayah Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Penelitian ini membahas mengenai kesiapan penerapan *Value Engineering* (VE) pada pembangunan infrastruktur di Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) dikembangkan melalui pendekatan penilaian terhadap faktor-faktor prasyarat yang harus terpenuhi bagi terlaksananya penerapan VE pada pelaksanaan pembangunan infrastruktur di NAD. Dari hasil analisis diketahui bahwa masyarakat jasa konstruksi di Nanggroe Aceh Darussalam telah cukup siap menerapkan program *Value Engineering* pada pelaksanaan pembangunan infrastruktur.
- c. Herry Priyatno dalam tesisnya meneliti kondisi pelaksanaan VE di industri konstruksi Indonesia terutama pada tahap desain bangunan gedung apakah pelaksanaan telah sesuai atau belum dengan standar internasional. Seperti diketahui bahwa studi VE telah diaplikasikan di berbagai negara pada industri konstruksinya dan terbukti mampu meningkatkan daya saing industri konstruksi di negara yang menerapkan metoda VE tersebut. Terdapat 4 sasaran yang dituju oleh peneliti, yaitu mengetahui pemahaman, pengalaman, pelaksanaan, dan permasalahan studi VE. Penelitian yang dilakukan mengacu

pada *Standard Practice for Performing Value Analysis of Building and Building System*, E 1699-00, ASTM Standard (2005).

- d. Jennifer Anne Clark dalam tesisnya untuk mencapai gelar *Master of Science* pada Worcester Polytechnic Institute tahun 1999, dengan judul "*Value Engineering for Small Transportation Project*". Tesis tersebut membentuk metodologi untuk pelaksanaan studi VE pada proyek transportasi berskala kecil. Penulis menganalisis prosedur dan hasil terkait beberapa proyek yang dilakukan oleh Departemen Transportasi Amerika Serikat. Beberapa temuan pada analisis ini adalah bahwa terdapat beberapa penghematan yang berhasil dilakukan dengan diterapkannya VE pada beberapa proyek tersebut. Selain itu, penulis juga mengemukakan bentuk dan tata cara yang dapat disesuaikan dengan jenis proyek.
- e. Puti Farida Marzuki, Dosen Tetap Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung dengan judul makalah "*Rekayasa Nilai: Konsep dan Penerapannya di Dalam Industri Konstruksi*". Pada tulisannya tersebut, penulis menjelaskan bahwa didalam industri konstruksi VE diterapkan terutama pada desain dan pelaksanaan konstruksi, baik untuk fasilitas yang baru maupun untuk perbaikan dan perubahan pada fasilitas yang ada. Umumnya studi VE akan lebih bermanfaat bila dilaksanakan sedini mungkin. Ini disebabkan kenyataan bahwa 80-90% dampak terhadap kualitas dan biaya proyek ditentukan oleh fase perencanaan (*planning*) dan desain. Penerapan VE secara sangat dini selama berlangsungnya proyek juga akan melancarkan pengembangan alternatif, dibandingkan dengan mencoba mengoptimumkan desain pada tahap yang lebih lanjut. Penggunaan VE pada tahap awal memungkinkan tim proyek untuk secara cepat mendefinisikan konsep proyek. Selanjutnya, tim dapat mengambil manfaat dengan adanya keterlibatan *stakeholders* sejak awal untuk mencapai kesepakatan lebih dini yang akan mempersingkat keseluruhan waktu yang diperlukan untuk mencapai solusi optimal. Beberapa faktor yang dapat menentukan efektifitas penerapan adalah: integrasi studi VE, persyaratan yang ditetapkan oleh undang-undang, kesiapan komunitas, ukuran proyek dan ketersediaan sumber daya.

- f. Tsutomu Abe, et all, karyawan East Japan Railway (JR East), dengan judul makalah “*Application of VE in the “COSMOS-SCADA” Project (COMputerized Safety Maintenance and Operation systems for Shinkansen-Supervisory Control And Data Acquisition), as for the Tohoku/Joetsu Shinkansen Substation Monitoring and Control Systems*” mengemukakan bahwa *cost reduction* pada rehabilitasi sistem monitoring dan kontrol *substation* yang merupakan infrastruktur untuk KA Cepat Shinkansen dapat dicapai dengan penerapan studi VE. Dari tulisan tersebut juga diketahui bahwa penerapan metodologi nilai sudah menjadi kebijakan dari perusahaan dan pengembangnya diproses sejak tahun 1989, dan edukasi untuk para karyawan terhadap VE dibedakan berdasarkan tingkat jabatan dan *role* karyawan tersebut di organisasi.
- g. Kirsty Hunter dan John Kelly dalam penelitian doktoral yang berjudul “*The Supporting Factors That Make VM An Attractive option In Meeting The Best Value Requirements of The UK Public Service Sector*” mencari jawaban terhadap *research proposition*; *Value Management* adalah pelayanan yang dapat memaksimalkan nilai pelayanan dari pemerintah untuk meraih *Best Value*. Pada penelitiannya ini penulis sudah mendapatkan faktor-faktor pendukung sebanyak 10 faktor dimana penerapan VM dapat dilakukan di bidang *public service sector* untuk memenuhi persyaratan dalam meraih *Best Value*. Bidang penelitian ini melibatkan studi *grounded theory* terhadap wacana-wacana proyek yang muncul pada saat *workshop* , kuisisioner, penelitian langsung di instansi pemerintahan, dan kombinasi *desk study* dengan studi kasus untuk mengeksplorasi metodologi untuk penerapan VM.

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 PENDAHULUAN

Pada Bab 2 disampaikan uraian landasan teori yang digunakan pada penyusunan thesis, pembahasan pada dua sub bab ini akan mengulas mengenai kondisi perkeretaapian, teori-teori perawatan jalan rel dan perawatan yang berjalan di perkeretaapian Indonesia. Selain itu, pada Bab 2 ini juga akan membahas teori dan konsep studi VE, karakteristik VE, definisi-definisi, contoh aplikasi VE di negara maju, dan lain-lain. Pada bagian terakhir akan menjelaskan model kerangka penelitian yang digunakan di dalam tesis ini.

2.2 PERKERETAAPIAN DI INDONESIA

2.2.1 Kondisi Umum Infrastruktur Jalan Kereta Api

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 tahun 2007 tentang Perkeretaapian disebutkan bahwa perkeretaapian di Indonesia diselenggarakan berdasarkan asas manfaat, adil, dan merata berdasarkan kepada keseimbangan kepentingan umum, keterpaduan dan percaya diri sendiri. Selain itu perkeretaapian ditujukan untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang secara massal, menunjang pemerataan, pertumbuhan serta sebagai pendorong dan penggerak pembangunan nasional. Kenyataan yang terjadi sekarang ini adalah perkembangan perkeretaapian masih terbatas di Pulau Jawa dan sebagian Pulau Sumatera. Selain itu kontribusi berdasarkan pangsa angkutan yang dihasilkan secara nasional masih sangat rendah dibanding moda angkutan lain.

Peran pemerintah masih sangat dominan dalam pengembangan kereta api nasional, baik dalam pendanaan, investasi, regulasi, serta kebijakan pengembangan. Dengan keterbasan pendanaan, SDM dan kelembagaan di bidang perkeretaapian, kondisi fisik prasarana dan sarana kereta api saat ini masih banyak mengalami *backlog* pemeliharaan yang sudah berlangsung lama, baik dari perencanaan, pengoperasian, dan dukungan pendanaan yang masih terbatas.

Perkeretapian saat ini mengalami kejenuhan di setiap aspek, seperti manajemen, struktur kelembagaan, kapasitas lintas, kondisi sarana, kondisi rel yang sudah tua dan aus, citra pelayanan, dan lain-lain.

Harun al-Rasyid Lubis (2007) di dalam jurnalnya yang berjudul *Road Map For National Railway Institutional Development* menggambarkan kondisi operasional PT Kereta Api (Persero) yang memiliki 4 wilayah operasional, Pulau Jawa, Sumatera Selatan, Sumatera Barat dan Sumatera Utara, dengan total panjang jalan rel sebesar 6,700 km (tabel 2.1). Panjang jalan rel yang masih aktif adalah 4,000 km sedangkan sisanya ditutup karena kalah bersaing dengan transportasi darat lainnya.

Tabel 2.1 Panjang Lintas KA, Lalu Lintas dan Kepadatan Lalu Lintas.

	JAWA	SUMATERA SELATAN	SUMATERA BARAT	SUMATERA UTARA
RUTE – Km	2944	649	202 (yang beroperasi hanya 16 Km)	463
Track-Km	3362	649	202	463
Traffic 2005 (Juta)- (Pass-kms+tonne-Kms)	14540	3650	0.036	0.498
% angkutan Barang	6	90	100	29
Kepadatan Lalu Lintas/ Rute-Km (ribuan)	4938.9	5624	2.250	1.076
% Pendapatan	74	22	1	3

(sumber: *Road Map For National Railway Institutional Development*, Lubis, 2007)

Seperti yang sudah disebutkan di atas, pada praktiknya pendanaan yang disediakan oleh pemerintah tidak cukup untuk membiayai perawatan sarana dan prasarana perkeretaapian yang dijalankan oleh PT Kereta Api (Persero). Seluruh

kekurangan tersebut menyisakan masalah *backlog* perawatan yang menjadi akumulasi permasalahan dan sangat dilematis.

Sebagai operator sekaligus perusahaan yang harus merawat prasarana milik pemerintah, PT Kereta Api mempunyai alat produksi prasarana berupa jalan rel, jembatan, dan sinyal telekomunikasi yang setiap waktu harus dirawat agar performanya tetap terjaga. Sesuai dengan konteks penelitian ini, berikut (Tabel 2.2) disajikan kondisi jalan KA dan nilai *Track Quality Index* (TQI) sebagai acuan untuk ukuran performansi layanan prasarana jalan rel.

Tabel 2.2 Kondisi Material/ Alat Produksi Jalan Rel

URAIAN	KONDISI (%)			
	2006	2007	2008	2009
Rel	74.33	75.32	73.54	73.5
Bantalan	74.36	73.61	73.89	N/A
Ballast	67.74	67.75	69.59	70.47
Wesel	70.84	73.85	75.05	N/A

(sumber: Laporan Tahunan PT Kereta Api (Persero))

Tabel 2.3 Kondisi Jalan Rel

URAIAN	KET	PANJANG REL (msp)			
		2006	2007	2008	2009 (program)
Nilai Hasil Pengukuran:					
KAT 1 (TQI<20)	Baik Sekali	424.668	448.316	448.000	572.000
KAT 2 ($20 \leq \text{TQI} < 35$)	Baik	1.975.326	2.257.888	2.376.000	2.375.600
KAT 3 ($35 \leq \text{TQI} < 50$)	Sedang	1.149.996	912.481	902.000	905.750
KAT 4 (TQI>50)	Jelek	1.125.006	1.045.386	1.044.000	927.270

(sumber: Rekap Kinerja Sub Dit Jalan Rel dan Jembatan PT Kereta Api (Persero))

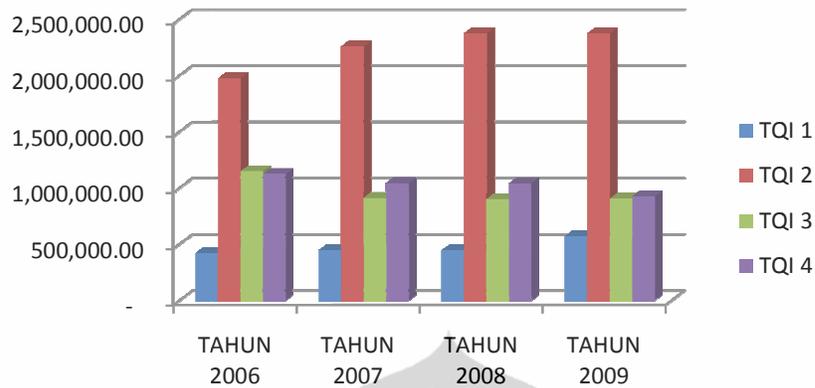
Tabel 2.2 menjelaskan kondisi material untuk konstruksi jalan KA selama 4 tahun dimana nilainya rata-rata sebesar 74%. Kondisi material yang paling kritis ada pada batu ballast dengan kondisi rata-rata dibawah 70%. Hal ini dapat menjelaskan bahwa kondisi geometri jalan rel tidak memungkinkan untuk dapat dilewati

dengan kecepatan tinggi. Dengan pertimbangan kondisi material eksisting sangat sulit untuk dapat melayani perjalanan kereta api dengan cepat dan nyaman.

Sementara pada Tabel 2.3 memberikan keterangan bahwa kondisi geometri yang direpresentasikan oleh nilai Indeks Kualitas Jalan Rel - *Track Quality Index* (TQI). Nilai TQI tersebut menggambarkan kualitas geometri jalan rel yang terdiri dari parameter-parameter antara lain:

1. Peninggian (*cant*);
2. Angkatan (*levelling*);
3. Listringan (*lining*);
4. Lebar sepur (*gauge*).

Nilai TQI didapat dari hasil pengukuran kereta api khusus yang mengukur kualitas dari parameter-parameter jalan rel tersebut. Masing-masing nilai yang didapat dari tiap parameter hasilnya dijumlahkan dan kemudian dibuat nilai rata-ratanya per 200 m panjang sehingga muncul angka (index) yang menjelaskan nilai kualitas jalan rel pada suatu tempat. Nilai dengan $TQI < 20$ berarti kondisi jalan rel ada dalam kondisi baik sekali dan dapat dilewati oleh KA dengan kecepatan diatas 90 km/ jam. Sementara itu, nilai dengan $TQI \leq 20 < 35$ kondisi jalan rel berada dalam kondisi baik dan dapat dilewati KA dengan kecepatan maksimum 90 km/jam. Index dengan nilai $35 \leq TQI < 50$ menunjukkan kondisi jalan rel yang sedang dan dapat dilewati oleh KA dengan kecepatan maximum 70 dan index dengan nilai $TQI > 50$ berarti jalan rel ada dalam kondisi yang jelek dimana kecepatan maksimum yang diijinkan adalah 60 km/jam. Dapat disimpulkan dari tabel 2.3 dan digambarkan pada Gambar 2.1 bahwa kondisi geometri jalan rel dengan kondisi “baik” cukup mendominasi (2.376.000 msp) namun kondisi “jelek” dan “sedang” cukup signifikan volumenya (902.000 msp dan 1.044.000 msp).



Gambar 2.1 Grafik volume kondisi jalan berdasarkan TQI

Stasha Jovanovic (2004) di dalam jurnal ilmiahnya yang berjudul *Railway Track Quality Assesment and Related Decision Making* menyebutkan bahwa contoh yang paling mendekati untuk penelitian kerusakan jalan rel adalah geometri jalan KA, karena geometri jalan KA merepresentasikan salah satu parameter kerusakan dari sebuah jalan KA dan menjadi pemicu dilakukannya kegiatan perawatan dan penggantian prasarana jalan KA. Mengacu pada data/ grafik 2.1 di atas, kondisi geometri jalan KA eksisting masih terdapat sejumlah kondisi yang cukup signifikan jumlahnya dan belum mendukung untuk keamanan dan kenyamanan operasional KA (total panjang 1,946,000 m pada tahun 2008). Dengan kondisi demikian sangat sulit untuk mewujudkan operasional KA yang cepat dan tepat waktu.

2.2.2 Struktur Organisasi Perkeretaapian di Indonesia

Institusi perkeretaapian yang dikelola oleh pemerintah di Indonesia sudah ada sejak tahun 1940-an. Diawali dengan pembentukan Djawatan Kereta Api (DKA) pada tahun 1945 dan mengalami perubahan organisasi menjadi seperti: Perusahaan Negara Kereta Api (PNKA), Perusahaan Jawatan Kereta Api (PJKA), Perusahaan Umum Kereta Api (PERUMKA) dan terakhir menjadi PT Kereta Api (Persero) pada tahun 1998. Sejak pemberlakuan UU no. 13 tahun 1992, PT KA (pada waktu itu masih PERUMKA) ditetapkan sebagai Penyedia dan Operator

infrastruktur Jalan KA sekaligus sebagai Operator Angkutan KA, hal ini sangat berbeda dengan organisasi yang ada di Eropa dimana terdapat pemisahan antara operator infrastruktur dengan operator perjalanan kereta api. Dengan penerapan Undang-Undang Perkeretaapian No. 13 tahun 1992 tersebut, sebagian dari fungsi Pengatur (Regulator) yang dimiliki oleh Pemerintah secara tidak langsung dilakukan oleh PERUMKA (Harun al Rasyid Lubis, 2007). Selain itu, Lubis juga menambahkan bahwa dengan dirubahnya organisasi PERUMKA menjadi PT KA, prinsip-prinsip organisasi Perseroan Terbatas yang diantaranya harus menyediakan pelayan yang berkualitas serta kompetitif dan peningkatan nilai perusahaan, harus diadopsi oleh PT KA.

2.2.3 Skema Pendanaan

Untuk peningkatan dan akuntabilitas pelayanan telah mulai dilaksanakan program restrukturisasi dan reformasi kelembagaan dan kebijakan perkeretaapian, sejalan dengan program *Railway Efficiency* yang pelaksanaannya dibiayai dari pinjaman Bank Dunia. Salah satu kegiatan itu adalah melaksanakan program restrukturisasi pendanaan perkeretaapian melalui skema pendanaan PSO-IMO-TAC (Naskah Akademik Rencana Induk Perkeretaapian Tahun 2006 -2030, 2005).

Besarnya pendanaan Net (PSO+IMO-TAC) akan mempengaruhi *cashflow* dan kondisi likuiditas keuangan PT KA. Tapi jumlah net yang diberikan pemerintah bisa lebih kecil dari net yang seharusnya diberikan. Pada model di atas net memiliki faktor pengali koreksi *for net* yang artinya pemerintah bisa memberikan net dibawah net yang harus diberikan pada PT KA.

Landasan filosofis skema pendanaan tersebut adalah adanya pembagian peran yang lebih jelas antara fungsi pelayanan umum (pemerintah) dengan fungsi komersial perusahaan perkeretaapian. Dengan demikian, fungsi pelayanan umum tetap dijaga (melalui subsidi atau *Public Service Obligation* (PSO) dari pemerintah), namun dalam pengelolaannya dapat lebih profesional, efisien, akuntabel serta agar investasi lebih bermanfaat, efisien dan berkelanjutan (melalui penerapan biaya *Track Access Charges* (TAC) bagi pengguna prasarana

perkeretaapian agar biaya pemeliharaan dan operasi prasarana maupun *cost recovery* terhadap depresiasi nilai investasi prasarana dapat digantikan).

Public Service Obligation (PSO) adalah kewajiban pemerintah untuk menyediakan anggaran bagi badan penyelenggara perkeretaapian atas kewajiban pelayanan publik (PSO) untuk angkutan penumpang kelas ekonomi yang tarifnya ditetapkan oleh pemerintah. Infrastructure Maintenance and Operation (IMO) adalah kewajiban pemerintah untuk menyediakan anggaran operasi dan pemeliharaan prasarana perkeretaapian agar kondisinya layak untuk dioperasikan secara aman dan lancar sesuai dengan spesifikasi teknis dan umur ekonomis. Sedangkan Track Access Charge (TAC) merupakan kewajiban biaya yang harus dikeluarkan (biaya yang dikenakan pada operator/ badan penyelenggara) atas penggunaan jasa prasarana kereta api dan dibayarkan kepada pemerintah sebagai kompensasi karena menggunakan prasarana KA yang dimiliki pemerintah. Sehingga net (PSO+IMO-TAC) adalah besarnya net kewajiban pemerintah yang harus dibayarkan kepada Badan Penyelenggara.

Terkait dengan anggaran untuk perawatan jalan rel yang menjadi topik penelitian ini, Pemerintah menyediakan dana perawatan melalui kontrak IMO bersama PT KA selaku penyelenggara angkutan KA. Pemerintah selaku Pihak Pertama di dalam Kontrak, memberi tugas kepada Pihak Kedua yaitu PT KA untuk melaksanakan tugas perawatan dan pengoperasian Prasarana KA milik pemerintah. Pelaksanaan pekerjaan tersebut mencakup:

- a. Perawatan Prasarana yang meliputi:
 1. Perawatan jalan kereta api yang terdiri dari:
 - a) Perbaikan rel;
 - b) Perbaikan bantalan;
 - c) Penambahan balas;
 - d) Pemecokan (*tamping*);
 - e) Perawatan lingkungan.
 2. Perawatan jembatan;
 3. Perawatan wesel;
 4. Perawatan persinyalan;
 5. Perawatan instalasi listrik;

6. Perawatan telekomunikasi;
 7. Perawatan terowongan (*tunnel*).
- b. Pengoperasian Prasarana KA milik pemerintah yang meliputi:
1. Pengaturan dan pengendalian perjalanan kereta api;
 2. Pengoperasian persinyalan, telekomunikasi dan listrik aliran atas;
 3. Pengoperasian wesel manual;
 4. Pemeriksaan dan penjagaan jalan rel, jembatan dan terowongan.

Standar kinerja prasarana jalan KA untuk pekerjaan IMO ini mempunyai ketentuan kinerja sebagai berikut:

1. Kondisi jalan rel tahun berjalan dengan nilai pengukuran (TQI) lebih baik atau sama dengan tahun lalu dari hasil pengukuran kereta ukur;
2. Kemampuan jalan rel dengan kecepatan sesuai grafik perjalanan kereta api tahun sebelumnya;
3. Koridor jalan rel.

Sejak tahun 2008 Manajemen PT Kereta Api (Persero), Sub-Direktorat Jalan Rel Dan Jembatan, menerapkan strategi untuk rencana kerja dan alokasi anggaran perawatan jalan rel dan jembatan dengan membuat opsi-opsi pemeliharaan yang terdiri dari:

- a. Pemeliharaan berdasarkan seluruh kerusakan

Opsi ini merupakan pilihan yang ideal untuk perawatan jalan dimana seluruh backlog perawatan, kerusakan jalan rel baik dari material maupun geometri jalan KA diperbaiki. Konsekuensi dari opsi ini adalah biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan sangat besar.

- b. Pemeliharaan untuk meningkatkan kecepatan

Perawatan jalan rel yang berdasarkan opsi ini adalah perawatan untuk meningkatkan kondisi jalan rel eksisting agar dapat dilewati KA dengan kecepatan yang lebih tinggi dari kecepatan maksimum yang sudah ditentukan. Program pelaksanaan untuk perawatan jenis ini dilakukan dengan memilih koridor jalan yang diprioritaskan di tiap daerah operasi.

c. Pemeliharaan untuk keselamatan

Jenis pemeliharaan ini dibagi menjadi 2 sub sistem pemeliharaan:

1. Pemeliharaan untuk mempertahankan kondisi eksisting yang disesuaikan dengan kecepatan operasional KA yang sudah ditetapkan pada Grafik Perjalanan KA (GAPEKA); dan
2. Pemeliharaan untuk mempertahankan kondisi eksisting dengan menurunkan kecepatan operasional KA dari yang sudah ditentukan di GAPEKA.

Opsi-opsi ini dibuat sebagai bagian dari strategi untuk manajemen PT Kereta Api (Persero) dalam memutuskan jenis perawatan jalan rel yang harus dilakukan pada level pelaksana di lapangan. Hal ini dilakukan karena adanya keterbatasan dana untuk perawatan, sehingga harus dibuat prioritas perawatan jalan rel.

Sebagai gambaran dari rencana kerja dan anggaran pemeliharaan jalan rel dapat dilihat pada tabel 2.4 terkait dengan pemilihan rencana kerja dan alokasi dana untuk perawatan jalan rel tahun 2009.

Tabel 2.4 Rencana Kerja dan Anggaran Jalan Rel Tahun 2009

PERAWATAN	BIAYA OPSI PERAWATAN (Rp)			
	Pemeliharaan berdasarkan Seluruh Kerusakan	Peningkatan Kecepatan	Keselamatan	
			Mempertahankan Kecepatan Sesuai GAPEKA	Penurunan Kecepatan dari GAPEKA
Jalan rel	1,064,674,300,263	690,793,360,011	416,316,799,397	299,799,999,864

(sumber: Rekap Kinerja Sub Dit Jalan Rel dan Jembatan PT Kereta Api (Persero))

Dari opsi yang ditawarkan tersebut, manajemen memilih opsi perawatan berdasarkan keselamatan dengan penurunan kecepatan dari GAPEKA. Biaya yang diusulkan Bagian Jalan Rel dan Jembatan adalah sebesar Rp. 299,799,999,864 namun dana yang disetujui oleh bagian anggaran adalah sebesar Rp. 200.607.214.515 (Tabel 2.5).

Tabel 2.5 Persetujuan Dana Perawatan Jalan Rel oleh Bagian Anggaran

BENTUK:KU-la							(angka rupiah penuh)			
URAIAN	RKAD	SOT	JUMLAH	NPD ACC	SPK/PK YANG TERBIT	S P U YANG TERBIT	PERBANDINGAN			
							NPD:RKA [5 : 4]	SPU:RKA [7 : 4]	SPU:NPD [7 : 5]	SPU:SPK [7 : 6]
POS/SUB POS ANGGARAN							8	9	10	11
1	2	3	4=2+3	5	6	7				
B. BIAYA OPERASI TIDAK LANGSUNG (BOTL)										
2 PEML&PENGOP.PRASMILIK PEM (IMO)										
a Biaya Perawatan										
1. Jalan Rel	299.799.999.000	429.815.000	300.229.814.000	299.940.794.132	229.199.671.583	200.607.214.515	99,90	76,34	66,88	87,53

(sumber: PT Kereta Api (Persero))

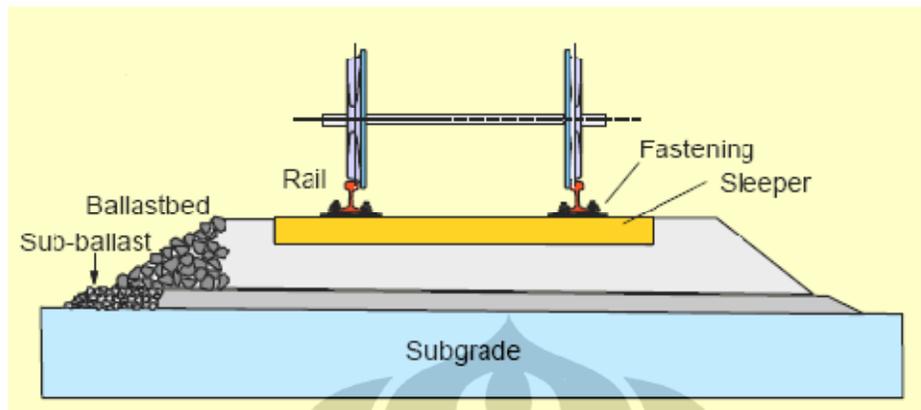
Dalam penyelenggaraannya masih sering ditemukan kerancuan, terutama dalam sistem pendanaan dimana pemerintah masih membiayai sarana dan pemeliharaannya dan PT KA juga membiayai sebagian peningkatan dan pemeliharaan prasarana kereta api. Permasalahan kerap kali muncul pada IMO karena program yang dimiliki pemerintah ternyata berbenturan dengan kewajiban perawatan yang ditugaskan kepada PT KA.

2.3 PERAWATAN JALAN REL

Pada sub bab ini menjelaskan metoda perawatan jalan rel yang biasa dilakukan di dalam industri perkeretaapian, baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Namun sebelum membahas masalah yang terkait perawatan tersebut akan dijelaskan terlebih dahulu pengertian jalan rel, material penyusun jalan rel/ konstruksi jalan rel, kerusakan-kerusakan yang umum terjadi pada jalan rel, dan alat untuk perawatan jalan rel.

2.3.1 Struktur Jalan Rel

Pada dasarnya struktur jalan rel konvensional terdiri dari rel dan bantalan (baik beton maupun kayu), alat penambat (*fastening*), batu balas, sub balas, tubuh jalan dan tanah dasar. Struktur seperti merupakan bentuk konvensional dari struktur jalan kereta api (*ballasted track*) (gambar 2.2).

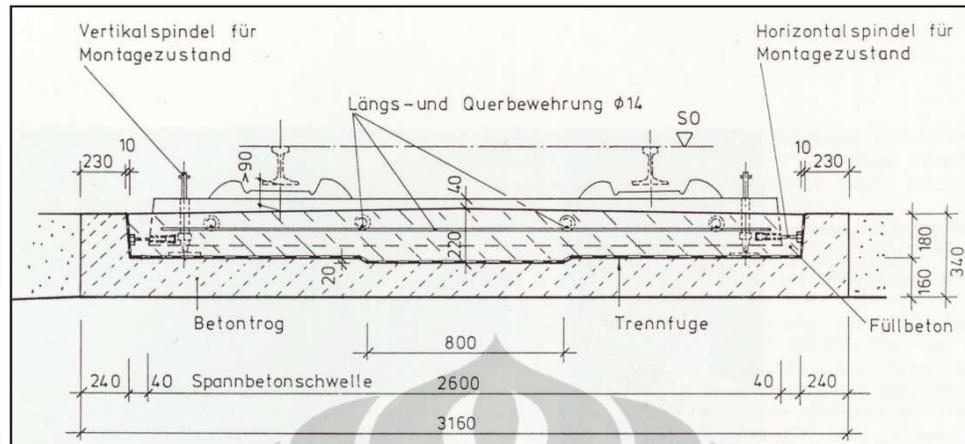


Gambar 2.2 Potongan Melintang Jalan Rel (Esveld, 2001)

Susunan rel, penambat, bantalan, balas dan sub balas merupakan sub sistem yang disebut *superstructure* sedangkan tubuh jalan dan tanah dasar disebut *sub grade*. Selain itu terdapat komponen pelengkap lainnya seperti wesel (*switches*) dan jalan perlintasan sebidang adalah bagian dari jalan rel.

Pada intinya struktur jalan rel ini merupakan susunan dari rel dan bantalan yang di hubungkan dengan alat penambat (*fastening*) dan susunan tersebut diletakan diatas lapisan batu balas dan sub balas yang akan menyebarkan beban dari pergerakan KA di atas jalan rel ke bagian *sub grade*.

Beberapa perkembangan dari jalan rel konvensional, salah satunya, adalah jalan rel tanpa pemakaian balas untuk menopang rel dan bantalan. Sistem ini disebut *non-ballasted track (slab track)*. Sebagai pengganti batu balas digunakan struktur beton cetak dengan ketebalan tertentu yang akan menopang rel dan bantalan (Gambar 2.2).



Gambar 2.3 Struktur *Slab Track* (Esveld, 2001)

Biaya investasi untuk pembangunan sistem ini berkali-kali lipat dari sistem konvensional, dan biasanya digunakan hanya untuk KA Kecepatan Tinggi dan Tram. Akan tetapi keuntungan yang didapat dari penggunaan *slab track* adalah bebas dari perawatan yang harus dilakukan pada jalan KA konvensional seperti *tamping*, membersihkan batu balas (*ballast cleaning*), dan *track lining*. Mengingat tujuan penelitian ini dilakukan pada jalan rel eksisting yang ada di Indonesia, pembahasan mengenai *slab track* tidak akan dibahas pada tesis ini.

Menurut Esveld (*Modern Railway Track*, 2001), beberapa keuntungan dari penggunaan jalan rel konvensional ini antara lain:

1. Teknologi yang sudah terbukti keandalannya;
2. Biaya perawatan yang rendah;
3. Kemudahan dalam melakukan penggantian komponen jalan rel;
4. Dalam perawatan untuk perbaikan geometri mudah dilakukan;
5. Memungkinkan untuk melakukan penyesuaian untuk perubahan layout jalan rel;
6. Elastisitas yang tinggi;
7. Dapat meredam *noise*.

2.3.1.1 Sub Grade

Pada struktur *sub grade* terdapat kemiringan badan jalan, drainase, dan, jika diperlukan, konstruksi penguat *sub grade* agar tetap stabil dan mempunyai daya dukung yang cukup untuk menahan beban (baik dinamis maupun statis) yang ada di atasnya. Pada *sub grade* yang kurang baik/ stabil pada umumnya dilakukan dengan memperbaiki kondisinya dengan melakukan perbaikan tanah (memberi perkuatan tanah dengan memberi *geotextile*), dan memperbaiki drainase.

Secara umum persyaratan yang harus dipenuhi oleh *sub grade* adalah (Esveld, *Modern Railway Track*, 2001):

1. Angka California Bearing Rate (CBR) > 5%;
2. *Compaction* 97% Proctor;
3. Penyimpangan dari desain yang diijinkan kurang dari 10 mm.

2.3.1.2 Lapisan Batu Balas

Lapisan balas merupakan butiran batu kasar lepas (berukuran 30/60) yang berfungsi untuk menopang struktur rel dan bantalan di atasnya. Selain itu, balas juga berfungsi untuk meneruskan dan menyebarkan beban yang diterima rel dan bantalan kepada formasi dibawahnya. Daya dukung balas pada arah vertikal sangat besar dan elastis, namun lemah dalam hal meredam gaya lateral. Ketebalan balas yang optimal pada umumnya antara 25 sampai 30 mm diukur dari bawah bantalan.

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan balas adalah kontaminasi pada lapisan balas yang disebabkan oleh benda-benda asing yang dapat mengganggu kinerja lapisan balas. Salah satunya adalah pecahan halus batuan balas yang menjadi debu akan menjadi permasalahan pada saat turun hujan dimana debu-debu tersebut dapat menjadi lumpur dan mengurangi elastisitas lapisan balas.

2.3.1.3 Rel

Rel merupakan bagian yang paling penting dari komponen jalan rel dengan fungsi sebagai berikut (Esveld, 2001):

1. menerima beban dari roda dan mendistribusikan beban ini ke bantalan atau tumpuan;
2. mengarahkan roda ke arah lateral, gaya-gaya horizontal melintang yang bekerja pada kepala rel disalurkan ke dan didistribusikan pada bantalan dan tumpuan;
3. sebagai jalan dengan permukaan yang halus agar dapat dilewati dengan mudah dan mendistribusikan gaya-gaya percepatan dan pengereman;
4. sebagai penghantar arus listrik untuk lintas kereta listrik;
5. sebagai penghantar arus listrik untuk persinyalan.

Berikut pada Gambar 2.4 ditunjukkan beberapa jenis rel yang biasa digunakan.

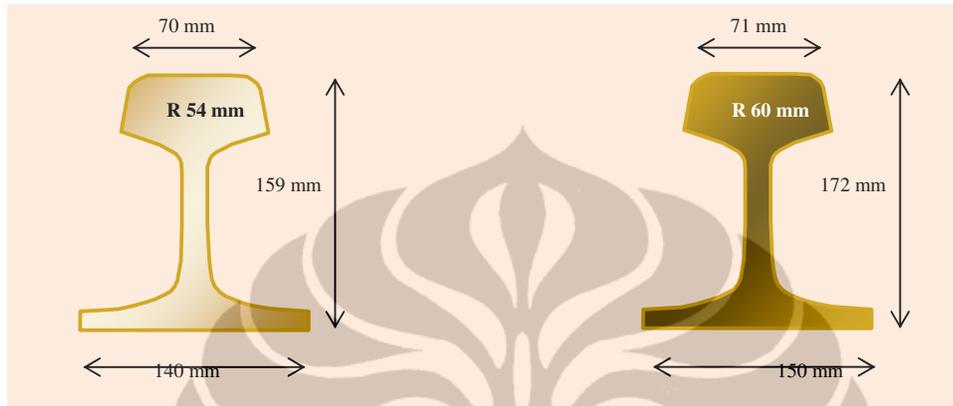


Gambar 2.4 Profil Rel untuk Jalan KA (Esveld, 2001)

- a. *Flat bottom rail* (rel standar); rel yang profilnya digunakan sebagai standar aturan umum bagi jalan rel konvensional;
- b. *Non-standard profile* (rel tidak standar); rel ini memiliki badan yang lebih tebal daripada rel standar, digunakan untuk komponen wesel dan jalan silang, perangkat pemuaian (*expansion device*);
- c. *Grooved rail*; rel yang mempunyai lekukan pada permukaan atasnya dan digunakan untuk struktur jalan rel terbatas seperti penggunaan di emplasemen, jalan raya.

Jenis rel yang biasa digunakan di Indonesia menggunakan kode R-XX, dimana XX merupakan angka yang menunjukkan berat rel (kg) per meter panjang. Sebagai

contoh R54 yang berarti berat rel adalah 54 kg/ meter panjang. Jenis rel yang digunakan di Indonesia antara lain; R25, R33, R41/42, dan R54. Sebagian rel tersebut (R25 sampai dengan R41) merupakan peninggalan Belanda. Berikut pada Gambar 2.6 disajikan dimensi potongan jalan rel tipe R54 dan R60.



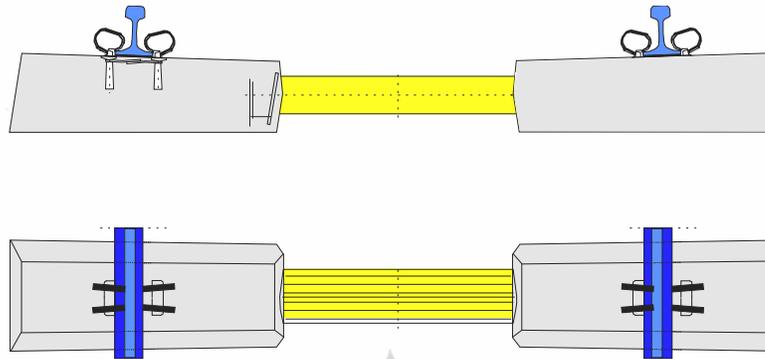
Gambar 2.5 Jenis Rel tipe R54 dan R60

2.3.1.4 Bantalan

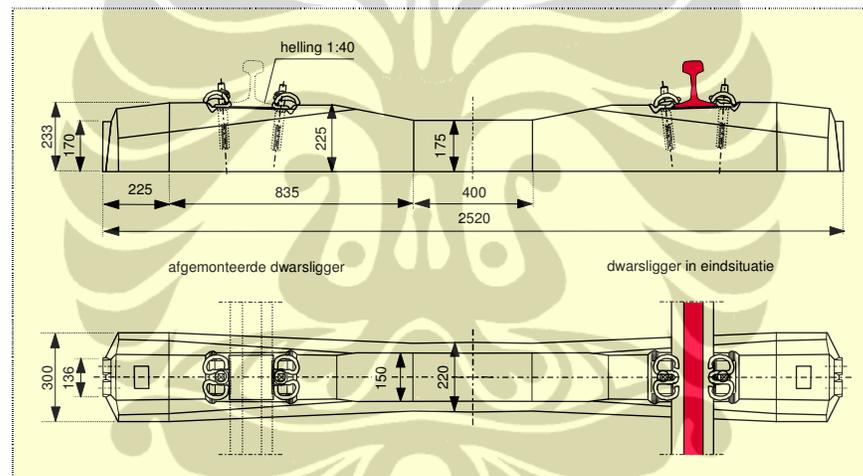
Bantalan berfungsi untuk menjaga posisi rel dan menopang rel serta meneruskan beban KA yang diterima rel kepada balas. Bantalan yang biasa digunakan adalah bantalan kayu, beton, dan dalam jumlah terbatas, bantalan besi. Keunggulan bantalan beton adalah tidak terpengaruh oleh cuaca, usia pakainya yang lebih tinggi dibanding bantalan kayu.

Peruntukan bantalan kayu di Indonesia biasanya digunakan pada wesel dengan pertimbangan agar mudah pelaksanaan perawatan wesel tersebut. Sedangkan untuk bantalan beton digunakan pada lintas utama. Bantalan besi saat ini sudah jarang digunakan karena perawatannya yang sulit.

Terdapat dua jenis bantalan beton yang biasa digunakan, yaitu bantalan beton tunggal (monoblok) dan bantalan beton ganda (Gambar 2.6 dan Gambar 2.7).



Gambar 2.6 Bantalan Beton Ganda



Gambar 2.7 Bantalan beton tunggal

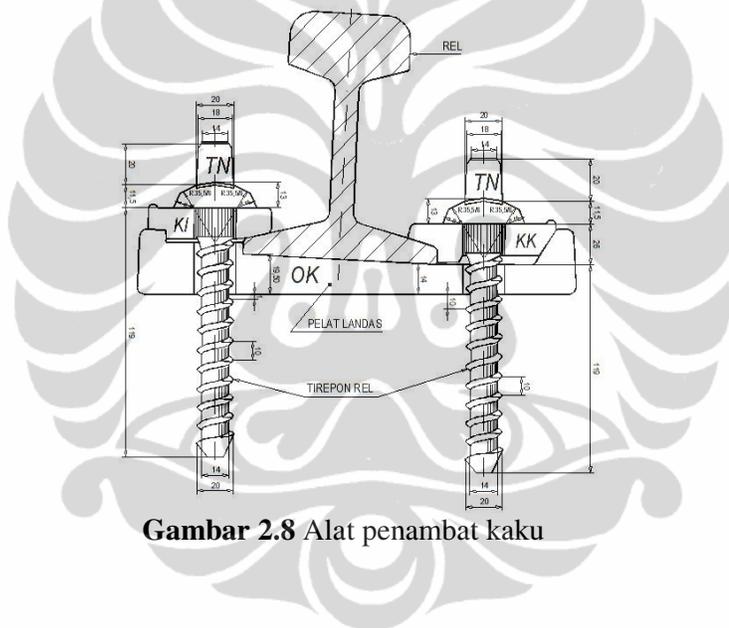
Untuk menjaga daya tahan balas terhadap gaya pada arah longitudinal dan lateral, maka pada bagian ujung dan tiap sisi bantalan harus tertutup oleh balas. Jarak antar as bantalan biasanya 60 cm, tetapi untuk RPM yang bebannya ringan jarak ini dapat dinaikkan menjadi 75 cm.

2.3.1.5 Alat Penambat (*Fastening*)

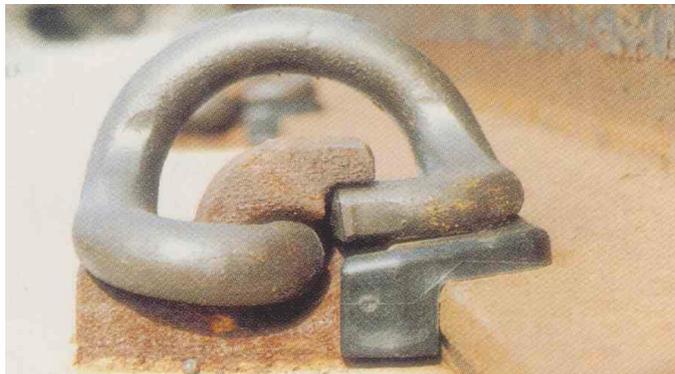
Sebagai alat yang berfungsi mengikat rel pada bantalan, alat penambat mempunyai syarat sebagai berikut (Esveld, 2001):

1. Untuk menyerap gaya-gaya rel secara elastis dan menyalurkannya ke bantalan, maka daya jepit vertikal pada rel harus tetap kuat dalam segala kondisi beban, walaupun dalam keadaan aus.
2. Dapat meredam sebanyak mungkin getaran dan pukulan akibat gerakan yang ditimbulkan oleh sarana;
3. Mampu menahan *gauge* dan menjaga kemiringan rel pada batas tertentu;
4. Mampu mengisolasi aliran listrik dari rel ke bantalan terutama pada bantalan beton dan besi.

Jenis penambat yang biasa digunakan adalah penambat kaku dan elastis (Gambar 2.7 dan 2.8).



Gambar 2.8 Alat penambat kaku



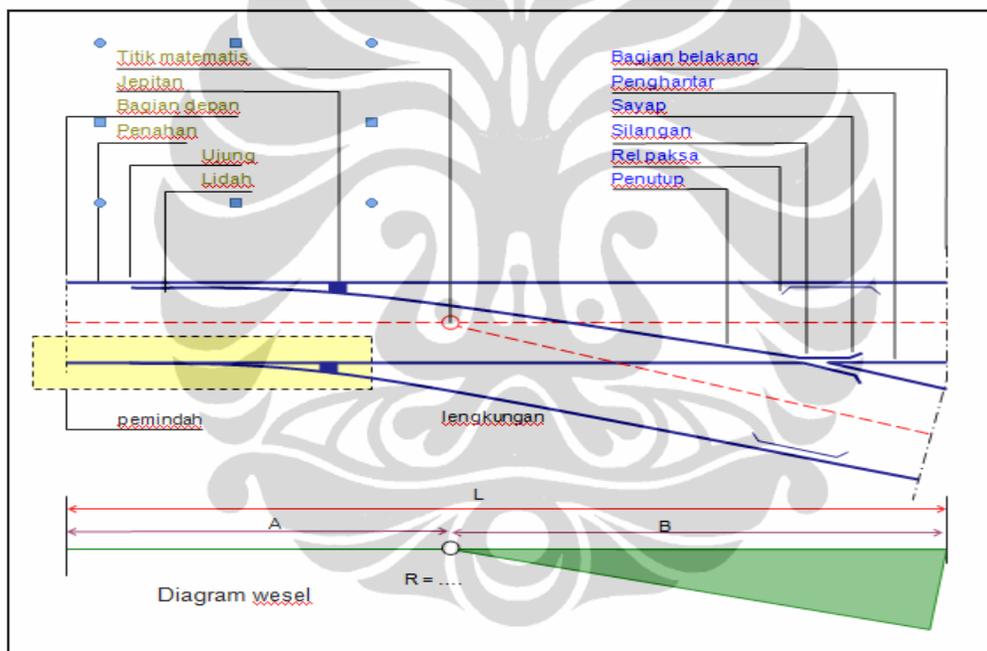
Gambar 2.9 Alat Penambat elastis jenis Pandrol

Alat penambat kaku biasanya digunakan pada bantalan kayu sedangkan alat penambat elastis dapat digunakan pada bantalan kayu dan beton.

2.3.1.6 Wesel (*Switches*)

Wesel adalah sebuah alat untuk membagi jalur pada jalan rel, bisa menjadi dua atau lebih. Tujuan adanya persilangan adalah agar kedua jalur atau lebih dapat berpotongan/bersilangan pada ketinggian permukaan yang sama.

Berikut adalah gambar sebuah wesel pada jalur tunggal.



Gambar 2.10 Wesel standar untuk jalur tunggal

Susunan wesel dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Bagian Pengarah; terdiri dari 2 buah lidah wesel yang dapat bergerak bersamaan yang berfungsi untuk menentukan bagian jalan mana yang akan menerima beban (perjalanan sarana di atasnya).
2. Jarum wesel; Jarum wesel biasa dan rel sayap dibuat secara geometri untuk dapat tetap menopang roda yang melewatinya serta menjamin adanya celah

untuk flens roda. Pada sebuah jarum wesel biasa, rel yang saling berpotongan membentuk sudut runcing.

3. *Closure rail*; Bagian ini berada di antara lidah dan jarum wesel. Karena alasan struktural maka lengkungnya tidak diberi pertinggian.

2.3.2 Kerusakan Pada Jalan Rel

Andrade (2008) pada tesisnya menyebutkan bahwa “*Pemodelan untuk kerusakan jalan rel dibangun atas dasar parameter-parameter dari jalan rel untuk mengukur perbedaan kondisi kerusakan dan membedakan cara kerusakan. Dua klasifikasi yang umum pada parameter tersebut adalah: Parameter geometris dan parameter mekanis*”. Kerusakan geometri merupakan penyimpangan yang terjadi pada sebuah jalan rel dimana kondisi eksisting tidak memenuhi persyaratan geometri dari yang sudah direncanakan. Parameter kerusakan tersebut adalah: kerusakan longitudinal, *tranverse defect*, kerusakan horisontal, kerusakan pada lebar sepur (*gauge*) dan kerusakan karena ada perbedaan tinggi pada rel yang terjadi pada jalan lurus (*twist/skilu*).

Kerusakan material (mekanikal) merupakan kerusakan yang disebabkan karena kejadian mekanis dan alamiah dari sebuah elemen jalan rel (rel, bantalan, alat penambat, batu balas) dan untuk memperbaikinya dilakukan dengan mengganti elemen yang rusak tersebut.

Pembahasan terkait kerusakan material dan geometri akan dibahas pada anak sub bab dibawah ini.

2.3.2.1 Kerusakan Material Jalan Rel

Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa kerusakan material jalan rel merupakan kerusakan yang dapat disebabkan karena proses alamiah dari penggunaan material tersebut dan terdapat cacat pada saat proses produksi di pabrik.

Beberapa kerusakan ada yang masih dapat diperbaiki sehingga dapat berfungsi normal, namun kerusakan yang terjadi sudah mencapai umur pelayanannya

sehingga cara satu-satunya adalah dengan mengganti material jalan rel itu dengan yang baru.

2.3.2.1.1 Kerusakan Rel

Kerusakan yang terjadi pada rel biasanya merupakan proses *fatigue* material jalan rel dalam masa pelayanannya. Dimulai dari retakan kecil lalu berkembang menjadi besar dan akhirnya patah. Selain itu, rel juga dapat mengalami keausan pada bagian kepala rel sehingga menyebabkan perjalanan KA menjadi tidak aman.

Organisasi perkeretaapian dunia, UIC, membuat penyusunan data kerusakan rel untuk mempermudah kodefikasi dalam hal identifikasi kerusakan rel seperti yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2.6 Kodefikasi kerusakan rel versi UIC

Digit ke 1	Digit ke 2	Digit ke 3
1 Ujung Rel	0 Seluruh bagian 1 Kepala rel bagian dalam 2 <i>Web</i> 5 Kaki	1 Melintang 2 Horisontal 3 Retakan arah longitudinal 4 Retakan pada lubang plat sambung
2 Bagian terjauh dari ujung rel	2 Permukaan kepala rel	0 Karat 2 Mengelupas 5 Cacat akibat slip (<i>wheel burn</i>)
4 Las	1 Tipe las Flash Butt 2 Tipe las thermit 7 Penambalan 8 Lain-lain	1 Melintang 2 Horisontal

(Sumber: UIC.)

Idealnya, kerusakan rel diketahui melalui kereta inspeksi lalu di periksa ulang dengan menggunakan alat detektor ultrasonik. Dengan demikian dapat diketahui secara persis kebutuhan perawatan yang harus dilakukan terhadap kerusakan yang terjadi.

2.3.2.1.2 Kerusakan Bantalan & Alat Penambat

Di dalam *ARTC Track and Civil Code of Practice SA/WA & VIC Infrastructure Guidelines: Section 2-Sleepers and Fastening*, disebutkan bahwa bantalan dan alat penambat dikatakan rusak apabila bantalan dan/ atau alat penambat tidak dapat berfungsi untuk menahan gaya lateral, longitudinal dan vertikal dari rel di atasnya. Hal ini disebabkan karena:

1. Bantalan yang pecah, retak, dan atau kerusakan lainnya pada tempat untuk memasang alat penambat sehingga menyebabkan daya cengkram alat penambat terhadap rel dan bantalan melemah;
2. Bantalan tersebut belah, lapuk;
3. Hilangnya bantalan dalam struktur jalan KA;
4. Spesifikasi alat penambat tidak sesuai dengan perencanaan (hilangnya sebagian alat penambat, dll);
5. Alat penambat yang sudah kendur, hilang atau berkarat.

Selain itu bantalan juga dapat dikatakan rusak apabila *rubber pad* yang berfungsi untuk meredam getaran dari rel sudah pecah/ getas.

2.3.2.1.3 Kerusakan Balas

Struktur balas yang baik terdiri material balas yang bersih dan mempunyai struktur berongga yang dapat ditembus, untuk perputaran udara dari lapisan dasar balas, penguapan dan pengaliran air. Lapisan balas menjadi rusak dimana butiran batu balas yang ukuran dan bentuknya mengalami degradasi dan sebagian hancur.

Kerusakan lapisan balas selain karena pergerakan KA, juga terjadi karena adanya aktifitas pemecokan (*tamping*) yang bertujuan memperbaiki geometri jalan rel. Alat pemecok secara langsung merusak bentuk batu balas, dimana butiran batu balas di'pukul' dengan tujuan memadatkan balas dibawah bantalan.

Debu-debu/ material halus yang muncul akibat gerusan butiran batu balas menjadi material yang mengotori lapisan balas, dimana debu tersebut apabila terkena air hujan menjadi lumpur yang akan membuat lemah struktur jalan KA. Material lain yang ikut mengotori lapisan balas, terutama bagian permukaan, adalah elemen-

elemen dengan butiran kecil dan pengotoran yang disebabkan oleh muatan-muatan kereta (bara, bahan yang bersipat tepung, minyak, gemuk, dan lain-lain) sehingga menyebabkan lapisan balas di bantalan menggumpal. Akibatnya lapisan balas yang berlumpur, struktur jalan KA tidak kokoh dan bantalan dapat merayap karena pergerakan akibat beban dinamis tidak dapat diatasi oleh balas.

2.3.2.2 Kerusakan Geometri

Ketika sebuah jalan rel dibebani oleh KA, terjadi deformasi non-elastis pada balas dan lapisan *sub grade*. Saat beban KA sudah lewat, kondisi jalan rel tersebut tidak akan kembali ke posisi semula (sebelum diberi beban). Hal ini berulang terus menerus dan berakumulasi sehingga menyebabkan deformasi pada struktur jalan rel.

Perbaikan jalan rel tersebut dilakukan dengan memadatkan kembali lapisan balas (pemecokan/ *tamping*) sehingga elevasi jalan rel diharapkan kembali ke elevasi yang diharapkan. Akan tetapi hal ini tidak berlangsung lama, sehingga setiap kali dilakukan pemecokan maka penurunan jalan rel juga akan semakin besar. Jika setiap titik mengalami penurunan yang sama besar maka tidak akan terjadi ketidakteraturan. Akan tetapi penurunan yang terjadi pada umumnya tidak seragam karena tidak homogenya kondisi pendukung, tubuh jalan dan distribusi beban. Penurunan yang tidak seragam menimbulkan gelombang pada kerataan jalan rel sehingga berpengaruh pada sarana yang melewatinya.

Penyebab utama kerusakan geometri jalan rel dapat disebabkan oleh (Esveld, 2001):

1. Penurunan balas yang tidak seragam, yang disebabkan karena kondisi balasnya sendiri atau karena perbedaan kekakuan tubuh jalan;
2. Ketidaklurusan rel; dan
3. Perbedaan beban dinamis yang ditimbulkan oleh sarana.

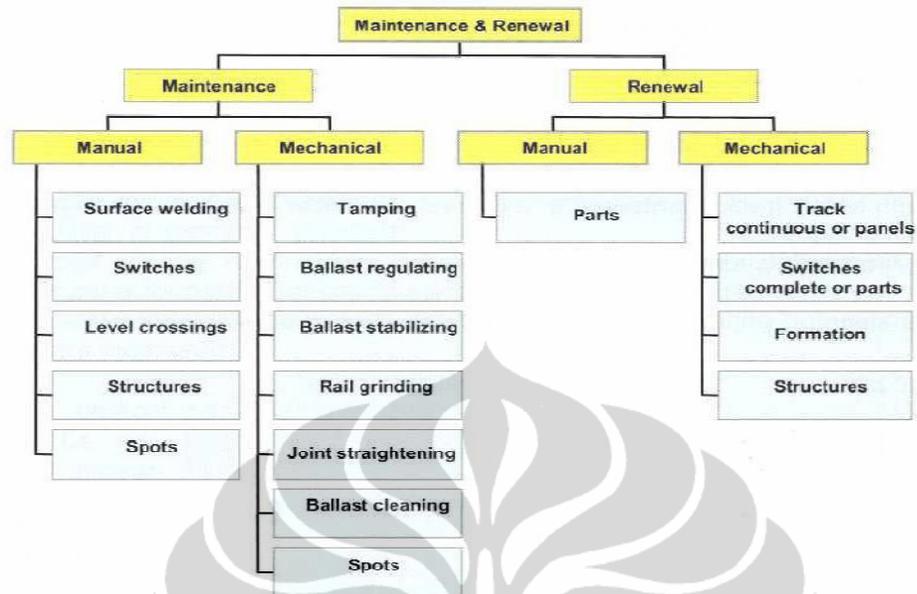
Kualitas jalan rel terus mengalami degradasi setiap harinya. Perubahan ini ditandai dengan adanya penurunan efisiensi pemecokan (*tamping*) dan rating kerusakan. Kedua hal ini mempengaruhi pada frekuensi kegiatan pemecokan

dimana periode waktu pemecokan dari satu waktu menjadi semakin pendek. Pada akhirnya kegiatan pemecokan ini frekuensinya menjadi semakin sering sehingga menjadi tidak efisien lagi, dan perlu dilakukan kegiatan perawatan lainnya seperti penggantian atau melakukan pembersihan balas.

2.3.3 Perawatan Jalan Rel

Dari seluruh pengeluaran yang ditujukan untuk pemeliharaan dan pengelolaan sebuah perusahaan kereta api, alokasi dana untuk perawatan rel sangat besar. Bila anggaran ini dapat ditekan, keuntungan finansial akan didapat oleh sebuah perusahaan kereta, dimana pelayanan kepada masyarakat tercapai dengan baik dan dengan biaya rendah.

Menurut Esveld (2001), pemeliharaan jalan rel berarti keseluruhan proses pemeliharaan dan penggantian yang diperlukan untuk menjamin standar minimum kualitas dan keamanan dengan biaya minimum. Gambar 2.11 menunjukkan skema perawatan dan proses penggantian.



Gambar 2.11 Skema perawatan dan proses penggantian (Esveld, 2001)

Mengutip dari Profolidis (2006) seperti yang disadur oleh Andrade (2008), Peran perawatan jalan rel adalah dengan mempertimbangkan keamanan, perawatan jalan rel bersifat mencegah (*preventive*); terkait dengan kenyamanan, perawatan jalan rel bersifat memperbaiki (*corrective*); dan dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, solusi yang efektif harus dicari sehingga dengan demikian keamanan dapat terjamin dan sekaligus menghindari kerusakan yang cepat.

Sistem perkeretaapian terbukti merupakan sistem yang cukup rumit. Pertama, operasi KA dan infrastruktur saling mempengaruhi satu sama lainnya, dimana kualitas KA (*rolling stock*) akan mempengaruhi tingkat kerusakan infrastruktur sehingga perlu strategi perawatan dan perbaikan infrastruktur yang cermat. Kedua, Kerusakan infrastruktur, termasuk *window time* untuk perawatan yang sudah direncanakan, akan mempengaruhi reliabilitas operasional KA (Zoeteman, 2001).

Manajemen pemeliharaan jalan rel yang efisien sangat tergantung pada ketersediaan data, baik yang didapatkan secara manual ataupun pemeriksaan dengan batuan kereta ukur, model kerusakan jalan rel, dan kesesuaian antara perencanaan perawatan dengan penerapan di lapangan, dengan mempertimbangkan biaya dan ketersediaan sumber daya yang dimiliki.

Pemeliharaan dan penggantian komponen jalan rel pada prinsipnya dilakukan atas dasar data yang didapat dari hasil pemeriksaan/pengukuran, pengamatan langsung dan kemampuan keuangan perusahaan. Pada bagian berikut akan dibahas mengenai pentingnya pemeriksaan untuk pemeliharaan dan kegiatan penggantian material.

2.3.3.1 Pemeriksaan

Mengukur sistem dan pengendalian kualitas infrastruktur melalui pemeriksaan sangat penting untuk menjamin keamanan dan standar kualitas yang sudah ditetapkan. Pemeriksaan tidak hanya sekedar mengukur kerusakan yang akan diperbaiki pada perawatan jalan rel, hal –hal lain seperti mengukur akselerasi untuk kenyamanan pengguna transportasi KA, pengukuran gaya-gaya yang bekerja pada jalan rel bahkan pemeriksaan sarana juga perlu dilakukan. Dalam hal pemeriksaan di bidang infrastruktur, tujuan pemeriksaan tidak hanya sekedar memastikan tidak adanya cacat yang akan menyebabkan kecelakaan, namun juga memantau degradasi/ kerusakan yang terjadi pada infrastruktur KA untuk menghindari kecelakaan dan menyediakan data bagi para manajer infrastruktur untuk perencanaan perawatan jangka pendek dan jangka panjang (Andersson, 2002, dikutip oleh Andrade, 2008).

Sistem perawatan yang efektif dan efisien mempunyai hubungan langsung dengan kualitas sistem pemantauan dan pemeriksaan jalan rel. Ketelitian pada saat pemeriksaan akan menentukan teknik/ cara perawatan yang benar-benar sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Untuk mendukung pemantauan dan pemeriksaan infrastruktur jalan rel yang tepat sebaiknya didukung oleh sistem pemantauan yang cepat dan berkesinambungan, sehingga dengan demikian, data yang didapat dari pemeriksaan dan lalu dibuat perencanaan akan lebih akurat dan dapat diandalkan untuk kegiatan perawatan.

Struktur-struktur khusus seperti jembatan dan terowongan memiliki alat pemeriksaan tersendiri. Pemeriksaan terowongan dan jembatan dilakukan dengan bantuan laser, *thermal scanning*, dan pemeriksaan secara visual. Struktur tersebut diperiksa secara kontinu dan terjamin standar keselamatannya dengan biaya

pemeliharaan dan penggantian yang rendah. Pemeriksaan dengan cara pengamatan (visual) dilakukan dengan mempertimbangkan batas kecepatan dan tonase harian KA dan pelaksanaannya dapat dilakukan beberapa kali dalam satu minggu atau lebih apabila kondisi cuaca yang ada sangat panas.

Sistem pemantauan yang khusus untuk *sub structure* jalan rel sampai dengan saat ini masih belum ada. Realitas yang terjadi adalah bahwa pemantauan untuk *sub structure* ini sering diabaikan, padahal *sub structure* berpengaruh signifikan terhadap biaya pemeliharaan jalan rel. Ini disebabkan karena adanya kesulitan yang ditemukan pada saat melakukan pemeriksaan bagian *sub structure*, dengan demikian perlakuan perawatan dilakukan hanya untuk mengatasi gejala kerusakan saja tanpa dicari penyebab kerusakan. Kerusakan parah baru disadari ketika kecepatan kerusakan sangat tinggi sehingga tidak dapat ditoleransi dan kebutuhan perbaikan sistemik pada *sub structure* mutlak harus dilakukan. Mengutip dari Andrade (2008) dalam tesisnya menyebutkan bahwa kondisi *sub structure* merupakan parameter penting sebagai input untuk memisahkan jalan rel ke dalam bagian perawatan khusus. Agar dapat lebih terukur, jalan rel dianggap terdiri dari satu bagian yang sama untuk seluruh jalurnya (*quasi-homogenous*) dengan dasar evaluasi kondisi geoteknis sekitar yang dilakukan dengan menggunakan radar, *track stiffness*, dan perubahan-perubahan yang berlangsung selama waktu pemeriksaan.

Lebih lanjut Andrade mengemukakan bahwa perlakuan pemeriksaan jalan rel ini (*quasi-homogeneous*) harus didasarkan juga pada data infra dan derajat kerusakan komponen jalan rel. Komponen infra data menurut Esveld (ITB Railway Infrastructure, 2000) adalah:

1. Tipe rel, pabrik, data pemasangan rel;
2. Tipe bantalan, pabrik, waktu pemasangan;
3. Tipe alat penambat;
4. Tipe *pad*, waktu penggantian;
5. Tipe balas, waktu penggantian, waktu pembersihan;
6. Rel Panjang Menerus atau sambungan rel-rel pendek;

7. Jenis lalu lintas (angkutan penumpang, barang, atau gabungan);
8. Tonase tahunan;
9. Total tonase.

Komponen tersebut merupakan intisari dari informasi-informasi yang akan digunakan dalam perawatan dan penggantian material jalan rel yang rusak.

Selain jalan rel beserta komponennya dan struktur khusus (jembatan dan terowongan), Komponen wesel juga mempunyai sistem pemantauan tersendiri. Wesel memberi kontribusi dalam hal alokasi biaya untuk perawatannya mencapai 25% dari total biaya perawatan dan penggantian. Namun, sejauh ini belum ada metoda umum yang dibuat untuk manajemen perawatan wesel, seperti yang dilakukan untuk jalan rel biasa. Metoda umum yang biasa digunakan sebaiknya mengakomodir elemen-elemen kritis yang dapat menyebabkan kegagalan.

Kebutuhan terhadap pemeriksaan bervariasi tergantung pada beberapa faktor, seperti kecepatan maksimum KA, kepadatan lalu lintas KA, jenis lalu-lintas, iklim dan lingkungan, spesifikasi teknis komponen jalan rel, usia dan kualitas, dan lain-lain. Sistem manajemen pemeriksaan membagi jaringan jalan rel ke dalam beberapa klasifikasi tergantung pada kebutuhan pemeriksaan dan prioritas untuk pemeriksaan (Andrade, 2008).

2.3.3.2 Perawatan

Mengutip definisi Kondisi Jalan Rel yang Baik (*Acceptable*) menurut APTA dan American Railway Engineering and Maintenance –of-Way Association (AREMA) adalah dimana jalan rel tersebut memenuhi syarat untuk dapat dilewati oleh KA sesuai dengan kecepatan operasi yang direncanakan sebelumnya dan jika terdapat cacat pada jalan rel yang tidak sesuai dengan standar yang telah direncanakan maka kondisi jalan rel tersebut tidak dapat diterima (*unacceptable condition*).

Perkeretaapian sebagai sebuah sistem yang membutuhkan perawatan terhadap infrastrukturnya sangat kompleks dan tidak mudah untuk ditangani. Proses perusakan sarana dimulai sejak terjadi interaksi antara sarana dengan prasarana, dan semakin dipercepat dengan beban lintas yang tinggi. Dengan perawatan yang

baik dan terencana diharapkan dapat meminimalkan kerusakan yang terjadi dan dipertahankan selama masa layannya.

Pemeliharaan jalan rel dibagi menjadi (Esveld, 2001):

1. geometri rel;
2. geometri jalan rel;
3. tubuh jalan;
4. lapisan balas;
5. perlintasan sebidang;
6. lain-lain (lingkungan, kebersihan).

Pemeliharaan geometri jalan rel dapat dibagi menjadi pemeliharaan sewaktu-waktu untuk memperbaiki kerusakan setempat (*spot maintenance*) dan pemeliharaan sistematis/terencana yang dilakukan dengan mempergunakan mesin berat yang disebut pemeliharaan secara mekanis (*mechanized maintenance*).

Beberapa perawatan dengan cara mekanisasi antara lain:

1. Pemecokan (*tamping*) – perbaikan tingkat kerataan rel, pertinggian dan alinyemen (*alignment*) – menggunakan mesin pecok;
2. Perbaikan profil balas – mengembalikan kondisi profil lapisan balas sesuai persyaratan - menggunakan *ballast regulator*;
3. Menggerinda rel – menghilangkan karat dan memperbaiki profil sambungan las pada rel – menggunakan mesin gerinda khusus untuk rel;
4. Perkuatan sambungan – memperkuat sambungan las pada rel – menggunakan metoda STRAIT;
5. Pembersihan lapisan balas – membersihkan lapisan balas dari kontaminasi lumpur, debu, tanah, dan lain-lain – menggunakan *ballast cleaner*.

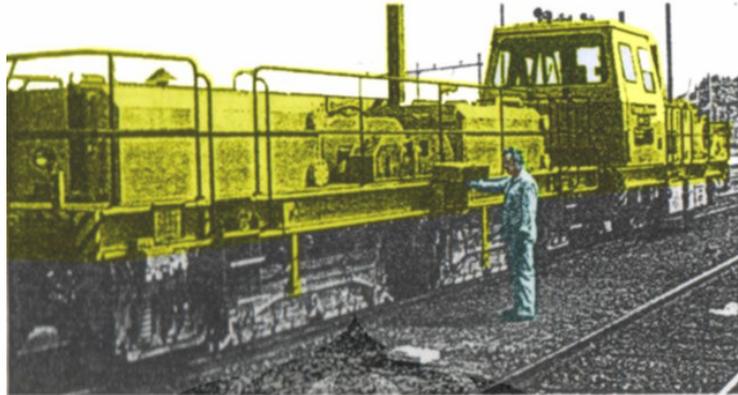
Pendekatan yang dilakukan untuk perawatan jalan rel antara lain perawatan untuk pencegahan (*preventive maintenance*) dan perbaikan (*corrective maintenane*). Pencegahan dilakukan pada saat kondisi yang akan mengarah pada kegagalan muncul langsung ditangani, sementara perbaikan dilakukan pada saat kegagalan

telah terjadi dan segera dilakukan perbaikan, pendekatan ini dapat diasumsikan sama dengan *spot maintenance*. Biasanya *spot maintenance* dilakukan secara manual, hanya didukung oleh mesin bantu yang kecil, dimana kegiatan yang dilakukan sebatas pada perbaikan kerataan rel dan memadatkan lapisan balas menggunakan mesin *compactor* dan dibantu oleh dongkrak untuk mengangkat rel. Sedang perawatan secara sistematis sedapat mungkin dengan mempergunakan mesin berat. Penutupan lintas/ jalan KA untuk pekerjaan merupakan bagian penting dalam pelaksanaannya.

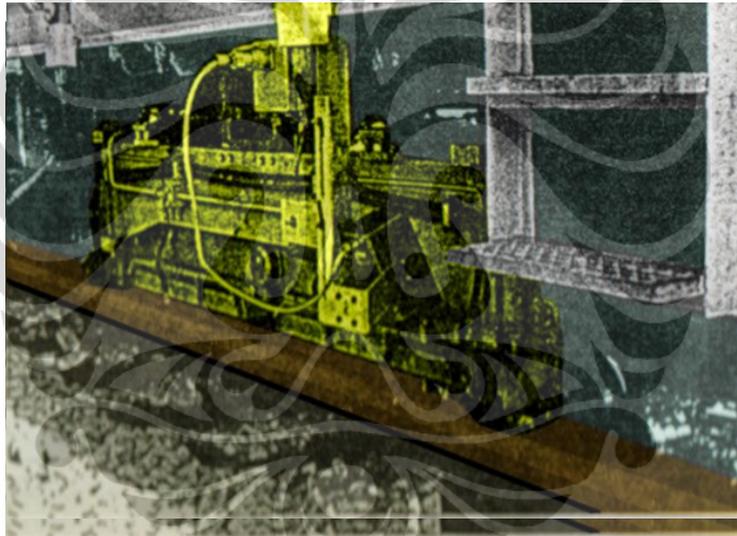
Berikut merupakan pekerjaan perawatan manual yang dilakukan, antara lain (Esveld, 2001):

1. pengangkatan dan pemecokan dengan menggunakan pemadat getar atau belincong;
2. pemadatan balas dengan metoda *measured shovel packing*;
3. Pengelasan elektrik;
4. perbaikan lebar sepur (*gauge*).

Kerusakan pada geometri rel dapat menyebabkan beban dinamis yang sangat besar. Cacat geometri ini sebagian terjadi pada waktu pembuatan rel yang disebut cacat pabrik, dan sebagian terjadi setelah dioperasikan dalam bentuk lekukan, Cara perbaikannya hanyalah dengan menggerinda rel. Ada dua cara penggerindaan terhadap rel, yaitu dengan gerinda putar dan gerinda bergerak bolak balik dengan arah longitudinal. Pada mesin gerinda Plasser GWM 220 yang terlihat pada gambar 2.12, batu gerinda ditempatkan pada batang sepanjang 2,5m yang bergerak bolak-balik arah longitudinal, detailnya terlihat pada gambar 2.13. Gerakan ini mengakibatkan tergerusnya rel. Batu gerinda terus menerus menyesuaikan diri dengan bentuk kepala rel dan menghaluskannya.



Gambar 2.12 Mesin gerinda Plasser GWM 220



Gambar 2.13 Detail mesin gerinda Plasser GWM 220

Pekerjaan perbaikan geometri rel ini biasanya dilakukan bersamaan dengan perbaikan hasil pengelasan sambungan rel agar memenuhi bentuk rel yang ada.

2.3.3.2.1 Perawatan Geometri

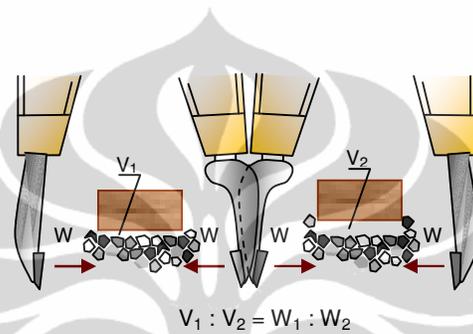
Pemeliharaan jalan rel untuk memperbaiki geometri jalan rel dengan menggunakan peralatan mekanis merupakan perkembangan yang relatif baru. Mesin pemeliharaan ini mengalami kemajuan teknologi sehingga dapat menghasilkan kinerja yang baik terhadap keandalan operasi, kualitas dan produktivitas perawatan jalan rel. Pada Gambar 2.14 menggambarkan salah satu contoh mesin pemeliharaan jalan rel jenis KA Plasser Theurer 09-32 CSM.



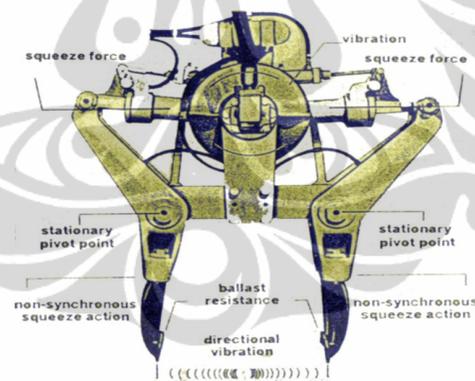
Gambar 2.14 Mesin untuk merawat jalan rel tipe Plasser Theurer 09-32 CSM (Esveld, 2001)

Prinsip kerja mesin ini adalah mesin pecok (*tamping*) mengangkat rel sampai ketinggian yang ditetapkan oleh sistem pengukuran dan juga menempatkannya secara lateral; kemudian balas di bawah bantalan dipadatkan dengan mata pecok. Gambar 2.15 menunjukkan prinsip pemecokan dengan mesin duomatic yang memecok balas di bawah dua bantalan secara bersamaan. Prinsip pemecokan tunggal dapat dilihat pada gambar 2.16. Yang penting dari hasil mesin pecok

adalah kualitas pemecokan dan kinerjanya (panjang hasil pemecokan). Pemecokan dilakukan secara tidak sinkron dan getaran terarah. Yang dimaksud tidak sinkron adalah bahwa masing-masing mata pecok digerakkan dengan kekuatan yang sama tapi tidak saling berhubungan. Hal ini untuk menjamin pemadatan yang seragam. Lapisan balas di bawah bantalan dipadatkan setara. Besarnya tenaga pemadatan dapat diatur untuk menyesuaikan dengan kondisi yang ada pada lapisan balas (Esveld, 2001).



Gambar 2.15 Prinsip pemecokan dinamis



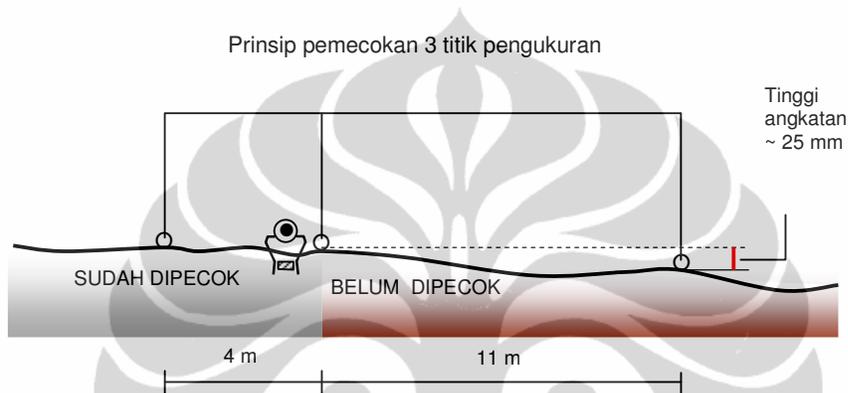
Gambar 2.16 Unit pemecok (*tamping unit*)

Getaran terarah adalah getaran yang arahnya memampatkan, sehingga membantu pemadatan bukannya melonggarkan balas. Untuk perawatan geometri jalan rel di bagian wesel dilakukan oleh mesin pemeliharaan yang dilengkapi dengan alat pemecok khusus

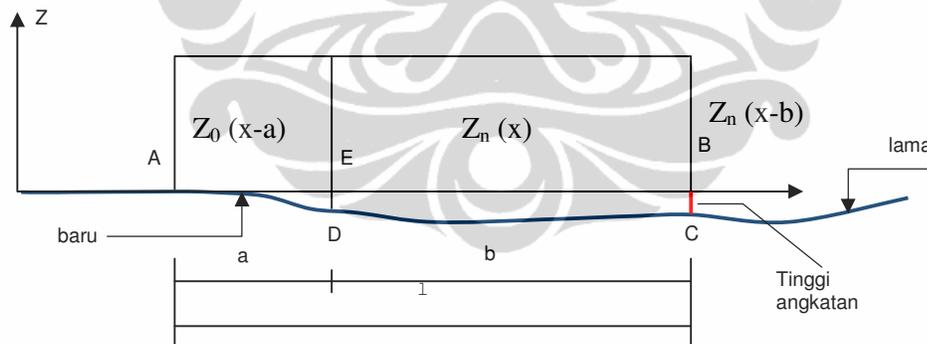
Prinsip-prinsip pekerjaan perawatan jalan rel dengan mesin pemelihara ini adalah (Esveld, 2001):

a. Angkatan

Prinsip pemecokan/angkatan arah vertikal diperlihatkan secara skematis pada gambar 2.17. Dalam sistem pengukuran tiga titik sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2.18, titik A berada di jalur yang telah diperbaiki. Disini juga diberi kelebihan angkatan (*overlift*) yang setara dengan tinggi angkatan BC. Titik D kemudian diangkat dan balas di bawah bantalan dipadatkan sehingga titik tersebut berada pada garis lurus AB di E.



Gambar 2.17 Prinsip angkatan

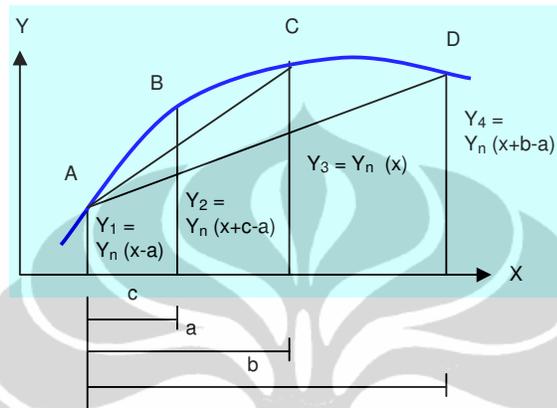


Gambar 2.18 Prinsip pengukuran untuk angkatan

b. Listringan/ Pelurusan

Sistem pelurusan/listringan pada mesin pemelihara jalan rel yang modern berdasarkan pada 4 titik yang diukur, atau jika menggunakan peralatan laser maka yang dipakai adalah sistem 3 titik seperti pada profil vertikal/angkatan. Pada sistem 4 titik ini, mesin mengukur 3 ordinat yaitu Y_1 , Y_2 dan Y_3 seperti

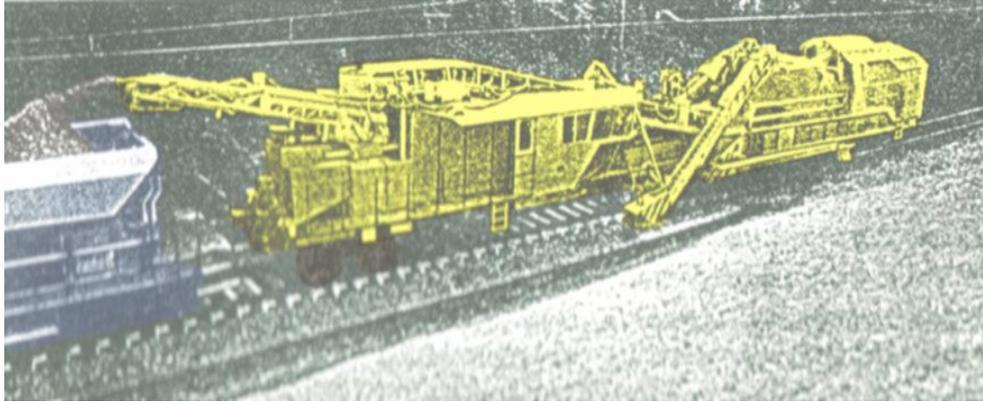
yang terlihat pada gambar 2.19, yang secara bersama menentukan lengkung bayangan dengan cara pelurusan setempat. Pada titik C rel diluruskan sehingga berada pada lengkung ini. Letaknya yang tepat diperiksa dengan anak panah h dan H yang besarnya tetap.



Gambar 2.19 Prinsip pelurusan 4 titik

Selain untuk memperbaiki geometri jalan rel, ada juga mesin pemelihara yang khusus untuk membersihkan lapisan balas dari kotoran yang dapat melemahkan struktur jalan rel. Jenis mesin tersebut dinamakan *ballast cleaner*.

Mesin pembersih balas seperti yang terlihat pada gambar 2.20 dipergunakan untuk menggali balas dengan kedalaman minimum 25 cm di bawah bantalan dengan memakai sekop-sekop yang dirangkai dengan rantai yang bergerak memutar. Rantai ini membawa sekop untuk membuang balas yang dibawanya ke dalam suatu sistem penyaring yang bergetar yang membuang material yang ukurannya kurang dari 35 mm. Batu yang telah bersih dikembalikan lagi ke jalan.



Gambar 2.20 *Ballast Cleaner* (Esveld, 2001)

Bagian balas kecil/kotoran yang lolos saringan disalurkan ke sebuah ban berjalan ke tempat muat yang ada di sebuah gerbong. Kontainer dibawa ke tempat muat dengan menggunakan *gantry crane* yang terpasang pada gerbong, diisi dan dibawa kembali. Maksimum 1000 ton balas kotor yang dapat diambil per shift kemudian dikirim ke unit daur ulang untuk dibuat split.

2.3.3.2.2 Perawatan Material Jalan Rel

Perbaikan material jalan rel yang umum dilakukan antara lain:

a. Rel

Jenis pemeliharaan rel yang paling penting adalah menghilangkan cacat. Hal ini dapat dilakukan dengan menyisipkan rel pendek atau menggunakan las thermit celah lebar asalkan besarnya cacat tidak lebih dari 60 mm. Cacat jenis lainnya terbentuk karena adanya deformasi pada permukaan atas rel, seperti korugasi, burring dan plastic flow. Cacat ini dapat dihilangkan dengan gerinda. Penambalan permukaan rel merupakan suatu cara untuk mengatasi cacat setempat seperti retakan horizontal yang kecil pada kepala rel, depek pada kepala rel, pengelupasan atau akibat roda selip.

b. Bantalan

Pemeliharaan pada bantalan terutama adalah menjaga agar lobang baut tidak longgar, terutama dekat wesel. Kerusakan jenis lainnya diatasi dengan mengganti bantalan.

c. Wesel

Wesel memerlukan pemeliharaan yang lebih dibanding dengan jalan rel biasa, aspek pemeliharaan wesel yang dianggap penting adalah:

- Lebar sepur (*gauge*):

Toleransi yang diperbolehkan untuk lebar sepur adalah +5 dan -2 mm, tetapi pada wesel tidak boleh ada kekurangan lebar sepur;

- Bukaannya wesel:

Bukaan wesel pada rel paksa adalah 41 mm dengan toleransi maksimum + 2 mm. Perbedaan yang besar dapat diperbaiki dengan cara memberi sisipan/ganjil;

- Wesel dan jalan silang:

harus diadakan pemeriksaan yang teliti dan menyeluruh terhadap kemungkinan adanya keausan arah lateral dan vertikal, jarum cacat, pengelupasan, patahan dan retakan. Perbaikannya dengan penggerindaan, penambalan atau penggantian total.

- Wesel ganda:

Toleransi keausan pada sepasang wesel tidak boleh dilampaui. Ada alat untuk mengukur apakah keausan pada lidah wesel atau rel paksa masih dalam batas yang diijinkan. Penyimpangannya dapat diperbaiki dengan penggerindaan atau penggantian.

2.3.4 Manajemen Perawatan Jalan Rel di Indonesia

Seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya bahwa perawatan prasarana perkeretaapian, khususnya jalan rel, di Indonesia dilakukan oleh operator KA dengan dana yang disediakan oleh pemerintah (regulator). Sebelum pendanaan dicairkan, Pemerintah dan Operator (PT Kereta Api (Persero)) membuat kontrak pelaksanaan pekerjaan perawatan dan pengoperasian prasarana kereta api yang dimiliki Pemerintah/*Infrastructure Maintenance Operation (IMO)* dan Penerimaan Biaya Atas Penggunaan Prasarana Kereta Api/*Track Access Charges (TAC)*. Khusus untuk komponen jalan rel, item pekerjaannya antara lain:

1. Perbaikan Rel;

2. Perbaikan Bantalan;
3. Penambahan Ballast;
4. Pemecokan;
5. Lingkungan; dan
6. Wesel.

2.3.4.1 Struktur Pembiayaan Perawatan Jalan Rel

Keterkaitan pembiayaan antara pemerintah dan PT Kereta Api (Persero) mempunyai bentuk hubungan sebagai berikut:

1. Pemerintah menyediakan dan merawat prasarana KA, pelaksanaan perawatan prasarana KA dapat dilimpahkan kepada badan penyelenggara;
2. Saat ini, PT Kereta Api (Persero) sebagai badan penyelenggara perkeretaapian bertindak selaku pelaksana dalam perawatan dan pengoperasian prasarana pokok milik pemerintah;
3. Pemerintah memberikan dana kepada PT KA dalam bentuk budget perawatan dan pengoperasian infrastruktur KA;
4. PT KA selaku penyelenggara harus menyajikan data kebutuhan biaya yang diperlukan untuk perawatan dan pengoperasian dengan efisien dan efektif.

Perhitungan IMO dimaksudkan untuk memprediksi besaran biaya perawatan jalan rel berdasarkan standar yang sudah ada (standar biaya berdasarkan analisa pekerjaan dan standar volume). Standar volume meliputi:

1. Aset;
2. *PassingTonnage/* kelas jalan;
3. Jenis rel;
4. Jenis bantalan.

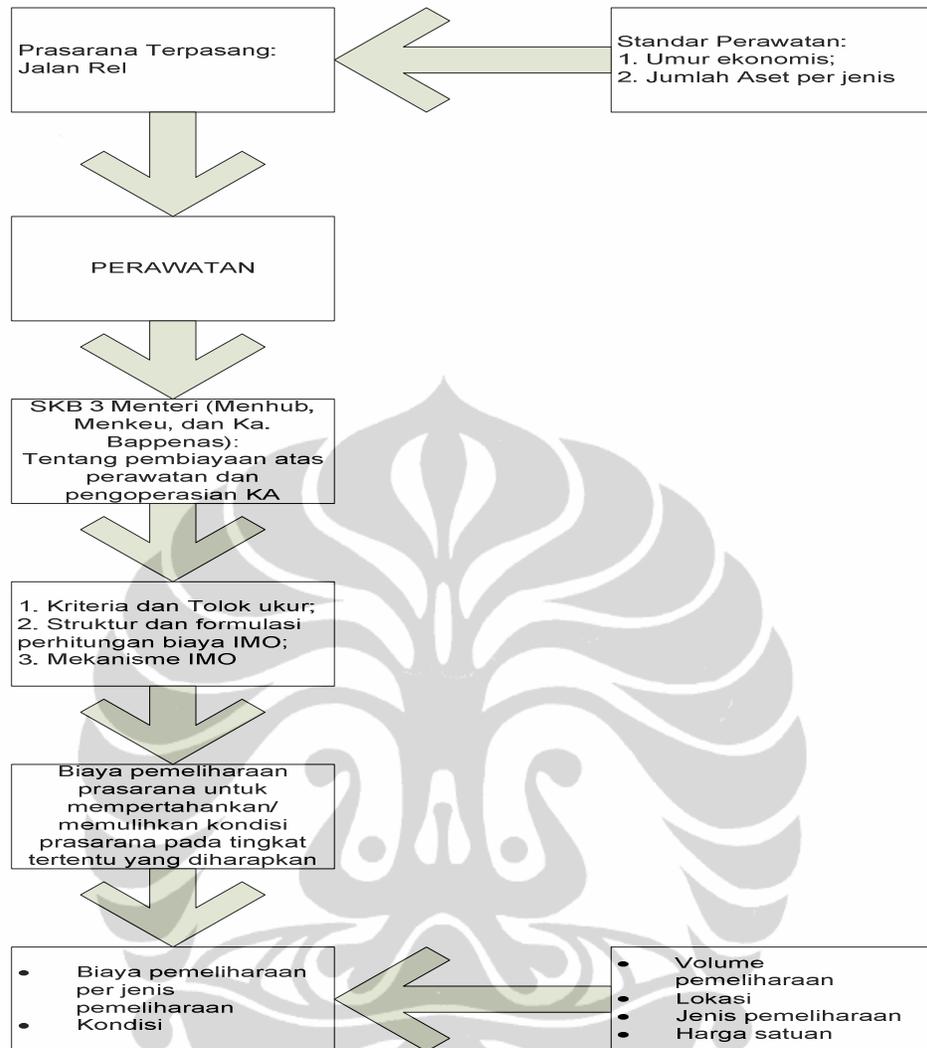
Mekanisme untuk mendapat IMO/PSO/TAC dari pemerintah didasarkan pada Rencana Kerja dan Anggaran dan Perusahaan (RKA) yang mencerminkan kebutuhan dana perawatan. Setelah kebutuhan dana disetujui (sesuai kemampuan pemerintah) dibuat kontrak perjanjian antara pemerintah dan PT KA. Konsekuensi yang timbul akibat perjanjian kerja tersebut adalah pemerintah membayar *Public Srvce Obligation* (PSO) dan *Infrastructure Maintenance Operation* (IMO) kepada PT KA.

Dalam hal pemberian dana PSO tersebut pemerintah memberi persyaratan kepada PT KA untuk memenuhi kriteria dan tolok ukur seperti, jumlah/ trayek KA beserta kapasitas penumpangnya, kondisi sarana dan tingkat pelayanan. Sementara itu, persyaratan yang harus dipenuhi dalam hal pemberian dana IMO, PT KA harus dapat membuktikan bahwa pekerjaan yang dilakukan terukur dari jenis, volume dan lokasi pemeliharannya.

Rencana Kerja dan Anggaran (RKA) merupakan program kerja dan pembiayaan yang diberikan dalam bentuk dana perawatan dalam satu tahun. Anggaran biaya ditetapkan dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) dan dipengaruhi oleh kondisi eksternal dan internal perusahaan. *Breakdown* RKA daerah yang dianalisis di Kantor Pusat (c.q Sub Direktorat Jalan Rel dan Jembatan) didasarkan pada perhitungan IMO per koridor yang diprediksikan pada usulan biaya perawatan.

Pada dasarnya pemeliharaan prasarana dilaksanakan sesuai standar dan opname fisik yang harus mendapatkan biaya IMO dari pemerintah. Pada kenyataannya dengan segala keterbatasan dana yang tersedia, program perawatan dilaksanakan sesuai opname fisik kerusakan dan skala prioritas untuk kebutuhan minimal mendukung keselamatan.

Berikut pada gambar 2.21 menunjukkan bagan pemeliharaan prasarana sesuai standar.



Gambar 2.21 Bagan pemeliharaan sesuai standar

Sebagai bahan dasar usulan biaya perawatan IMO dari PT KA kepada pemerintah, di tiap-tiap Daerah Operasi (DAOP, di pulau Jawa) dan Divisi Regional (DIVRE, di Pulau Sumatera) membuat usulan program perawatan jalan dan usulan tersebut dikompilasi oleh kantor pusat PT KA (Sub Direktorat Jalan dan Jembatan) yang akan dibahas pada RKA.

Berikut prosedur penyusunan program perawatan jalan:

1. Data lintas dan kemampuan sumber daya manusia yang tersedia di lapangan dikumpulkan oleh pejabat setempat (Kepala Distrik (DK) dan Kepala Resort

(RK)) dengan output kondisi teknis, volume kerusakan, dan ketersediaan tenaga perawat.

2. Setelah data tersebut dikumpulkan, DK dan RK menganalisis data tersebut untuk menentukan jenis dan volume pekerjaan yang harus dilakukan, usulan desain untuk perbaikan, pembagian kerja dan usulan untuk program perbaikan yang dibantu oleh mesin pemeliharaan (*Multi Tie Tamping – MTT*).
3. Oleh masing-masing Manajer Jalan Rel dan Jembatan di tiap Daerah Operasi dan Divisi Regional, hasil analisa dan usulan perawatan dari tiap-tiap RK dianalisa kembali untuk ditentukan program perawatan dan perbaikan yang akan menjadi prioritas di masing-masing DAOP dan DIVRE. Analisis tingkat Manajer di DAOP juga membuat kesepakatan program perbaikan yang dibantu dengan MTT, kesepakatan desain dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan pembagian pekerjaan.
4. Hasil analisis tersebut di konfirmasi ulang oleh Manajer dibantu oleh Tim Inspektorat dari Kantor Pusat untuk menajamkan prioritas kegiatan perawatan dan jadwal kerja antara Regu Perbaikan dari DK, Mesin Pemeliharaan (MTT), Mitra Kerja.
5. Ouput konfirmasi perawatan kemudian dibawa ke RPT untuk mendapat persetujuan dari Kepala Daerah Operasi (KADAOP) atau Kepala Divisi Regional (KADIVRE). Ouput dari RPT adalah prioritas kegiatan perawatan, Desain, kebutuhan dana dan jadwal pelaksanaan.
6. Input dari tiap DAOP dan DIVRE kemudian dianalisis di Sub Direktorat Jalan dan Jembatan beserta Direktur Teknik untuk didapat prioritas kegiatan perawatan di masing-masing DAOP dan DIVRE beserta kebutuhan biayanya.
7. Setelah itu data tersebut dibawa ke Rapat Kerja Direksi untuk finalisasi volume pekerjaan, desain, jadwal dan alokasi dana perawatan.

Terkait dengan kebutuhan data untuk material jalan, berikut pada tabel 2.7 menunjukkan proses penyusunan data kebutuhan tersebut.

Tabel 2.7 Proses pembuatan data kebutuhan material jalan rel

JENIS KEGIATAN	PEMBUAT DATA	PENERIMA DATA	MONITORING DATA	KETERANGAN
Pengambilan data material jalan rel (DMJR)	Kepala Distrik (DK)	Kepala Resor (SK)	- SK; - Pengawas Jalan Rel - Manajer Jalan Rel	DMJR per jarak bantalan
Pembuatan DMJR dan kebutuhan material jalan rel	SK; Pengawas jalan rel	Manajer Jalan rel dan jembatan	- Pengawas Jalan Rel; - Manajer Jalan rel dan Jembatan	DMJR per jarak bantalan dan rekapitulasi per 100 msp
1. Grafik dan matrik kebutuhan material jalan rel: - Per 200 msp untuk DK; - Per 1000 msp untuk: o SK; o Manajer Jalan Rel dan Jembatan ; o Kantor Pusat 2. Penentuan kelas jalan	Manajer Jalan rel dan Jembatan	DK, SK, Pengawas jalan rel, Kantor Pusat	Ka. Sub Direktorat Jalan Rel dan Jembatan	Grafik kebutuhan material jalan rel dibuat: Per 1 km; Per 200 m

(sumber: Sosialisasi perawatan jalan rel berbasis IMO, 2000)

2.3.4.2 Perawatan Jalan Rel di PT KA

Beberapa perawatan yang biasa dilakukan di kereta api di Indonesia sebenarnya tidak begitu berbeda dengan yang dilakukan di beberapa negara maju. Sesuai dengan kondisi yang dimiliki oleh perkeretaapian Indonesia, sistem jalan KA di Indonesia termasuk jalan konvensional dimana struktur jalan rel terdiri dari lapisan sub grade, lapisan balas, bantalan, penambat dan rel. Perawatan jalan rel selama ini dilakukan secara manual, semi mekanis (dengan bantuan mesin pemecok yang ringan) dan mekanis (dengan bantuan mesin pemelihara-MTT). Selain itu, perawatan yang dilakukan mencakup perawatan terhadap geometri jalan rel juga perawatan/ penggantian terhadap material jalan rel.

2.3.4.2.1 Perawatan Geometri Jalan KA

Perawatan geometri jalan KA pada intinya adalah perbaikan jalan rel yang mengalami perubahan ke arah vertikal (kedataran jalan rel) maupun horizontal (kelurusan jalan rel), baik pada bagian jalan lurus maupun lengkungan.

Perbaikan yang dilakukan dengan mengangkat jalan rel sehingga didapatkan kerataan jalan rel yang seragam pada sebuah lintasan dan meluruskan jalan rel/ mengembalikan ukuran *gauge* ke ukuran normal, 1067 mm.

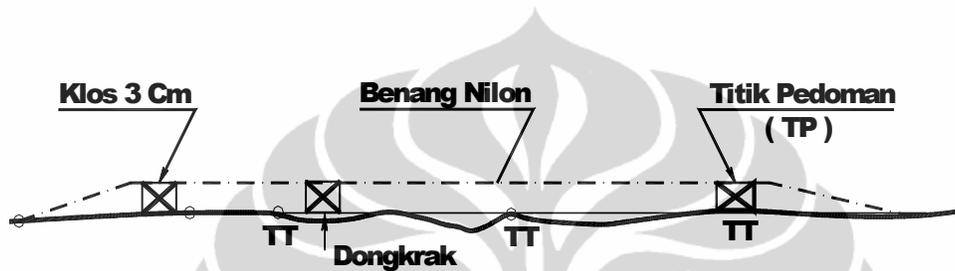
Pelaksanaan pekerjaan angkat-listring (angkat jalan rel dan pelurusan) adalah sebagai berikut:

1. Mencari rel yang akan dijadikan acuan/pedoman dengan cara menimbang rel tiap tiga (3) m;
2. Mencari titik tinggi dengan cara melihat rel kedepan pada posisi mata dekat dipermukaan rel;
3. Titik pedoman didapat dengan cara memilih titik tinggi yang tertinggi dari rel yang diperiksa per 3 meter tersebut;
4. Mengoptik/ mengukur kedataran permukaan rel dilakukan dengan bantuan:
 - Mistar dan benang;
 - Alat waterpas.

5. Setelah didapat titik tinggi kemudian dilanjutkan dengan mengangkat, menimbang, dan memecok (*tamping*) jalan rel tiap 3 m bertahap dan berkesinambungan, pelaksanaan dengan alat bantu adalah sebagai berikut:

- Dengan bantuan mistar/ benang

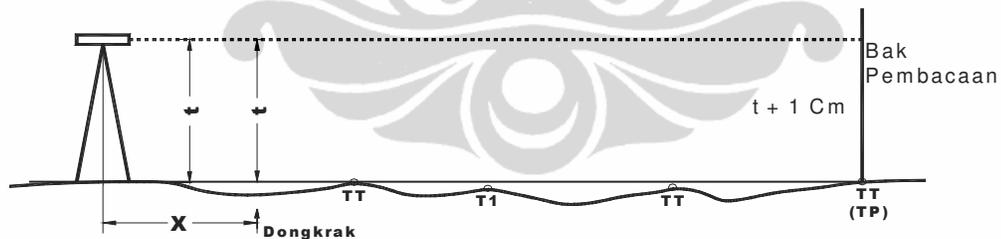
Rel diangkat dan klos diatas rel tersebut menyentuh benang maka rel akan lurus seperti garis benang (Gambar 2.22)



Gambar 2.22 Pelaksanaan angkatan dengan bantuan benang

- Dengan bantuan waterpass

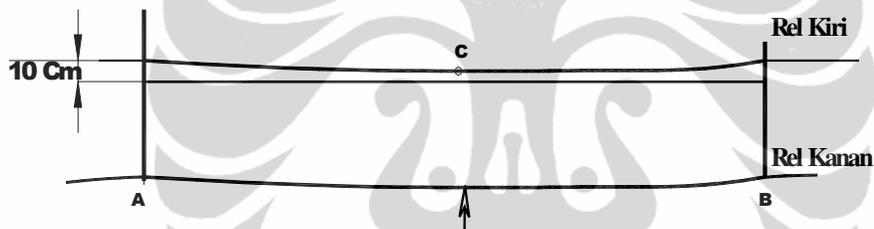
Bila rel pada jarak X di dongkrak setinggi t maka rel diatas dongkrak akan lurus selurus garis arah teropong (Gambar 2.23).



Gambar 2.23 Pelaksanaan angkatan dengan bantuan waterpass

6. Pemecokan batu balas pada titik-titik pengangkatan (baik dengan alat manual Blincong atau semi mekanis *handy tie tamping*) segera dilakukan setelah dilakukan pengukuran dan pengangkatan jalan dengan dongkrak;
7. Pelurusan jalan dilakukan dengan cara (Gambar 2.24):

8. Mengukur jalan rel dengan bantuan mistar yang ditempatkan pada titik A dan B;
9. Bentangkan benang dari A ke B pada mistar sudah ada tempatnya (jarak dari sisi rel 10 Cm);
10. Bila pada titik C jarak benang kesisi dalam rel kurang 10 Cm, maka dorong rel sekitar C dengan tenaga orang dan alat linggis secukupnya, hingga jarak benang dengan sisi rel berjarak 10 Cm, maka rel A dan B akan lurus;
11. Setelah itu agar kedudukan tidak berubah, memperbaiki struktur batu balas pada pinggiran bantalan agardapat menahan gaya lateral dari rel.



Gambar 2.24 Pelaksanaan penggeseran rel

Selain dengan cara manual, perbaikan geometri jalan rel juga dibantu dengan alat mekanik MTT dengan prinsip kerja yang sama seperti yang dilakukan pada perbaikan manual.

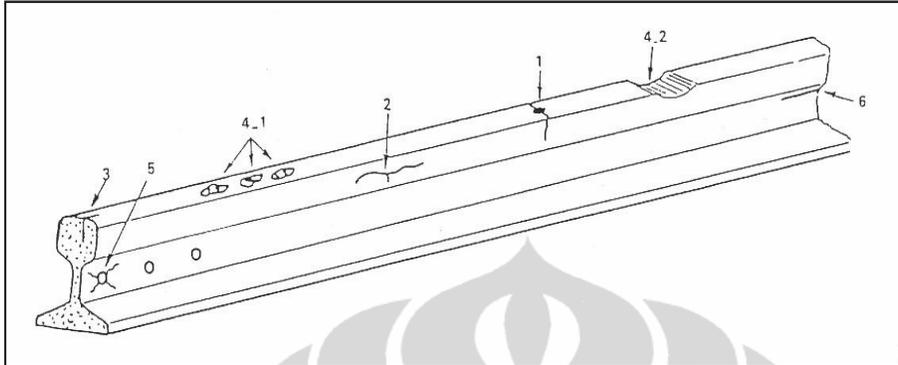
2.3.4.2.2 Perawatan Komponen Jalan Rel

Perawatan komponen jalan rel mencakup rel, bantalan, alat penambat, balas dan wesel.

a. Rel

Beberapa kerusakan pada rel terjadi karena *fatigue* (kelelahan material rel), keausan, cacat bawaan dari pabrik. Untuk mengetahui kerusakan rel yang tidak dapat dideteksi oleh pengamatan, berada di dalam rel, dilakukan dengan alat *detector ultrasonic*.

Gambar 2.25 menunjukkan beberapa contoh kerusakan pada rel.

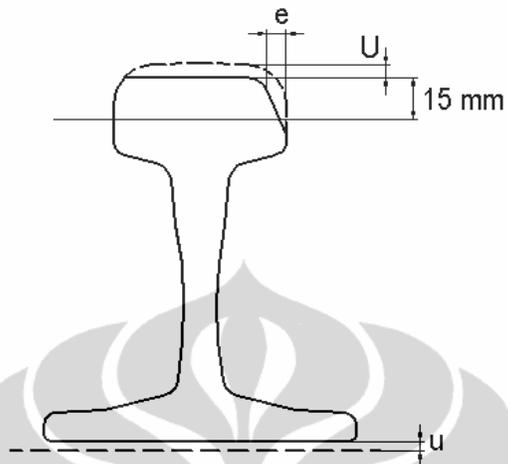


Gambar 2.25 Kerusakan pada rel

Kerusakan-kerusakan itu antara lain:

1. keretakan melintang;
2. Keretakan memanjang pada kepala rel;
3. Keretakan vertical pada kepala rel;
- 4.1) kerusakan pada permukaan / *shelling*;
- 4.2) legokan *douslaag*;
- 5 Keretakan berbentuk melintang;
- 6 Keretakan memanjang pada bagian kepala rel dan badan rel.

Selain itu rel juga mengalami keausan pada bagian kepalanya akibat dari gesekan dengan roda KA. Batas keausan yang diijinkan adalah sebagai berikut (Gambar 2.26).



Gambar 2.26 Skema keausan rel

Keterangan:

U = Keausan kepala rel

u = Keausan kaki rel

e = Keausan samping

$$\text{Keausan} = u + n + \frac{\ell}{2}$$

Batas keausan yang diijinkan adalah (Tabel 2.8) sebagai berikut:

Tabel 2.8 Batas keausan rel yang diijinkan

TIPE REL	BATAS KEAUSAN $U + u + \frac{e}{2}$	
	GRUP UIC	
	1 – 6 7 dan 8 (dengan kereta api penumpang)	7 – 8 (tanpa penumpang) dan 9
R 25	7	8
R 33	10	11
R 41/R 42	15	16
R 50	18	19
R 54	20	22

(sumber: Diktat Perawatan Jalan Rel, Perumka)

Beberapa pemeriksaan yang dilakukan pada rel antara lain:

1. Pengamatan bidang permukaan atas kepala rel (tempat roda lewat), sisi samping rel, bagian peralihan antara badan dan kepala rel bagian peralihan antara badan dan kaki rel (gunakan cermin kecil untuk memeriksa bagian peralihan tersebut).
2. Pengamatan lasan pada rel panjang menerus (RPM).
3. Pemeriksaan dilengkapi dengan pengujian suara, dengan menggunakan sebuah palu (berat 500 gram, panjang tangkai 0,7 m).
4. Pemeriksaan ini dilakukan pada bidang permukaan penyambung, Pukulan pertama diberikan pada tempat 2 cm dari ujung rel, kemudian tiap 10 cm sepanjang bidang permukaan penyambung.
5. Untuk mengetahui lokasi suatu retakan horizontal, pegang palu pada bagian ujung tangkai, kemudian jatuhkan palu kebidang permukaan kepala rel pada suatu ketinggian yang cukup rendah.

6. Untuk mengetahui lokasi retakan vertikal, pukul kepala rel pada kedua sisi kepala rel. Jika palu memantul dan pukulan menghasilkan suara nyaring, tidak ada kerusakan. Jika palu tidak memantul dan pukulan menghasilkan suara kosong maka buat pemeriksaan yang lebih lengkap.

Terkait dengan sulitnya mendapat material rel baru, memaksa PT KA melakukan penggantian posisi rel jika terjadi keausan (rel sebelah kanan dipindah posisinya ke sebelah kiri, demikian juga sebaliknya, sehingga bagian dalam rel menjadi bagian luar). Hal ini sebenarnya kurang baik mengingat material rel yang tetap digunakan tersebut diduga mengalami kelelahan sehingga dapat terjadi kegagalan sewaktu-waktu.

Kerusakan rel akibat terjadinya selip roda KA membuat lekukan pada permukaan dapat diatasi dengan melakukan pengelasan mekanis, dan kerusakan yang membuat rel bengkok dapat diluruskan kembali dengan cara memanaskan rel lalu dibaluruskan dengan alat mekanik.

b. Bantalan

Jenis bantalan yang digunakan oleh PT KA adalah bantalan kayu, besi dan beton. Beberapa kerusakan yang terjadi pada bantalan adalah sebagai berikut:

1. Bantalan kayu
Kerusakan yang umum terjadi adalah lapuk karena umurnya yang sudah tua. Jenis kayu yang digunakan ikut menentukan umur pakai bantalan tersebut, seperti bantalan kayu jati berumur 20 tahun, sementara kayu hutan kelas I berumur 10 tahun.
2. Bantalan besi
Kerusakan yang terjadi pada bantalan besi adalah bengkok akibat kesalahan pada waktu *tamping* dan lubang penambat yang membesar/longgar.
3. Bantalan beton
Bantalan beton biasanya rusak apabila strukturnya pecah, baik yang disebabkan karena *pad* untuk rel yang rusak sehingga gaya dinamis

KA langsung menghancurkan bantalan, maupun akibat pecah karena kesalahan *tamping*.

Penggantian beton dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menggorek balas sekitar bantalan;
2. Melepas alat penambat;
3. Mengeluarkan pelat andas;
4. Mengeluarkan bantalan rusak;
5. Membersihkan balas tempat ex bantalan;
6. Memasukan bantalan baru;
7. Mengukur lebar sepur;
8. Memasang kembali alat penambat;
9. Tamping balas;
10. Memasukan balas.

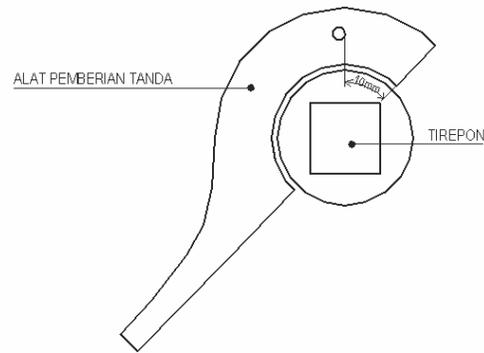
c. Alat Penambat

Jenis alat penambat yang digunakan oleh PT KA adalah:

1. Penambat kaku yang terdiri dari tipe Tirepond dan paku rel;
2. Penambat elastis yang terdiri dari tipe Pandrol, DE Clip dan KA Clip.

Pemeriksaan yang dilakukan adalah untuk menjamin kekencangan alat penambat yang fungsinya mengikat rel dengan bantalan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengencangan seperti komponen jalan rel, usia, jumlah kereta api yang lewat, kondisi perawatan, tahun pengencangan yang terakhir dan lain-lain.

Penambat yang sudah longgar dikencangkan kembali dengan alat khusus pengencang penambat (Gambar 2.27)

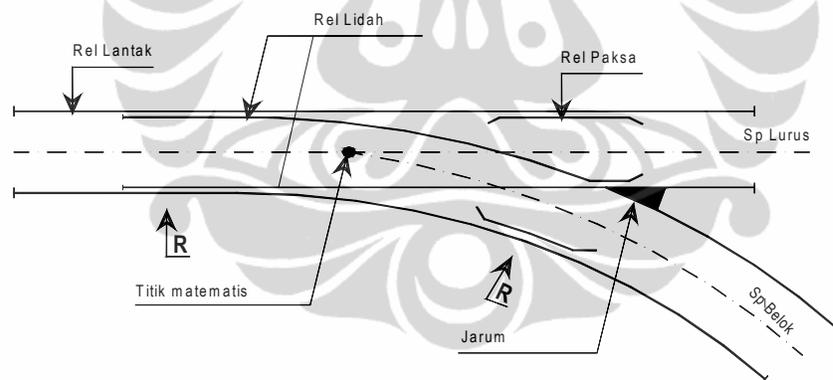


Gambar 2.27 Contoh alat pengencang untuk penambat kaku

d. Wesel

Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, fungsi wesel adalah untuk mengarahkan perjalanan kereta api berpindah dari satu jalur ke jalur lainnya. Pada wesel tidak diperbolehkan adanya peninggian.

Berikut disajikan skema wesel (Gambar 2.28).



Gambar 2.28 Skema wesel

Beberapa permasalahan yang biasa terjadi pada wesel antara lain:

1. Jarum merupakan bagian yang banyak menerima beban (Roda dari semua arah menginjak jarum), sehingga rawan mengalami aus;
2. Rel Paksa adalah bagian rel yang memaksa arah / kedudukan roda, karena seringnya bergesekan dengan roda KA membuat ukuran lebar antara rel paksa dengan rel menjadi renggang;

3. Kepadatan balas dibawah jarum sering berkurang;
4. Lidah rel akan cepat aus karena adanya gaya sentrifugal dari gerakan KA ke arah luar.

Berikut adalah cara penanggulangan masalah yang terjadi pada wesel:

1. Keausan jarum wesel dapat dilas dengan Elektroda manganis;
2. Baut – baut wesel dilakukan pemeriksaan dan dilakukan pengencangan pada baut yang sudah longgar;
3. Melakukan pemadatan balas dengan *tamping* di bagian bantalan dibawah jarum dan kondisinya harus padat dari segala arah;
4. Lidah yang aus maksimum harus diganti.

Pemeriksaan kondisi wesel dilakukan setiap 3 bulan sekali untuk lintas utama dan 6 bulan sekali untuk lintas cabang.

2.4 TEORI DAN KONSEP VALUE ENGINEERING

2.4.1 Definisi dan Konsep Value Engineering

Rekayasa nilai atau *value engineering* (VE), yang sering juga disebut *value analysis*, *value management*, atau *value planning* adalah suatu metoda yang didasarkan pada metodologi nilai atau *value methodology*. Metoda ini digunakan pertama kali di Amerika Serikat pada tahun 1940-an oleh General Electric yang menghadapi permasalahan dimana perlu ada pengambilan keputusan terhadap alternatif desain terkait dengan adanya keterbatasan sumber daya. Saat itu disadari bahwa dengan melakukan penelaahan kembali terhadap desain sebuah produk dan melakukan penggantian material ternyata dapat menghasilkan produk yang lebih baik dengan harga yang lebih rendah dan dengan itu akan tercapai nilai/*value* yang lebih baik.

Rekayasa nilai (VE) didefinisikan sebagai suatu usaha yang dilakukan secara sistematis dan terorganisir untuk melakukan analisis terhadap fungsi sistem, produk, jasa dengan maksud untuk mencapai atau mengadakan fungsi yang paling mendasar (esensial) dengan *life cycle cost* yang rendah dan konsisten dengan kinerja, keandalan, kualitas dan keamanan yang disyaratkan (Puti Farida Marzuki,

2007). Program ini berusaha mengidentifikasi dan menghilangkan biaya yang tidak perlu melalui suatu rencana kerja (*Job Plan*) yang terencana. SAVE International menggunakan istilah yang lebih umum yaitu metodologi nilai atau *value methodology* yang kurang lebih artinya sama, namun dibedakan pada objek studi nilai.

Metodologi nilai adalah sebuah proses sistematis yang digunakan oleh tim dengan multidisiplin ilmu untuk meningkatkan nilai sebuah proyek dengan cara menganalisis fungsinya. *Value/* nilai didefinisikan sebagai sesuatu yang seimbang yang didapat dari sebuah barang, pelayanan, atau uang untuk sebuah kegiatan pertukaran (Value Standar and Body of Knowledge, SAVE International, 2007). Hubungan sebuah nilai digambarkan melalui persamaan :

$$\text{Nilai} \approx \text{Fungsi} / \text{Sumber Daya}$$

Sementara itu di dalam NHCRP Synthesis 352 (2005) disebutkan bahwa VE adalah tinjauan sistematis dari sebuah proyek, produk atau proses untuk meningkatkan performansi, kualitas, dan/atau *life cycle cost* oleh tim yang terdiri dari para ahli dari berbagai macam ilmu keahlian. VE berfokus pada analisis fungsi yang dimiliki oleh proyek, produk atau proses dan hal tersebut yang membedakan VE dengan alat manajemen untuk meningkatkan kualitas lainnya.

VE adalah penerapan sistematis dari teknik-teknik yang sudah dikenal oleh tim yang terdiri dari ahli dari multidisiplin ilmu yang mengidentifikasi fungsi dari sebuah produk atau jasa; membentuk/ meningkatkan nilai (*worth*) untuk sebuah fungsi; membuat alternatif dengan menggunakan *creative thinking*; dan menyediakan fungsi yang dibutuhkan untuk memenuhi tujuan dari sebuah proyek, dapat diandalkan, memiliki *life cycle cost* yang rendah namun tidak mengorbankan keamanan (*safety*) yang menjadi syarat pada sebuah proyek (Code of Federal Regulation, Florida Statutes, 2008).

Menurut Hart dan Zimmerman (1982), VE adalah penerapan sebuah teknik manajemen melalui pendekatan sistematis dan terorganisasi dengan mengadakan analisis fungsi pada sebuah proyek atau produk sehingga diperoleh hasil yang mempunyai keseimbangan antara fungsi dengan biaya, keandalan, mutu, dan performansi.

Society of American Value Engineers (SAVE) International memberi definisi VE adalah suatu pendekatan tim yang profesional dalam penerapannya, berorientasi fungsi dan sistematis yang digunakan untuk menganalisa dan meningkatkan nilai suatu produk, disain fasilitas, sistem, atau servis – suatu metodologi yang baik untuk memecahkan masalah dan atau mengurangi biaya namun meningkatkan persyaratan kinerja atau kualitas yang ditetapkan.

The Federal Highway Administration (FHWA) memberikan definisi yang lebih simpel mengenai VE, yaitu Penerapan yang terorganisir dari akal/ pemikiran dan pengetahuan teknis yang diarahkan untuk menemukan dan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu pada proyek.

Value Engineering (Rekyasa Nilai) atau biasa disebut VE, adalah suatu susunan metode untuk mengurangi biaya produksi atau penggunaan barang dan jasa, tanpa mengurangi mutu yang diperlukan atau performa (Performance) (Chaidir Makarim, 2007).

Mengutip dari SAVE-I, seperti yang ditulis oleh Untoro (2009) dalam tesisnya, *Value Engineering* (VE) bukan hanya sekedar menganalisis biaya, tetapi mempunyai pengertian bahwa *Value Engineering* adalah :

1. Orientasi Sistem (*Systems Oriented*) rencana kerja formal untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tak perlu (*Unnecessary costs*);
2. Pendekatan multi disiplin kelompok (*Multidisciplined Team Approach*) tim yang terdiri dari perencana-perencana berpengalaman dan konsultan *Value Engineering*;
3. *Life Cycle Oriented* memperhitungkan total biaya dalam jangka waktu siklus proyek, termasuk total biaya untuk memiliki dan mengoperasikan fasilitas;
4. Teknik Manajemen yang telah terbukti kebenarannya (*A Proven Management Technique*);
5. Orientasi fungsional (*Function Oriented*) menghubungkan fungsi yang diinginkan dengan nilai yang diterima.

Evaluasi terhadap nilai-guna dari fungsi dilakukan setelah fungsi-fungsi suatu produk, jasa, atau proyek dapat diidentifikasi. SAVE mendefinisikan nilai sebagai biaya terendah untuk mengadakan fungsi yang diperlukan secara andal, pada waktu dan tempat yang diinginkan dengan kualitas yang esensial disertai faktor-faktor kinerja lainnya untuk memenuhi keperluan pengguna (Puti Farida Marzuki, 2007). Rekayasa nilai mencari alternatif terhadap desain yang asli yang secara efektif meningkatkan nilai atau mengeliminasi biaya yang tidak perlu sehingga biaya produk atau proyek dapat berkurang.

Untoro (2009) mengemukakan bahwa konsep VE menggunakan pendekatan fungsional sebagai pendekatan dasar dalam melakukan studi yang dilakukan dengan cara :

1. *function definition*, menentukan fungsi utama yang harus dipertanggungjawabkan oleh bagian yang menjadi objek studi;
2. *function evaluation*, mengeliminasi bagian-bagian yang tidak diperlukan;
3. *function alternatif*, mengembangkan alternatif penyelesaian;
4. membandingkan dengan mempertimbangkan biaya siklus hidup.

Konsep VE memerlukan estimasi biaya secara rasional dan terorganisasi, karena untuk menentukan biaya total seminimal mungkin tidak hanya biaya utama yang dikeluarkan dalam pelaksanaan proyek, tetapi juga biaya operasional dan pemeliharaan, nilai sisa, biaya penggantian dan biaya lain yang terkait. Dalam melaksanakan konsep VE, unsur waktu memegang peranan penting

Dari berbagai definisi dan konsep yang ada tersebut, gambaran mengenai VE adalah bahwa VE merupakan aplikasi metodologi nilai yang mempunyai sistematika dalam pemecahan masalah dan mempunyai karakteristik sistematis, terorganisir, fokus pada fungsi, dengan objek dapat berupa produk, proses, jasa, dan/atau proyek dengan tujuan untuk meningkatkan nilai dan fungsi tanpa mengorbankan kualitas, menghilangkan biaya yang tidak perlu dan mempunyai *life cycle cost* yang rendah.

2.4.2 Studi *Value Engineering* dan Metodologi *Value Engineering*

Di dalam *Value Standard and Body of Knowledge* yang dikeluarkan oleh SAVE International menyebutkan bahwa studi VE adalah aplikasi metodologi nilai oleh praktisi profesional yang mempunyai lisensi dari SAVE International dan menggunakan *Job Plan* di dalam pelaksanaannya. Tujuan dari *Job Plan* itu sendiri adalah mengarahkan tim yang melakukan studi VE melalui proses identifikasi dan memusatkan perhatian pada fungsi utama proyek atau produk supaya dapat tercipta ide-ide baru yang tujuannya dapat meningkatkan nilai.

Studi VE/VM adalah aktifitas yang fleksibel dan berbasis tim, direncanakan dan diarahkan oleh fasilitator VE/VM yang independen dan digerakan oleh konsensus. *Workshop* biasanya berdurasi pendek (6 jam sampai dengan 2 hari), intensif dan sangat terstruktur. Proses pengerjaan secara *top-down*, memulai dengan kebutuhan dan tujuan strategis serta fokus pada permasalahan dasar. Sebuah konsensus awal dikembangkan di antara para pemangku kebijakan yang penting tentang kebutuhan proyek atau layanan, ruang lingkup, *deliverables* fungsi kunci, dan resiko di dalam konteks sasaran bisnis yang lebih besar. Peluang inovasi digali dan cara-cara pelaksanaan yang paling efektif dalam hal biaya dikembangkan, konsisten dengan persyaratan waktu dan kualitas yang ditetapkan (Priyatno, 2009).

Lebih lanjut Priyatno (2009), berdasarkan Hammersley (2002), menjelaskan karakteristik studi VE/VM seperti berikut ini:

- Merupakan pendekatan yang sistematis dan bertahap;
- Memiliki definisi sasaran dan ruang lingkup yang jelas, fokus terhadap kebutuhan pelanggan;
- Mempertimbangkan lingkungan organisasi;
- Merupakan kumpulan dari praktisi dengan latar belakang keilmuan yang berbeda-beda;
- Menjalankan analisa fungsi;

- Menyelesaikan format workshop dengan *Job Plan* yang terstruktur yang memisahkan kreativitas dari evaluasi dan pengembangan;
- Menggunakan metoda dan alat secara efektif.

VE diterapkan pada objek tertentu seperti proyek, produk, maupun proses. Berdasarkan literatur (Clark, 1999), Studi VE di Amerika dilakukan karena alasan-alasan seperti yang dijelaskan dibawah ini:

1. Biaya Proyek

Di Amerika Serikat VE wajib diterapkan pada proyek yang bernilai lebih dari USD 25 juta dan pada proyek jembatan yang bernilai lebih dari USD 20 juta (Regulasi Federal Highway Administration (FHWA) dikutip dari Clark, 1999). Bagi proyek yang nilainya dibawah 20 juta dolar penerpan VE masih mungkin dilakukan apabila pada proyek tersebut diperkirakan ada potensi penghematan dan adanya permintaan penerapan VE dari manajer proyek.

Departement of Transportation negara-negara bagian Amerika Serikat menetapkan nilai proyek yang relatif kecil bagi penerapan VE dibanding dengan yang disyaratkan oleh FHWA (Clark, 1999) seperti:

- California Departement of Transportation menetapkan anggaran lebih besar dari 1 juta dolar Amerika;
- New Jersey Departement of Transportation menetapkan anggaran 5 juta dolar atau lebih;
- Utah Departement of Transportation menetapkan anggaran lebih besar dari 2 juta dolar Amerika;
- Virginia Departement of Transportation menetapkan anggaran lebih besar dari 2 juta dolar Amerika.

2. Kompleksitas pekerjaan

Kompleksitas pekerjaan merupakan dasar pertimbangan penerapan VE pada proyek-proyek konstruksi khususnya fasilitas infrastruktur. Prinsip-prinsip yang melandasi kompleksitas menurut Clark (1999) adalah:

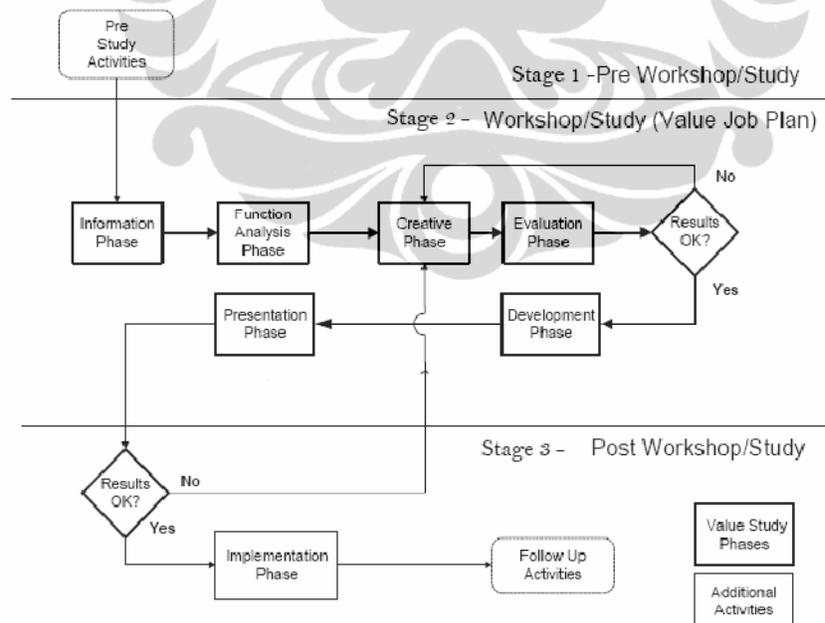
- Meode pekerjaan yang spesifik;

- Pemecahan masalah proyek yang mahal;
- Pengaruh eksternal proyek yang besar;
- Persyaratan-persyaratan yang kompleks dan mengikat seperti, standar ambang kebisingan, standar keamanan, waktu pelaksanaan, dan lain-lain.

3. Sumber pembiayaan

Di Amerika penerapan VE umumnya dilakukan pada proyek yang dananya bersumber dari dana federal. Beberapa studi masih terus dilakukan mengenai peluang penerapan VE pada proyek yang bukan berasal dari anggaran pemerintah namun besar anggaran melebihi 25 juta dolar Amerika.

Pelaksanaan VE disusun dalam suatu *Job Plan* yang sistematis yang meliputi tiga tahap utama, yaitu Tahap Pra-Studi (*Pre Workshop/Study*), Tahap Studi (*Value Job Plan*), dan Tahap Pasca-Studi (*Post Workshop/Study*) (SAVE International, 2007). Masing-masing tahapan tersebut harus mengikuti diagram alir proses sebagaimana pada Gambar 2.29 berikut.



Gambar 2.29 Diagram alir proses studi VE (SAVE International, 2007)

2.4.2.1 Kegiatan Pra Studi (*Pre Workshop Activities*)

Pada tahap ini tim merencanakan dan mengatur pelaksanaan studi VE. Beberapa kegiatan yang dilakukan antara lain, membuat *scope* pekerjaan dan tujuan studi VE, mencari data terkait dengan proyek yang dilakukan, membuat analisis *benchmarking*, identifikasi anggota tim studi, dan lain-lain.

Dengan dilakukannya tahap ini tim memahami apa yang menjadi kebutuhan pada level manajemen, prioritas terhadap strategi-strategi yang harus dilakukan dan bagaimana peningkatan yang akan dianalisis akan mempengaruhi organisasi.

2.4.2.2 Tahap Studi/ Workshop

Tahap pelaksanaan studi *value engineering* terbagi menjadi 6 (enam) fase, yaitu fase informasi, fase analisis fungsi, fase kreatif, fase evaluasi, fase pengembangan, dan fase presentasi. Fase-fase tersebut dapat diuraikan secara singkat sebagai berikut:

1. Fase Informasi

Pada fase ini tim akan mengumpulkan, mengorganisir dan membuat analisis atas dasar informasi yang dimiliki untuk memahami *project requirements*, konsep desain eksisting, dan perkiraan biaya selengkap mungkin. Pada fase ini biasanya desainer proyek beserta *stakeholder* yang lain melakukan presentasi kepada tim untuk memberikan gambaran terkait proyek yang akan dilaksanakan. Selain itu kunjungan ke lapangan sangat mungkin dilakukan.

2. Fase Analisis Fungsi

Tim studi akan melakukan analisis fungsi atas dasar informasi yang dikumpulkan pada fase sebelumnya. Analisis fungsi merupakan landasan, kunci dan bahasa yang digunakan dalam studi VE/VM. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada fase analisis fungsi adalah melakukan identifikasi atas fungsi-fungsi secara acak (*random*) yang selanjutnya diklasifikasikan menurut jenis fungsinya, baik fungsi dasar (*basic function*), fungsi sampingan (*secondary function*), maupun fungsi lain yang terkait proyek

atau bagiannya. Dari fungsi-fungsi yang ada, dilakukan pengembangan model dengan menggunakan metode *FAST Diagram*, dan selanjutnya menghitung indeks nilai (*value index*) suatu fungsi untuk lebih memfokuskan pada fase kreatif.

3. Fase Kreatif

Tim studi menggunakan teknik-teknik berpikir kreatif seperti *brainstorming*, *premise plateau*, *blast and refine*, dan lain-lain. Hal ini mempunyai maksud untuk mengidentifikasi alternatif-alternatif lain yang dapat memenuhi fungsi dasar dan fungsi sekunder. Ketua tim studi mempunyai peranan penting untuk memacu para anggotanya agar dapat berpikir lebih keras dan kreatif pada fase ini.

4. Fase Evaluasi

Pada fase ini, alternatif-alternatif berhasil diidentifikasi dan dibuat perbandingan antara alternatif satu dengan lainnya (termasuk desain asli) oleh tim studi, sehingga tim dapat memilih alternatif yang terbaik yang dapat dikembangkan. Alternatif yang dipilih ini mempunyai potensi penghematan biaya dengan peningkatan nilai yang signifikan dibandingkan terhadap desain awal. Alternatif yang tidak terpakai akan dibuang.

5. Fase Pengembangan

Ide/ alternatif yang berhasil masuk pada fase ini dibuat deskripsinya, seperti biaya, gambar, dan lain-lain, untuk diajukan kepada *stakeholder* dan didapat perbandingan dengan desain sebelumnya.

6. Fase Presentasi

Solusi yang dibuat oleh tim studi dan yang akan menjadi rekomendasi bagi pemilik dipresentasikan kepada pemilik/ pengambil keputusan pada hari terakhir studi/workshop. Pada tahap ini, Laporan *Pre Eliminary* diberikan kepada pengambil-keputusan/ pemilik yang menjelaskan secara detail mengenai studi yang dilakukan.

Herawati (2009) pada tulisannya merangkum penjelasan terkait *Job Plan* beserta tujuan, aktifitas, alat yang digunakan pada masing-masing fase *workshop* seperti yang ditampilkan pada tabel 2.9 berikut:



Tabel 2.9 Fase – fase pada *Job Plan* Studi VE (Herawati, 2009)

No	Tahap	Tujuan	Aktifitas	Tools	Hasil
1	<i>Information Phase</i>	Pemahaman kondisi proyek dan batasan yang mempengaruhi keputusan proyek untuk menjawab permasalahan tentang siapa yang melakukan, apa yang dapat dilakukan, dan apa yang seharusnya tidak dapat dilakukan.	<ul style="list-style-type: none"> • Mendapatkan data proyek, informasi dan dokumen pokok seperti lingkup definisi proyek, gambar, spesifikasi, laporan informasi biaya proyek detail, data mutu, informasi pemasaran, dan lain-lain 	<i>Quality Function Deployment, Voice of Costumer</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menentukan jadwal studi; tanggal, waktu lokasi dan keperluan logistik lain; • Menyebarkan informasi tentang proyek untuk peninjauan kembali oleh anggota tim; • Memahami lingkup proyek, jadwal, biaya, risiko, isu, hal-hal non-monetary; • Mengkonfirmasi konsep proyek terkini; • Mengidentifikasi fungsi proyek; • Mengunjungi lokasi atau fasilitas; • Menetapkan parameter sukses.
			<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi dan membuat prioritas persoalan strategis untuk menentukan lingkup dan tujuan studi. 	SWOT, Project charter	
			<ul style="list-style-type: none"> • Tim proyek membuat konsep desain/ produk/ proses. 		
			<ul style="list-style-type: none"> • Melaksanakan <i>competitive benchmarking analysis</i> 	<i>Benchmarking, Tear Down Analysis, Pareto Analysis, Design for Assembly</i>	

Sambungan Tabel 2.9 Fase-Fase pada Job Plan (Herawati, 2009)

2	<i>Function Analysis Phase</i>	Memahami proyek dari sudut pandang fungsi; apakah fungsi yang ingin dicapai dan bagaimana fungsi tersebut saling berkaitan	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan identifikasi fungsi-fungsi proyek. Dalam hal ini format tim studi VE akan sangat mendukung 	<i>Random Function Identification</i>	Tim fokus pada validasi proyek untuk memenuhi fungsi-fungsi sesuai dengan kebutuhan dan tujuan pelanggan. Hal ini akan memberikan pemahaman secara menyeluruh dan fokus terhadap apa yang proyek harus lakukan. Tim membuat identifikasi fungsi-fungsi yang tidak sesuai dan fokus pada peningkatan manfaat proyek
			<ul style="list-style-type: none"> • Klasifikasikan fungsi proyek dan mengembangkan model fungsi 	<i>FAST diagram, Function Tree</i>	
			<ul style="list-style-type: none"> • Membuat model biaya, atribut kinerja, dan menentukan fungsi-fungsi yang komponen nilainya tidak sesuai untuk fokus pada tahap kreatifitas. 	<i>Cost to Functional Analysis, Failure Measurement Error Analysis, Performance to Function Analysis, Relate Costumer Attitudes to Functions</i>	
			<ul style="list-style-type: none"> • Mengestimasi nilai fungsi untuk memilih fungsi dengan nilai yang tidak sesuai untuk fokus pada tahap 	<i>Value Index</i>	

Sambungan Tabel 2.9 Fase-Fase pada Job Plan (Herawati, 2009)

			dievaluasi		
			<ul style="list-style-type: none"> • Memilih dan memprioritaskan ide untuk tahap selanjutnya 	<i>Pugh Analysis, Kepner-Tregoe, LCC, Choosing by Advantages (CBA), Value Metric</i>	
			<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan bagaimana ide ditulis sebagai resiko berdiri-sendiri (<i>stand-alone-risk</i>) terhadap penghargaan proposal investasi 		
5	<i>Development Phase</i>	Menganalisis lebih lanjut alternatif-alternatif yang terpilih dari tahap sebelumnya, dibuat program pengembangan idenya, sampai menjadi usulan yang tepat.	<ul style="list-style-type: none"> • Membandingkan kesimpulan studi selama tahap Informasi dan Analisis Fungsi; • Mempersiapkan alternatif nilai untuk setiap ide yang dipilih; • Melakukan penilaian dan menentukan pertimbangan resiko dan biaya jika sesuai; • Mengembangkan satu rencana kerja 	<i>Cost-Benefit Analysis</i>	Tim studi nilai membuat alternatif dan skenario resiko rendah, medium dan tinggi dan penawaran alternatif ini kepada senior manajemen sebagai pilihan yang menunjukkan tujuan strategis pra workshop.

Sambungan Tabel 2.9 Fase-Fase Pada Job Plan (Herawati, 2009)

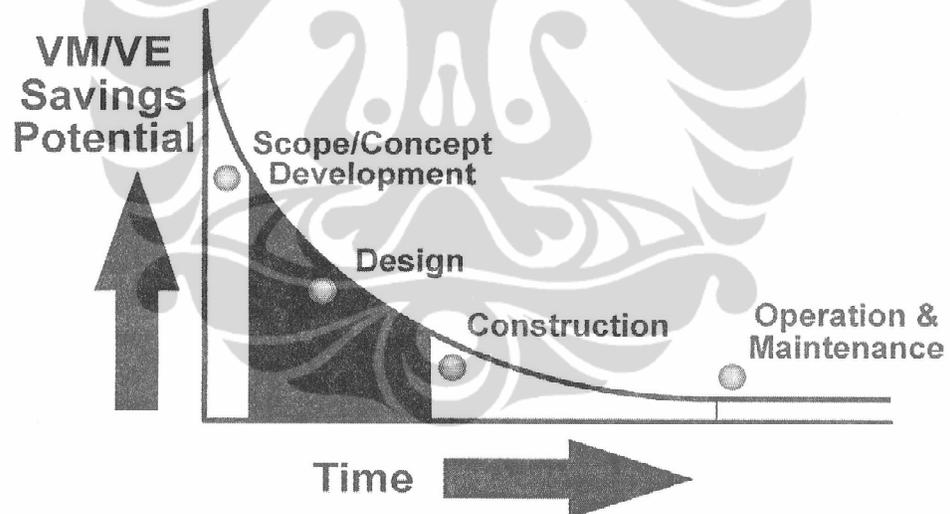
			untuk mendefinisikan tahap implementasi, tanggal, dan tanggung jawab untuk setiap alternatif nilai.	
6	<i>Presentation Phase</i>	Mempresentasikan laporan pendahuluan VE dan menjawab pertanyaan fundamental mengenai alternatif mana yang terbaik, apa pengaruh dari pengembangan ide atas alternatif, bagaimana biayanya dan bagaimana tim VE dapat membantu tim proyek dan manajer senior memperoleh keputusan yang informatif sehingga mereka dapat memilih ide yang sesuai dengan rencana strategis.	<ul style="list-style-type: none"> • Persiapan presentasi dan dokumentasi pendukung; • Membandingkan kesimpulan studi kepada penetapan persyaratan kesuksesan selama tahap informasi dan analisis fungsi; • Menawarkan kepada manajemen skenario resiko 'risk-reward' untuk memilih alternatif nilai yang akan digunakan/ implementasi; • Memastikan manajemen memiliki informasi yang jelas dan objektif sehingga dapat membuat keputusan; • Menguraikan secara singkat rencana implementasi antisipasi; • Mempersiapkan laporan formal 	Produk studi nilai yang meliputi satu dokumen ringkas termasuk analisis resiko; perbandingan biaya vs harga; <i>worth analysis</i> ; keuntungan vs kerugian.

2.4.2.3 Tahap Paska Studi/ Workshop

Pada tahap ini kegiatan yang dilaksanakan setelah studi adalah pelaksanaan dan tindak lanjut setelah dilakukan studi VE. Tahapan ini memastikan bahwa alternatif *value* yang dipilih telah dilaksanakan dan bahwa manfaat proyek hasil studi telah dapat direalisasikan. Sedangkan kegiatan tindak lanjut pelaksanaan hasil studi dimaksudkan untuk meningkatkan penerapan *value methodology* pada kegiatan studi selanjutnya.

2.4.3 Penerapan *Value Engineering*

Pelaksanaan penerapan studi VE dapat dilakukan kapan saja pada siklus sebuah proyek. Pada Gambar 2.30 ditampilkan grafik hubungan biaya yang dihemat dengan waktu terkait dengan waktu penerapan studi VE/VM.



Gambar 2.30 Grafik hubungan waktu dan biaya terkait dengan potensi penghematan (Fletcher, 2004)

Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam melakukan analisis terhadap grafik diatas adalah sebagai berikut (Fletcher, 2004):

- Semakin lama waktu/umur pada sebuah proyek, produk, semakin sulit untuk melakukan perubahan-perubahan. Jadwal penyelesaian menjadi semakin sulit untuk tepat waktu, usaha untuk melakukan desain ulang menjadi semakin mahal, dan pengambil-keputusan semakin sulit untuk melakukan perubahan;
- Sejalan dengan waktu, semakin banyak informasi yang tersedia untuk studi VE, analisis studi VE menjadi lebih lengkap;
- Umumnya, studi yang dilakukan pada fase desain, nilai optimum untuk penghematan mencapai 25% - 35%.

Rochmanhadi (1992), dikutip oleh Untoro (2009), menguraikan mengenai penerapan VE pada setiap tahap sebagai berikut:

1. Tahap Konsep Desain

Studi VE sebaiknya dimulai dari tahap konsep desain, karena pada tahap ini kita masih mempunyai fleksibilitas yang tinggi untuk membuat perubahan tanpa biaya tambahan untuk redesain. Karena desain berjalan terus, biaya untuk membuat suatu perubahan akan terus bertambah sampai suatu titik dimana sudah tidak bisa lagi membuat perubahan. Penghematan-penghematan akan dapat dilihat pada redesain, pemesanan kembali barang-barang serta penjadwalan kembali di dalam tahap konsep ini tentunya estimasi biaya dibuat berdasarkan tujuan, syarat-syarat yang diminta dan kriteria yang digunakan. Pemilik menentukan input-input yang sangat penting tersebut kepada desainer sebagai awal dasar dari pekerjaannya. Sebaliknya desainer memberikan gambaran yang luas kepada pemilik serta biaya-biaya yang akan dikeluarkan oleh pemilik untuk pelaksanaan pekerjaan termaksud.

Dari pengalaman-pengalaman terdahulu ternyata bahwa desainer sangat berpengaruh pada biaya proyek secara keseluruhan. Begitu pula pemilik berpengaruh pada desainer di dalam melaksakan tugas pekerjaannya. Pengaruh-pengaruh berdampak 70% dari biaya total. Oleh karena itu VE

yang diupayakan sejak tahap konsep sangat berpengaruh pada kualitas dan pengurangan biaya proyek. Pada tingkat ini, pelaksanaan VE dapat memberikan saran-saran kepada pemilik untuk menentukan antara

persyaratan-persyaratan yang ada dengan kemauannya, hal ini membutuhkan saling pengertian antara pemilik dengan desainer mengenai fungsi dasar pelaksanaan desain. Pembicaraan yang mendalam antara pemilik, desainer dan pelaksana VE harus dilaksanakan karena sangat diperlukan untuk mempelajari semua persyaratan. Di lain pihak, desainer harus dapat menerima kesepakatan yang akan dicapai dari pembicaraan itu, karena hal itu akan membantunya untuk memahami yang sebenarnya apa yang diinginkan oleh pemilik dan selanjutnya untuk menghilangkan hal-hal yang tidak berguna dalam pekerjaan itu.

2. Tahap Akhir Desain

Karena desain dikerjakan mulai dari tahap konsep, lewat perkembangan desain yang terprogram, yang sistematis, dari tahap persiapan sampai tahap desain akhir (*Final Design*), studi VE sebaiknya dilaksanakan sesuai dengan tahap - tahap tersebut. Lebih baik lagi jika analisa VE menyertai tiap-tiap tahapan desain, agar desainer dapat menyesuaikan penilai tim VE, untuk selanjutnya diusulkan kepada pemilik untuk diputuskan. Paling lambat analisa VE harus dilaksanakan pada tahap desain persiapan dan mengikuti perkembangannya. Pada tahap ini keputusan - keputusan untuk desain yang telah ditetapkan akan dapat dijadikan patokan untuk menentukan biaya bangunan pada suatu tingkat kepastian yang dapat dipertanggung jawabkan.

Studi VE tambahan dapat dilaksanakan sejalan dengan tahap desain akhir (*final design*), tetapi dengan syarat bahwa elemen-elemen yang harus dirubah tanpa biaya redesain yang mahal harus dapat dibatasi.

3. Tahap Konstruksi

Upaya VE yang lain juga dapat dilaksanakan selama konstruksi, tetapi sangat bergantung dari dua hal yaitu :

- Jika item sudah ditentukan oleh studi VE sebelumnya dan memerlukan pengecekan lebih lanjut sebelum secara pasti item tersebut diputuskan. Contoh : Suatu item yang telah ditentukan oleh studi VE pada tahap desain persiapan membutuhkan *testing* dan *research* sebelum diputuskan. Meskipun ada kelambatan di dalam proses ini, mungkin lebih menguntungkan untuk dilaksanakan kalau hasilnya dapat merupakan penghematan yang berarti.
- Jika kontraktor menganggap bahwa sesuatu hal dapat diperbaiki. Hal semacam ini akan selalu timbul kalau di dalam kontrak ada pasal mengenai insentif, yaitu pasal yang menyebutkan bahwa kalau kontraktor menemukan hal-hal semacam ini, maka hasil penghematan akan dibagi dua antara kontraktor dan pemilik. Dapat dimengerti bahwa kontraktor akan selalu berusaha untuk menemukan hal semacam itu.

2.4.4 Diagram FAST (*Function Analysis System Technique*)

FAST adalah akronim dari *Function Analysis System Technique*, dan FAST bertujuan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang dianggap penting dalam pembuatan sebuah desain dengan cara visualisasi/ membuat diagram yang sistematis. Sebuah konsep fungsi di dalam teknologi dapat dijelaskan dan dijabarkan melalui model yang menggunakan cara pandang *etiological* (kausalitas dan determinasi) dan *teleological* (intensionalitas). Fungsi menerangkan kelaziman dan (atau) *persistence* dari sebuah objek dengan menyebutkan pengaruh dan hubungannya di dalam sebuah benda atau sistem tersebut. FAST merupakan teknik untuk menganalisa struktur fungsi yang digunakan dalam Metodologi Nilai (Berawi & Woodhead, 2005).

Selanjutnya Berawi dan Woodhead menjelaskan bahwa kebutuhan untuk menggabungkan *engineering intentionality* dengan pengetahuan ilmiah ke dalam

bentuk yang eksplisit menjadikan *Value Engineering* sebagai alat bantu yang tepat untuk tujuan tersebut dimana VE memiliki keuntungan lebih dengan adanya fasilitas FAST yang dapat merepresentasikan hubungan antara pengetahuan teoritis dan praktis.

Kegunaan dari diagram FAST ini antara lain adalah (Mukhopadhyaya, 2009):

1. Menyusun daftar fungsi-fungsi yang acak menjadi lebih teratur;
2. Mempermudah untuk pengecekan dan identifikasi daftar fungsi yang hilang;
3. Mempermudah daftar fungsi-fungsi yang semula dimunculkan;
4. Mempermudah identifikasi fungsi dasar;
5. Mempermudah dalam penentuan lingkup studi;
6. Membantu memahami lebih detil terkait permasalahan yang dihadapi;
7. Mendemonstrasikan bahwa tim analisa sudah dibuat.

Teknik FAST pada awalnya dibuat oleh Bytheway dan dipresentasikan pada Konferensi SAVE di tahun 1965. Teknik ini mengalami penyempurnaan dari tahun ke tahun dimana pada prosesnya ada penambahan adanya *question words* seperti *how*, *when* dan *why*.

Beberapa tipe FAST yang biasa digunakan:

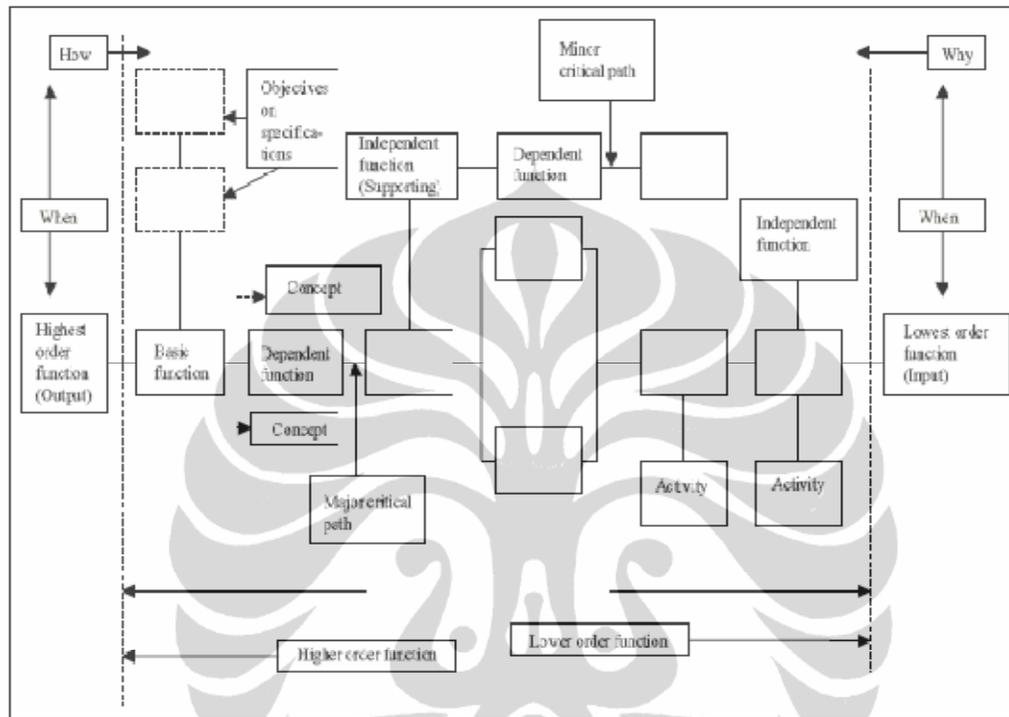
1. *Classic* FAST
2. FAST yang berorientasi teknis;
3. FAST yang berorientasi pelanggan.

Classic FAST

Metode FAST Diagram ini sering juga disebut sebagai *classical FAST Diagram*, dimana Tim VE mengidentifikasi dan mengelompokkan berbagai fungsi atas suatu objek menjadi *basic function* dan *required secondary function*. *Question words* disusun sehingga menghasilkan hierarki fungsi yang memperlihatkan adanya hubungan diantara *question words* (*how*, *when*, dan *why*) tersebut, dengan demikian urutan fungsi-fungsi akan tergambar dan memperlihatkan bagaimana

urutannya Sehingga akhirnya menempatkan bagaimana suatu fungsi dasar, tujuan dan atau hasil akhir.

Gambar 2.31 berikut menampilkan salah satu bentuk diagram FAST (jenis klasik).



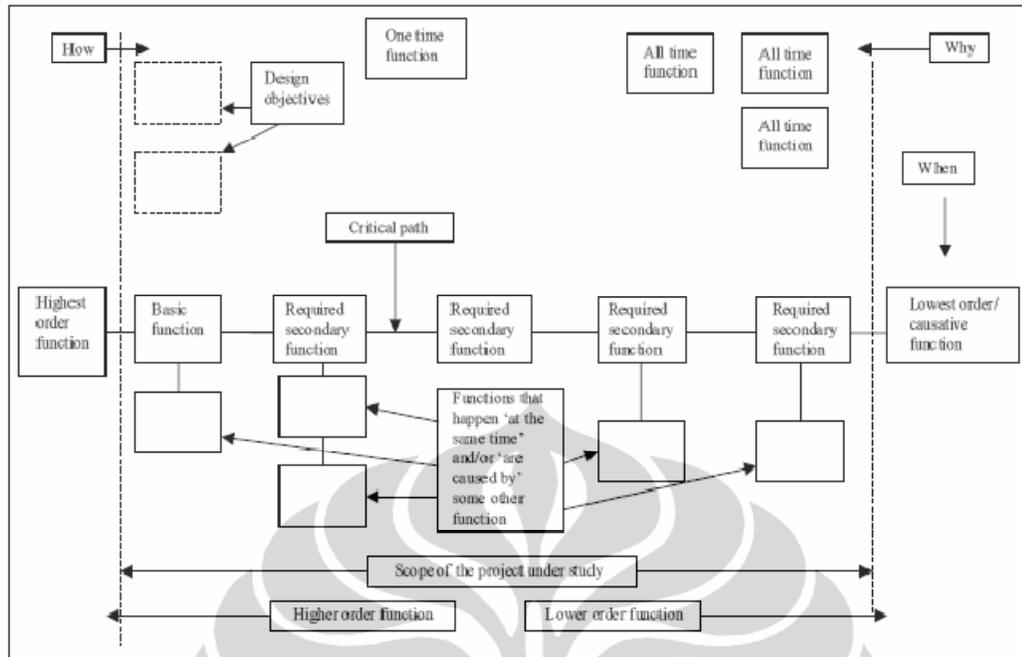
Gambar 2.31 Bentuk dasar FAST (*classic FAST*, Mukhopadaya, 2009)

Technical Oriented FAST

Wayne Ruggles membuat format diagram baru untuk FAST, dan dikenal dengan nama Diagram FAST yang Berorientasi Teknis (*Technical Oriented FAST Diagram*). Beberapa aspek yang dimodifikasi oleh Ruggles antara lain:

1. Penambahan *scope lines*;
2. Fungsi '*Required*' dan '*Unrequired*' dipisahkan;
3. Memasukan fungsi-fungsi dengan cara *columnar*.

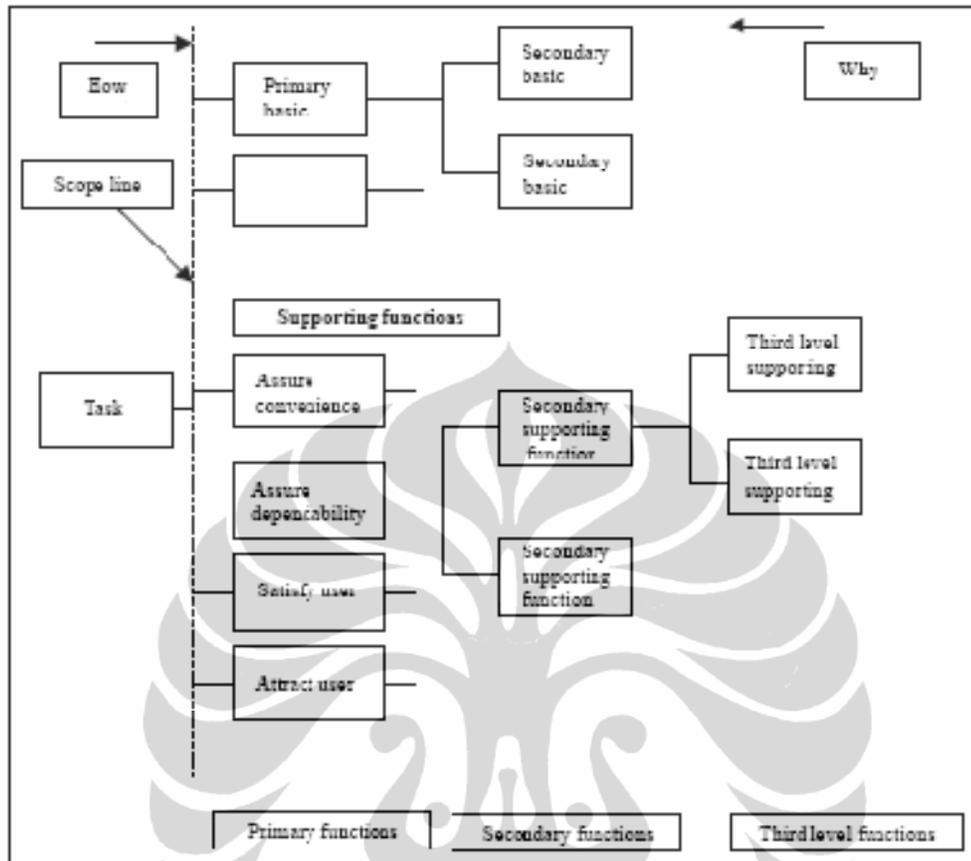
Berikut Gambar 2.32. yang menunjukkan *Technical Oriented FAST Diagram*.



Gambar 2.32 *Technical FAST Diagram* (Mokhopadhyaya, 2009)

Customer Oriented FAST

Selanjutnya, Thomas J. Snodgras dan Theodore Fowler memperkenalkan Diagram FAST yang menggunakan sudut pandang *customer*. Diagram ini dinamakan *Customer Oriented FAST*. Diagram ini mengelompokkan fungsi-fungsi yang sudah diidentifikasi menjadi 2 kelompok yaitu *basic function* dan *supporting function* (Gambar 2.33).



Gambar 2.33 Customer Oriented FAST (Mukhopadhyaya, 2009)

Basic function akan digolongkan lagi menjadi beberapa *primary function*, yang masing-masing *primary function* tersebut dirinci lagi menjadi beberapa *secondary function* hingga *third level function*. Sesuai namanya, FAST diagram ini mempertimbangkan adanya keperluan pelanggan (*customer*), sehingga sebagai *supporting function* terdiri dari 4 (empat) kelompok, yaitu fungsi yang menjamin kemudahan (*assure convenience*), fungsi yang menjamin keandalan (*assure dependability*), fungsi yang memberikan kepuasan pelanggan (*satisfy user*), dan fungsi yang dapat menarik pelanggan (*attract user*). Selanjutnya fungsi-fungsi ini dijabarkan menjadi *secondary supporting function* hingga *third level supporting function* (Untoro, 2009).

2.4.5 *Life Cycle Cost*

Life Cycle Costing (LCC) tidak sama dengan VE, melainkan sebuah teknik yang digunakan untuk mencari alternatif-alternatif lain pada tahap pengembangan yang dilakukan pada *Job Plan* sebuah studi VE. LCC di dalam istilah ekonomi dikenal sebagai *cradle to grave cost* yaitu biaya total dari sebuah produk, yang mencakup keseluruhan aspek biaya bahan baku, operasional, perawatan, perbaikan dan *disposal*, terhadap keseluruhan siklus hidup barang tersebut. Aspek-aspek biaya pada siklus hidup sebuah produk tersebut muncul pada kurun waktu yang berbeda.

LCC digunakan untuk membandingkan biaya keseluruhan dari sebuah desain alternatif yang memenuhi fungsi yang identik dengan desain aslinya. LCC selalu menjadi bagian dari VE pada saat memutuskan/ membuat sebuah keputusan terkait dengan alternatif desain sebagai pembanding desain asli.

Elemen biaya (*costs*) yang menjadi variable di dalam perhitungan LCC antara lain (Mukhopadhyaya, 2009):

1. Biaya akuisisi (*Acquisition cost*)

Elemen biaya yang termasuk di dalam kategori antara lain; bahan baku, desain dan gambar termasuk pengembangan.

2. Biaya operasi

Setelah membeli sebuah produk, konsumen dipastikan harus mengeluarkan uang untuk menggunakan produk tersebut. Sebagai contoh, biaya untuk membeli bahan bakar untuk menggunakan kendaraan yang baru dibeli.

3. Biaya perawatan

Untuk menjaga agar produk yang dibeli tetap baik (menjaga umur teknis produk), konsumen harus mengeluarkan sejumlah uang yang digunakan untuk merawat produk yang dibeli.

4. Biaya penggantian

Produk yang digunakan akan mengalami kerusakan karena pemakaian, dan hal ini membutuhkan biaya penggantian agar dapat digunakan seperti

semula. Terdapat banyak sekali elemen-elemen pada sebuah barang yang memiliki batas penggunaan dan harus dilakukan penggantian sehingga fungsi barang tersebut dapat tetap terjaga.

5. Biaya residu (*salvage cost*)

Nilai yang tersisa pada sebuah produk setelah digunakan oleh pemiliknya. Pemilik barang tersebut dapat menjual dan menerima sejumlah uang dari produk yang dijualnya.

Hasil analisis LCC ditampilkan dalam format *Net Present Value* (NPV) dimana pada proses perhitungannya sudah mempertimbangkan nilai depresiasi, pajak dan nilai waktu uang (*time value of money*).

Untuk membuat analisis *Life Cycle cost*, metoda yang biasa digunakan adalah (Mukhopadhyaya, 2009):

1. Metode *Present Worth*;
2. Metode *Annualized*.

Metode *Present worth*

1. Biaya akuisisi (*Acquisition cost*): Biaya akuisisi terjadi pada hari pertama tahun kalender, dengan demikian dinamakan *present worth* dan faktornya bernilai '1'.
2. Biaya perawatan dan operasi: Biaya ini terjadi di setiap tahun. Dengan menggunakan *discount rate* dan tahun pada saat biaya tersebut timbul dicari faktor *present worth* nya. Biaya tersebut lalu dikalikan dengan faktor yang sudah diketahui untuk mendapatkan masing-masing *present worth*.
3. Biaya perbaikan dan penggantian: Merupakan *single payment* yang terjadi pada satu waktu pada siklus hidup sebuah barang. Dengan menggunakan *discount rate* yang diketahui dan tahun dimana biaya perbaikan dan penggantian terjadi, faktor *present worth* dicari. Biaya tersebut lalu dikalikan dengan faktor yang telah diketahui untuk mendapatkan *present worth* masing-masing biaya.

4. Nilai sisa (*salvage value*): Nilai ini muncul pada akhir siklus hidup dan dianggap sebagai pemasukan (*income*). Dengan menggunakan *discount rate* yang diketahui dan tahun berakhirnya sebuah siklus barang, dicari faktor *present worth*. Biaya tersebut lalu dikalikan dengan faktor yang telah diketahui untuk mendapatkan *present worth* biaya.
5. *Life Cycle Cost*: Untuk mendapatkan nilai LCC, jumlahkan seluruh nilai dari butir 1 sampai dengan 3, lalu jumlah tersebut dikurangi oleh nilai dari butir 4.

Metode Annualized

1. Biaya akuisisi (*Acquisition cost*): Karena biaya ini muncul pada hari pertama di tahun kalender, biaya ini disebut *present worth*. Untuk mendapat nilai *annualized*, biaya ini dikalikan dengan faktor *Capital recovery* berdasarkan *discount rate* yang dipilih dan umur barang yang dianalisis.
2. Biaya operasi dan perawatan: Biaya ini muncul di setiap tahun, dengan demikian tidak memerlukan perhitungan lebih lanjut agar menjadi biaya *annulized*.
3. Biaya penggantian dan perbaikan: Merupakan *single payment* yang terjadi pada satu waktu pada siklus hidup sebuah barang. Dengan menggunakan *discount rate* yang diketahui dan tahun dimana biaya perbaikan dan penggantian terjadi, faktor *present worth* dicari. Biaya tersebut lalu dikalikan dengan faktor yang telah diketahui untuk mendapatkan *present worth* masing-masing biaya. Untuk mendapatkan nilai *annualized* biaya yang telah di dapatkan nilai *present worth* nya dikalikan dengan faktor *Capital recovery* berdasarkan *discount rate* yang digunakan dan umur barang.
4. Nilai sisa: Nilai ini muncul pada akhir siklus hidup dan dianggap sebagai pemasukan (*income*). Dengan menggunakan *discount rate* yang diketahui dan tahun berakhirnya sebuah siklus barang, dicari faktor *present worth*. Biaya tersebut lalu dikalikan dengan faktor yang telah diketahui untuk mendapatkan *present worth* biaya. Untuk mendapatkan nilai *annualized*

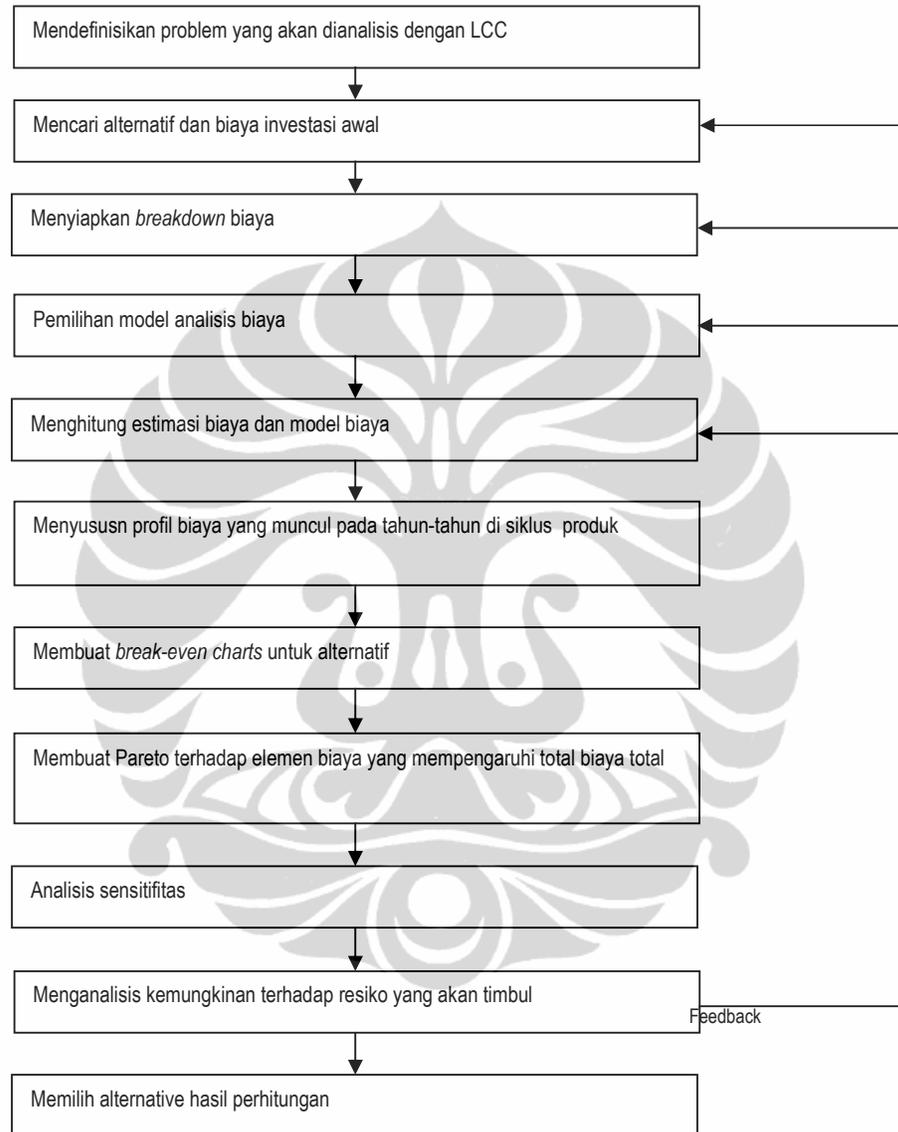
biaya yang telah di dapatkan nilai *present worth* nya dikalikan dengan faktor *Capital recovery* berdasarkan *discount rate* yang digunakan dan umur barang.

5. *Life Cycle Cost*: Untuk mendapatkan nilai LCC, jumlahkan seluruh nilai dari butir 1 sampai dengan 3, lalu jumlah tersebut dikurangi oleh nilai dari butir 4.

Langkah-langkah dalam melakukan proses LCC (Barringer, 2003) adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi hal-hal yang akan dianalisis dan periode waktu untuk pengerjaan studi yang sesuai dengan criteria financial;
2. Memusatkan perhatian pada fitur-fitur teknis yang mempertimbangkan konsekuensi ekonomis sebagai solusi alternative;
3. Membuat detil biaya (*breakdown structure*);
4. Memilih model biaya yang sesuai, *simple discrete*, kompleks dengan variasi yang random, dan lain-lain;
5. Detil biaya dicari;
6. Menentukan biaya-biaya yang akan muncul pada rentang waktu siklus produk;
7. Untuk hal-hal penting dibuat bagan *breakeven* untuk mempermudah detil-detil mengenai waktu dan keuangan;
8. Membuat distribusi Pareto terkait item biaya yang cukup besar;
9. Membuat analisis sensitifitas;
10. Membuat analisis khusus terkait resiko/ *uncertainties* pada biaya-biaya yang besar;
11. Memilih output yang dikehendaki sesuai dengan kaidah analisis LCC.

Bagan yang menjelaskan proses tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 2.34 Proses *Life Cycle Costing* (H.Paul Barringer, 2003)

Penggunaan analisis LCC di perkeretaapian, khususnya di Benua Eropa, terkait dengan diberlakukannya undang-undang EU Directive 91/440 yang mensyaratkan adanya pemisahan antara organisasi pemeliharaan infrastruktur KA dengan operator KA. Undang-undang ini bertujuan untuk membentuk organisasi

perkeretaapian, operator dan penyedia infrastruktur, yang dapat menghasilkan profit dan transparan dalam hal biaya pemeliharaan dan operasional. Dengan adanya penerapan UU ini, operator KA diwajibkan membayar sejumlah biaya atas penggunaan jalan rel kepada penyedia infrastruktur KA dan sebaliknya penyedia infrastruktur KA harus membayar sejumlah biaya sebagai denda/penalty kepada operator apabila terjadi kerusakan pada infrastruktur KA yang dapat menyebabkan terhambatnya operasional KA.

Oleh karena infrastruktur KA-terutama jalan rel KA- mempunyai nilai investasi yang besar dan rentang hidup yang panjang, para pembuat keputusan harus benar-benar mempertimbangkan pengaruh *long-term cost* pada konstruksi, perawatan, dan proses operasional KA. Dengan demikian sistem perawatan yang bersifat preventif perlu dideteksi lebih awal agar tidak membebani operasional infrastruktur pada pelaksanaannya.

Dilihat dari perspektif LCC, desain jalan KA dan perawatannya mempunyai pengaruh terhadap nilai social dan sains, dimana sebagai hasil dari sebuah keputusan pada saat melakukan investasi/ operasi/ perawatan, harus dapat menguntungkan masyarakat. Keputusan untuk sebuah desain dan rencana perawatan harus didukung oleh analisis ekonomi, dan hal yang berkaitan dengan nilai pelayanan lainnya. Dengan demikian, sektor perkeretaapian, khususnya infrastruktur, yang merupakan industri yang membutuhkan modal investasi besar membutuhkan analisis dengan pendekatan *life cycle* (Andrade, 2008).

Pada beberapa industri, LCC tidak digunakan karena adanya kesulitan untuk membuat estimasi nilai akhir dari produknya. Namun, di bidang infrastruktur sipil, LCC merupakan alat yang cukup memadai untuk menganalisis hubungan penggunaan uang pajak yang dibayarkan masyarakat dengan hasil pembangunan infrastruktur. Di bidang perkeretaapian, aplikasi LCC masih membutuhkan beberapa masukan terkait dengan variable-variabel untuk menyusun analisis yang lebih terintegrasi.

Andrade (2008) di dalam tesisnya menyebutkan bahwa meskipun lingkungan bisnis perkeretaapian yang semakin kompetitif, dan sumber daya yang semakin berkurang yang membuat para pelaku usaha harus menerapkan LCC, masih

terdapat kekurangan akan model analisis LCC dan pengetahuan pendukung, yaitu ekonomi teknik, di bidang perkeretaapian.

Zoeteman mengajukan sebuah model untuk mengukur LCC di bidang infrastruktur perkeretaapian berdasarkan sudut pandang seorang manajer infrastruktur (selaku pengelola bisnis pelayanan infrastruktur untuk operator KA). Model ini terdiri dari biaya konstruksi (CC), biaya spot maintenance (MC), perawatan periodik dan biaya pembaruan (RC), biaya keterlambatan (delay) (DC) dan biaya organisasi (OC). Setiap biaya tersebut dihitung untuk masing-masing tahun (y) dan di diskonto terhadap awal tahun dengan mempertimbangkan factor *discount rate* (r), sepanjang masa siklusnya.

$$LCC = \sum_{y=0}^n \frac{TC(y)}{(1+r)^y} = \sum_{y=0}^n \frac{CC(y) + MC(y) + RC(y) + DC(y) + OC(y)}{(1+r)^y} \quad (1)$$

Biaya konstruksi (CC) adalah biaya yang timbul pada awal pelaksanaan, sudah termasuk biaya untuk membangun infrastruktur (desain, material, pekerja, alat, dan lain-lain). Beberapa factor yang mempengaruhi biaya ini antara lain:

- Karakteristik desain dan layout
- Persyaratan pembangunan (upah pekerja, UU keselamatan, aksesibilitas, dan lain-lain);
- Pembiayaan dan keterbatasan dana.

Biaya *spot maintenance* (MC) berbeda dari biaya perawatan periodik dan biaya pembaruan (RC). *Spot maintenance* merupakan biaya perawatan yang tidak direncanakan dan dijadwalkan, sedangkan perawatan periodik sudah seharusnya dibuat jadwal pelaksanaannya.

Zoeteman menambahkan bahwa biaya untuk *spot maintenance* tidak terlalu signifikan dibandingkan terhadap biaya perawatan periodik dan pembaruan. *Spot maintenance* memperbaiki kerusakan-kerusakan kecil yang bersifat lokal pada sebuah lokasi jalan KA dan biasanya alat yang digunakan bukan termasuk alat berat.

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi biaya perawatan. Sebagai contoh, kualitas desain awal adalah faktor penentu yang akan mempengaruhi derajat kerusakan (*deterioration rate*) dan dengan demikian pekerjaan pemasangan jalan KA (*track laying*) harus dilakukan dengan hati-hati dan mengikuti ketentuan yang sudah dibuat/ direncanakan.

Biaya keterlambatan (DC) tergantung pada reliabilitas dan konsekuensi biaya yang timbul akibat keterlambatan itu (kenaikan biaya operasional dan kehilangan pendapatan). Cara untuk menilai biaya keterlambatan adalah dengan cara membuat model *cost-benefit* yang mempertimbangkan tiga biaya: pendapatan yang hilang (milik operator), biaya tambahan untuk penggunaan moda transport lain atau pengalihan perjalanan KA, dan biaya sosial tambahan (Andrade, 2008).

Biaya organisasi (OC) ditambahkan jika terdapat perubahan yang cukup signifikan akibat adanya perbedaan pengambilan keputusan terhadap desain. Biaya organisasi dianggap biaya tahunan yang *flat* yang dibutuhkan untuk pemeriksaan, perencanaan perawatan, dan biaya tak terduga lainnya yang berkaitan dengan kepentingan organisasi.

Sesuai dengan teori LCC, bila seluruh biaya tersebut telah diidentifikasi dan dianalisis maka hasil perhitungan LCC yang dipilih adalah LCC yang memiliki biaya yang paling rendah. Sebagai prasyarat di dalam melakukan analisis, desain alternatif yang menjadi pembanding desain asli harus memenuhi seluruh kriteria, layanan dan teknik standar yang dibutuhkan.

Di bidang infrastruktur jalan KA, hal yang paling sulit pada saat melakukan analisis LCC adalah melakukan peramalan terhadap penurunan kualitas jalan KA. Terkait dengan ketidak-pastian tersebut, metode untuk membantu analisis LCC dalam hal mengatasi masalah *uncertainties* adalah (Esveld, 2001):

1. Analisis sensitifitas

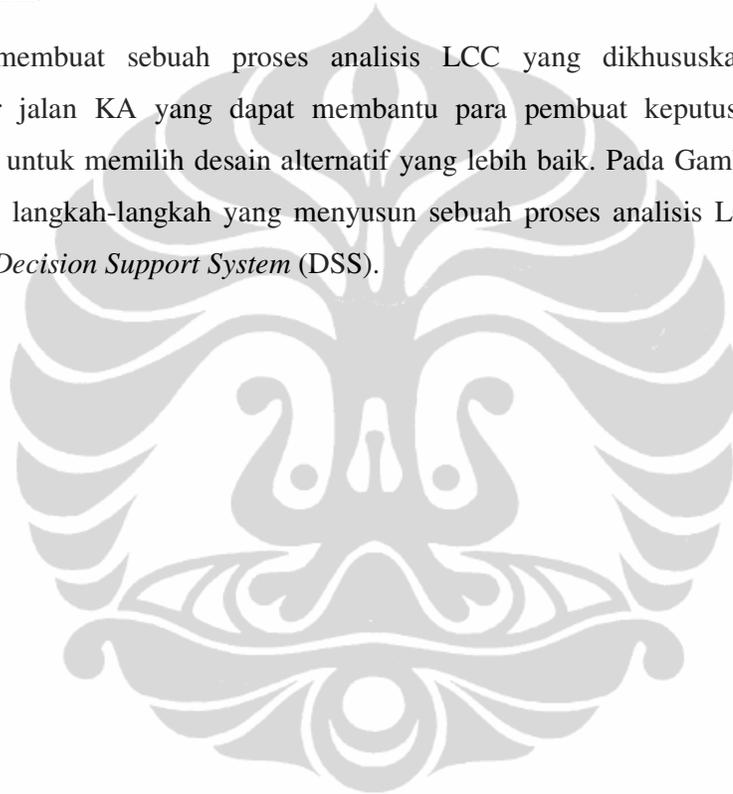
Pada metode ini, nilai yang menjadi masukan bervariasi. Sebagai contoh, simulasi dengan menggunakan persentase 10%, 20%, dan 30%, untuk menguji ketahanan dari *outcome* analisis. Parameter dengan sensitifitas paling tinggi dapat diidentifikasi melalui penyimpangan pada hasilnya.

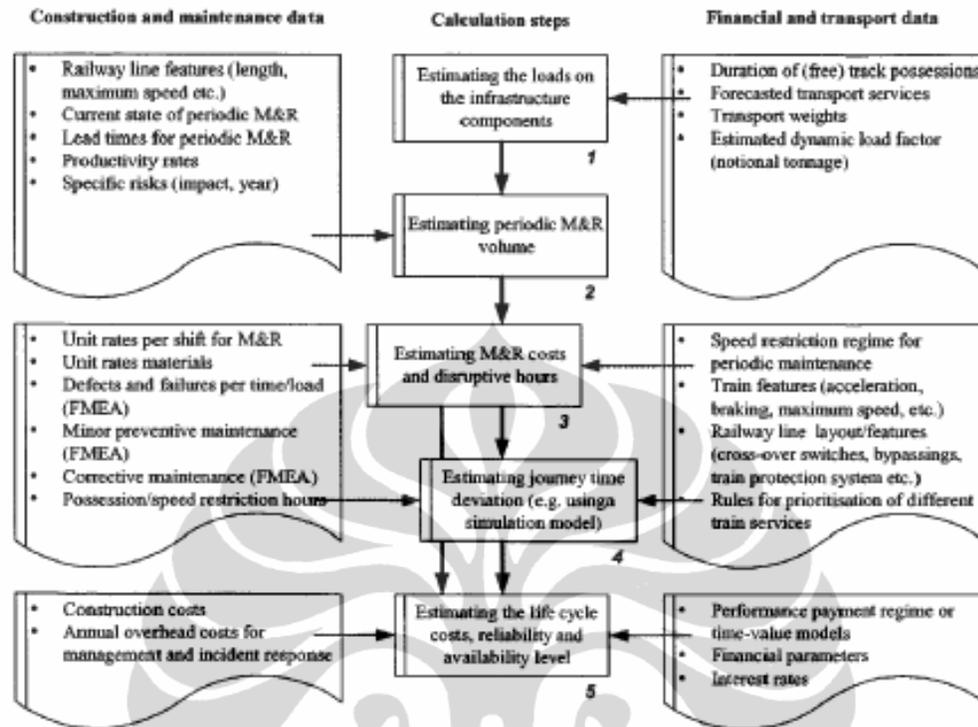
Kekurangan dari metode ini adalah biasanya hanya satu variable saja yang diuji dan hubungan dari faktor-faktor yang diuji tidak dapat diketahui.

2. Simulasi Monte-Carlo

Metode ini merupakan simulasi yang dapat menganalisis beberapa variable input dalam satu hitungan. Dengan bantuan *random generator* distribusi normal statistik dapat dihitung dan menghasilkan keluaran yang lebih spesifik.

Zoeteman membuat sebuah proses analisis LCC yang dikhususkan untuk infrastruktur jalan KA yang dapat membantu para pembuat keputusan lebih percaya diri untuk memilih desain alternatif yang lebih baik. Pada Gambar 2. 35 menunjukkan langkah-langkah yang menyusun sebuah proses analisis LCC yang dinamakan *Decision Support System* (DSS).





Gambar 2.35 Decision Support System

Seperti yang dikemukakan oleh Andrade (2008) langkah-langkah analisis LCC yang berdasarkan DSS ini adalah sebagai berikut:

1. Perkiraan beban yang ditanggung oleh infrastruktur

Penurunan kualitas merupakan model dari fungsi waktu (tahun) dan beban pada jalan KA (kumulatif beban atau jumlah KA yang lewat). Akumulasi tonase merupakan hal yang biasa digunakan pada perhitungan kerusakan kualitas sebuah jalan rel, dimana hal tersebut dapat mengindikasikan waktu yang dibutuhkan untuk pemeliharaan dan penggantian material. Formulasi yang digunakan adalah:

$$T_{th} = S_p \cdot (T_p + k_t \cdot T_{tp}) + S_{fr} \cdot (k_{fr} \cdot T_{fr} + k_t \cdot T_{tf}) \quad (2)$$

Dimana:

- T_p adalah rata-rata tonase KA penumpang harian (gross Ton);
- T_{fr} adalah rata tonase KA barang harian;
- T_{tp} adalah rata-rata tonase harian unit traksi yang digunakan pada lalu lintas angkutan barang;
- k_{fr} adalah koefisien yang mempengaruhi beban dan kerusakan yang disebabkan *bogies* KA barang (nilainya 1.15);
- k_t adalah koefisien yang mempengaruhi kerusakan akibat gaya traksi kendaraan rel (nilainya 1.4);
- S_p dan S_{fr} koefisien yang berhubungan dengan kecepatan KA (1 sampai dengan 1.5);

Rumus diatas mengkonversi beban dari macam-macam jenis KA menjadi beban KA penumpang. Alternatif rumus untuk menghitung efek dari perbedaan kecepatan operasional dan tonase kendaraan adalah dengan menggunakan tonase fiktif yang disebut *notional* (T_f):

$$T_f = T_p \cdot \frac{V_{max}}{100} + T_g \cdot \frac{P_D}{18D} \quad (3)$$

Dimana:

- T_p = Beban riil untuk lalu lintas angkutan penumpang harian;
- T_g = Beban riil untuk lalu lintas angkutan barang harian;
- V_{max} = Kecepatan KA maksimum yang diijinkan (km/jam);
- D = Diameter minimum roda KA barang (m);
- P_D = *Axle Load* maksimum

Input yang paling penting dalam perhitungan beban ini adalah Grafik Perjalanan KA (GAPEKA). Grafik ini menggambarkan jumlah KA setiap harinya, jenis KA dan lokomotif dan jumlah rata-rata *train set* dalam satu hari.

Berdasarkan GAPEKA, jenis KA yang beroperasi dan beban sumbunya dapat menjadi informasi untuk membuat perkiraan akumulasi tonase pada sebuah lintasan KA. Dengan mengalikan tonase ini dengan jumlah hari (365), akumulasi tonase tahunan bias didapatkan.

2. Estimasi volume perawatan periodik

Langkah kedua di dalam DSS ini adalah membuat estimasi perawatan periodik (pekerjaan utama, seperti *rail grinding*, pemecokan jalan rel, yang mempunyai interval lebih dari satu tahun) dan kegiatan pembaruan yang didasarkan pada peramalan beban. Kualitas desain, tingkat kerusakan dan faktor lainnya perlu dicari terlebih dahulu sehingga interval kegiatan perawatan dan penggantian (M&R) dapat dihitung.

Oleh karena beban yang diterima oleh suatu jalan rel berbeda antara segmen satu dengan yang lainnya, *residual lifespan* dan pemilihan waktu untuk kegiatan M&R hanya berlaku untuk bagian jalan rel yang homogen dan berbeda. Pemisahan ini tergantung pada karakteristik desain sebuah jalan rel (apakah *ballasted track* atau *non-ballasted track*) dan kondisi operasional.

Setelah membuat perkiraan terkait dengan *residual lifespan* dan interval waktu untuk pemeliharaan yang akan digunakan untuk kegiatan M&R, volume kegiatan perawatan dan jumlah shift untuk perawatan dapat disebarkan jadwalnya di dalam satu tahun kegiatan. Data tambahan seperti tingkat produktifitas, digunakan untuk menghitung durasi kegiatan perawatan yang dapat dilakukan dan dengan demikian kebutuhan akan personil dan alokasi sumber daya dapat ditentukan.

3. Estimasi biaya perawatan dan kebutuhan waktu untuk perawatan (*possessions hours*)

Atas dasar jumlah waktu kerja untuk perawatan (*possession hours*) per tahun, biaya keseluruhan untuk perawatan periodik yang tersusun atas biaya material per kilometer dan biaya per shift kerja (upah buruh dan mesin), dapat dihitung.

4. Estimasi ketersediaan dan keandalan infrastruktur

Pada tahap ini, analisis difokuskan pada perkiraan ketersediaan dan keandalan infrastruktur. Untuk mengukur dampak yang ditimbulkan oleh gangguan lalu lintas (keterlambatan, pembatalan jadwal perjalanan), diperlukan simulasi yang dibuat berdasarkan GAPEKA. Kelambatan yang terjadi biasanya dipengaruhi oleh layout jalan KA, pengereman dan akselerasi KA, dan *headway* tiap KA.

Total kelambatan dapat dihitung dengan menjumlahkan perbedaan waktu antara perjalanan KA yang beroperasi dengan kecepatan normal dengan perjalanan KA yang beroperasi dengan pembatasan kecepatan.

5. Estimasi total LCC

Langkah terakhir adalah menghitung jumlah total LCC untuk setiap alternatif keputusan yang akan diambil, dimana setelah sebelumnya dihitung dampak dari ketersediaan, keandalan dan *cash flow* pada tiap biaya sesuai dengan rumus (1).

Biaya dan keuntungan yang hilang akibat gangguan operasional KA harus dimasukkan di dalam kategori biaya keterlambatan (DC). Dengan demikian, model *cost-benefit* dapat dibuat dan bahkan aturan/ besaran penalty yang harus dibayar oleh penyedia jasa infrastruktur (IM) dapat dimasukkan di dalam klasifikasi ini. Aturan ini didasarkan pada *Performance Payment Mathematical Algorithm* (PPMA), yang dibuat oleh regulator-dalam hal ini pemerintah, dan tergantung pada jenis kontrak yang disepakati oleh IM dengan operator KA. Penalti ditetapkan dengan basis tingkat ketersediaan yang terhitung (*calculated 'availability level'*), yaitu rasio total keterlambatan KA (dalam menit) dibandingkan dengan total waktu tempuh terjadwal yang dihitung pada kurun waktu tertentu. Aturan yang ditetapkan dalam penalty ini bersifat progresif, sebagai contoh, tarif dasar penalti mempunyai *range* dari 500 Euro/menit kelambatan dalam interval 99%-96% sampai dengan 3500 Euro/menit untuk interval 92% - 90%. Perlu diketahui bahwa *availability* tidak dihitung pada basis kelambatan aktual (dimana kemungkinan kelambatan dapat disebabkan juga oleh

operator KA itu sendiri) dan skenario perbaikan (jadwal kelambatan) disimulasikan pada GAPEKA yang sudah ditetapkan, sehingga *recovery* jadwal yang mengalami kelambatan dapat diketahui dan jumlah kelambatan dapat dihitung.

2.4.6 Praktik *Value Engineering* di Bidang Transportasi di Negara Maju

Value Engineering (VE) pada umumnya banyak digunakan oleh pemerintahan di Negara Amerika Serikat. Pada saat akan melakukan studi VE yang akan diaplikasikan untuk layanan umum, beberapa pedoman dan kebijakan yang terkait dengan penyelenggaraan VE di Amerika harus menjadi pertimbangan pada pelaksanaannya.

Beberapa badan di Amerika yang melakukan studi VE antara lain:

a. *US Government*;

The Office of Management and Budget (OMB) mensyaratkan penggunaan VE di seluruh departemen yang ada di *federal* dan badan-badan yang ada di dalamnya sebagai alat manajemen, dimana bila memungkinkan dapat mengurangi biaya program dan pengadaan (Clark, 1999). Pada persyaratan itu juga mewajibkan Badan bertanggungjawab untuk membuat laporan tahunan yang terkait dengan pelaksanaan studi VE.

b. Departemen Transportasi Amerika (USDOT);

USDOT mengatur penggunaan penerapan VE di dalam dua kategori, yaitu: *VE Change Proposal*, dimana kontraktor pelaksana yang sudah terikat kontrak kerja dengan DOT berinisiatif merubah dokumen proposalnya berdasarkan studi VE, dan *VE Proposal* dimana studi VE akan dilakukan pada sebuah kontrak pekerjaan atau program. Pada intinya USDOT menginginkan dari kedua jenis proposal tersebut adanya penghematan biaya dengan tetap menjaga atau meningkatkan kualitas dan efisiensi. Selain itu USDOT juga menyarankan bahwa pelaksanaan studi VE sebaiknya dilakukan di awal pada tahapan sebuah proyek (tahap pelaksanaan perencanaan, desain merupakan tahap yang paling baik sehingga dapat dilakukan penghematan yang cukup signifikan).

c. Federal Highway Administration (FHWA);

Sebagai bagian dari USDOT, FHWA mempunyai tanggungjawab untuk mengatur *highway* di Amerika dan mempunyai aturan tersendiri mengenai VE. Peraturan ini berlaku untuk seluruh proyek FHWA yang terdapat di Amerika. Badan/ instansi terkait yang terdapat di negara bagian bertanggungjawab untuk pelaksanaan studi VE pada proyek. Proyek yang wajib dilakukan studi VE adalah proyek yang bernilai 25 juta Dolar Amerika atau lebih. Proses VE yang dilakukan FHWA meliputi analisis fungsi, *brainstorming*, dan menganalisis proposal.

Selain itu, FHWA juga merekomendasikan bahwa waktu pelaksanaan VE yang paling tepat adalah di awal pelaksanaan proyek atau proses desain sehingga rekomendasi yang dikeluarkan dari hasil studi VE dapat dilaksanakan tanpa menghambat kemajuan pelaksanaan proyek.

d. American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO).

Terkait dengan dikeluarkannya kebijakan penerapan VE oleh Pemerintah Amerika Serikat, The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) membentuk *Task Force* untuk VE yang bertujuan mengembangkan, memelihara dan merevisi Pedoman untuk membantu instansi terkait di negara bagian dalam hal pelaksanaan program VE. Pedoman tersebut menekankan akan pentingnya dukungan manajemen, petunjuk/arahan kebijakan dan pengelola VE (Clark, 1999).

2.5 VALUE ENGINEERING PADA INDUSTRI KERETA API

Standar dan kualitas yang baik dari infrastruktur perkeretaapian mempunyai peran yang sangat tinggi untuk mendukung kelancaran operasional kereta api. Namun, sering ditemukan proyek-proyek pembangunan perkeretaapian mengalami inefisiensi dan inefektifitas yang akan mempengaruhi standar dan kualitas terkait dengan hal-hal antara lain:

- *Requirements* yang ambigu, saling bertentangan antara satu dengan yang lainnya, kesulitan untuk dilakukan pengujian;
- Permasalahan pada saat akan dilakukan integrasi di tiap sub-sistem;
- Permasalahan teknis yang diketahui pada akhir proyek yang mengakibatkan hambatan pada fasa operasional dan perawatan;
- Kesulitan-kesulitan lainnya yang membuat pemilik sulit untuk dapat menerima hasil pekerjaan pembangunan.

Perusahaan perkeretaapian dapat menggunakan *value engineering* (VE) untuk meningkatkan performa perusahaan, baik dalam pembangunan proyek, organisasi, operasional dan atau perawatan sistem perkeretaapian. Khusus dalam hal pembangunan sistem perkeretaapian yang baru, proyek ini membutuhkan biaya yang sangat tinggi dan seringkali sumber pendanaannya sangat terbatas. Dengan demikian, dibutuhkan usaha agar nilai untuk uang (*value for money*) pada proyek yang dilakukan meningkat sehingga kebutuhan-kebutuhan yang akan dilayani oleh sistem perkeretaapian dapat terpenuhi dengan sumber pendanaan yang terbatas. Metode VE dapat membantu perusahaan dalam hal meningkatkan fungsi sebuah proyek yang mempunyai sumber dana terbatas dengan melakukan analisis-analisis yang difokuskan pada fungsi-fungsi yang harus dilakukan oleh sebuah proyek.

2.5.1 Penerapan *Value Engineering* oleh East Japan Railway Company

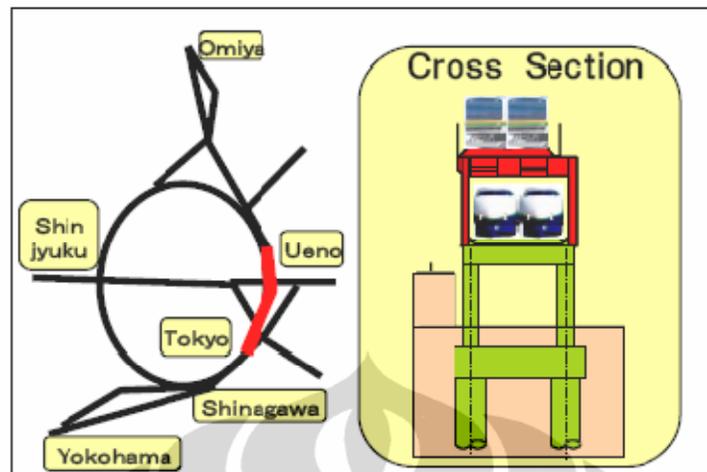
East Japan Railway Company (East JR) merupakan salah satu perusahaan penyelenggara perkeretaapian di Jepang yang melayani wilayah timur Jepang. East JR memiliki panjang jalan rel yang aktif beroperasi sepanjang 7.562 km yang tersebar pada 70 lintas KA (Abe dkk, 2004). Perusahaan fokus pada dua bidang usaha, yaitu angkutan KA dan *lifestyle business* (pengusahaan di bidang properti, makanan, usaha-usaha lain di luar perangkutan KA). Bidang-bidang usaha tersebut (bisnis inti dan *lifestyle business*) disinergikan sehingga dapat meningkatkan portofolio dan nilai perusahaan.

Saat ini perusahaan dituntut untuk dapat terus mengembangkan pelayanan terhadap pengguna jasa KA. Namun karena terbatasnya lahan dan harga tanah yang semakin mahal, hal ini kurang memungkinkan bagi manajemen untuk membangun stasiun-stasiun dan jalur baru di dalam kota. Kebijakan *highly-developed use of space* dan *effective utilization of existing infrastructure* dikeluarkan untuk mendukung perusahaan dalam melayani para konsumennya menjadi lebih baik. Proyek yang dilakukan untuk meningkatkan nilai perusahaan ini dilakukan dengan memanfaatkan setiap luasan di stasiun menjadi lebih berguna dan dapat mendatangkan keuntungan bagi perusahaan. Perluasan stasiun dilakukan dengan cara membuat *artificial ground* di atas jalan KA dan membuat gedung stasiun menjadi multi-tingkat.



Gambar 2.36 Pengembangan Stasiun Shinjuku

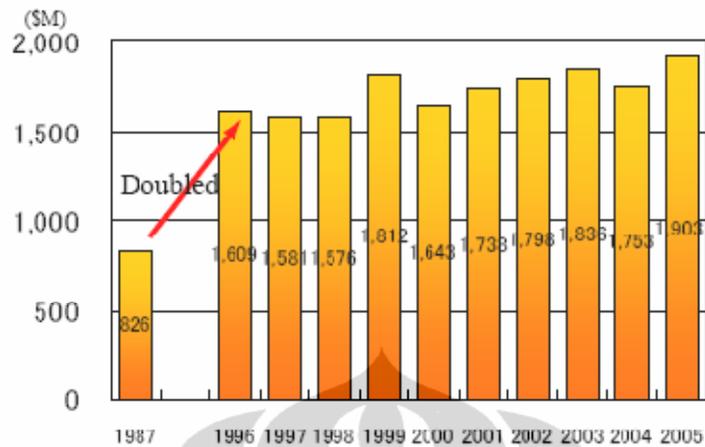
Selain itu, dalam hal penambahan kapasitas lalu-lintas perjalanan KA dan pembuatan jalur baru yang akan dihubungkan dengan jalur eksisting, East JR membuat jalur KA dengan menggunakan *viaduct*.



Gambar 2.37 Penambahan kapasitas lintas dengan membuat *viaduct*

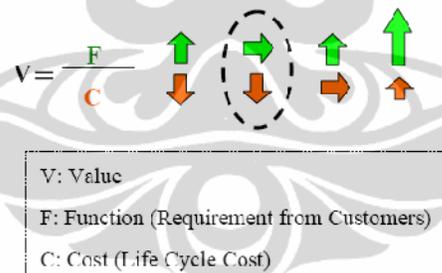
Tren seperti ini tentunya akan membuat proyek-proyek pembangunan perkeretaapian menjadi lebih kompleks dan membutuhkan teknologi tinggi, dengan demikian diperlukan kebijakan manajemen yang lebih komprehensif dan dukungan dari seluruh level organisasi di perusahaan agar tujuan perusahaan dapat tercapai.

Nilai investasi perusahaan sejak tahun 1987 sampai dengan 2005 meningkat dua kali lipat sekitar USD 2,000 M, dimana salah satu faktor penentu tersebut karena adanya penggunaan teknologi tinggi. Konsekuensi dari peningkatan ini adalah dilakukannya manajemen penghematan biaya untuk investasi.



Gambar 2.38 Grafik kenaikan investasi East JR

VE merupakan salah satu upaya yang diterapkan oleh perusahaan dalam rangka penghematan biaya. Pola untuk meningkatkan nilai (*value*) pada VE yang diterapkan adalah menjaga fungsi dengan menurunkan biaya (Gambar 2.34).

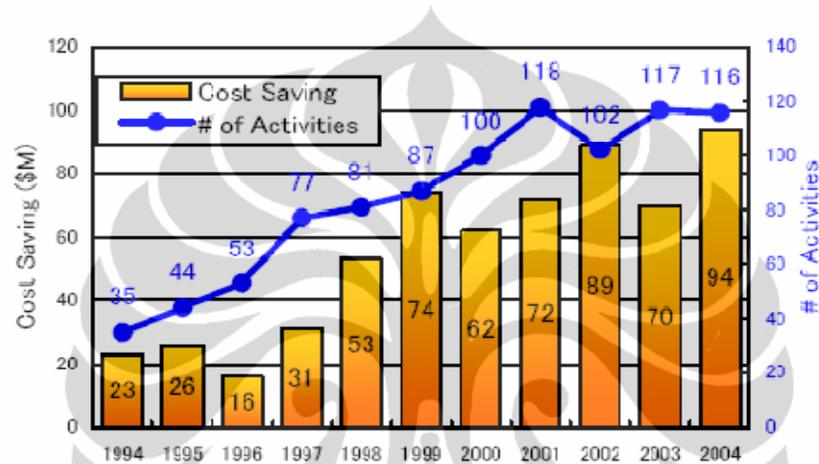


Gambar 2.39 Nilai, Fungsi dan Biaya (*cost*)

Seperti umumnya metodologi VE yang lain, penerapan VE di East JR juga merupakan aktifitas yang melibatkan personal yang terdiri dari berbagai keahlian. Manajer memilih proyek yang akan dilakukan VE berdasarkan skala proyek, kebutuhan untuk penghematan biaya dan penentuan target persentase yang akan dihemat. Setelah proyek ditentukan/ dipilih, tim VE yang terdiri dari berbagai keahlian dibentuk dan melakukan aktifitas VE untuk mencapai target yang sudah direncanakan. Hasil dari studi VE tersebut dilaksanakan pada rencana proyek,

desain dan pelaksanaan konstruksi. Selain itu, tim juga membuat laporan dari hasil studi VE yang telah dilakukan sebagai pengetahuan dan pengalaman yang dapat dimanfaatkan kembali oleh perusahaan di lain waktu.

Pada Gambar 2.35 menunjukkan keberhasilan VE di East JR dalam hal penghematan biaya dari tahun 1994 sampai dengan 2004. Penghematan yang ditargetkan oleh perusahaan direncanakan minimal mencapai 3% dari biaya total pelaksanaan.



Gambar 2.40 Pencapaian target dari hasil penerapan VE

Untuk mempercepat pelaksanaan VE di dalam organisasinya, East JR membuat modifikasi terhadap langkah-langkah pelaksanaan standar VE yang ada dari sepuluh langkah menjadi lima langkah. Metoda tersebut dinamakan *Intensive Value Engineering*. Tabel berikut membandingkan langkah-langkah pelaksanaan VE yang standar dengan langkah-langkah pelaksanaan VE yang dimodifikasi oleh East JR.

Tabel 2.10 VE Standar dan *Intensive VE*

Langkah	VE Standar	<i>Intensive VE</i>
Definisi	Mengumpulkan informasi	Mengumpulkan informasi
	Mendefinisikan fungsi	Mendefinisikan fungsi
	Mengorganisir fungsi	
Evaluasi	Analisis biaya	Analisis biaya
	Evaluasi fungsi	
	Memilih sasaran	
Proposal	Mengusulkan ide	Mengusulkan ide
	Evaluasi	Seleksi ide
	Seleksi ide	
	Evaluasi (detil)	

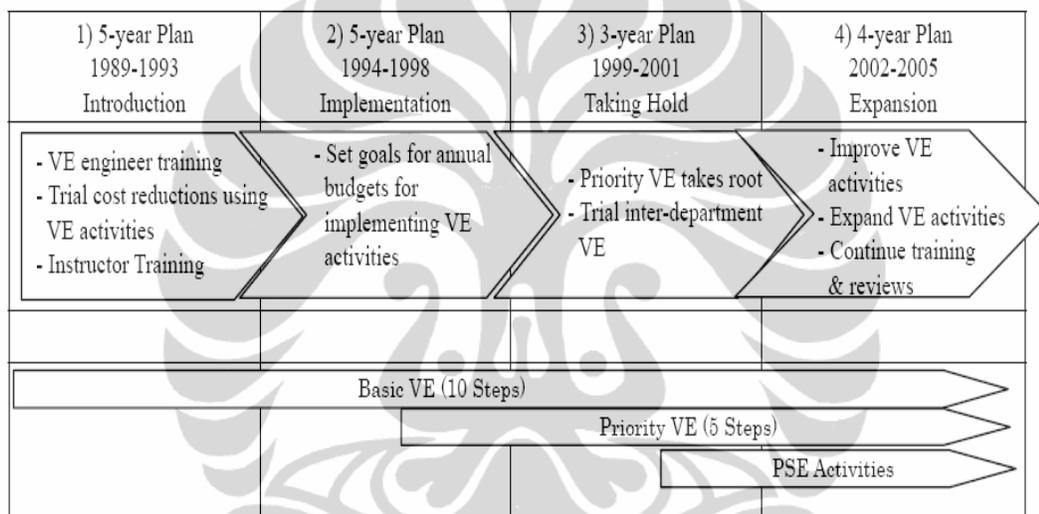
(sumber: Moriyama, 2005.)

Penerapan VE oleh perusahaan tidak hanya terbatas sampai dengan analisis untuk perencanaan sampai dengan konstruksi saja, bahkan East JR menerapkannya pada saat pembuatan kontrak kerja dengan pihak kedua. Dalam hal ini kontrak berbasis VE sangat efektif untuk menekan biaya dengan menggunakan keahlian dari kontraktor yang ditunjuk. Kontraktor dapat mengusulkan desain alternative dengan tujuan untuk menghemat biaya konstruksi tanpa merubah fungsi awal. Apabila usulan tersebut disetujui dan dianggap efektif, usulan tersebut dilaksanakan dan kontraktor mendapatkan keuntungan sebesar 50% dari total biaya yang dihemat tersebut. Evaluasi terhadap usulan adalah sama dengan yang diterapkan pada proses/ metodologi VE dengan kriteria sebagai berikut:

- Menjaga fungsi awal desain;
- Merupakan ide baru yang berbeda dengan desain asli;
- Mempunyai pengaruh penghematan yang signifikan besarnya.

Salah satu divisi perusahaan yang menerapkan metoda VE adalah Divisi Konstruksi dan Teknik yang memantau kebutuhan-kebutuhan dari konsumen akan layanan transportasi kereta api dan fasilitas pendukung *lifestyle business*. Divisi ini melaksanakan desain terpadu, konstruksi dan pengawasan untuk menjaga dan meningkatkan fasilitas-fasilitas yang dimiliki perusahaan.

Mengacu pada kebijakan perusahaan tersebut, Divisi Konstruksi dan Teknik melakukan strategi untuk penerapan VE secara bertahap, dikenal dengan nama *the three-to-five-year-mid-term plans* (Gambar 2.40).



Gambar 2.41 Rencana Penerapan VE di Divisi Konstruksi dan Teknik (Abe, 2004)

Divisi ini mengembangkan metoda VE dimana aplikasi VE dilakukan berdasar prioritas dan secara cepat (*priority VE and rapid VE activities*) sesuai dengan tujuannya.

Priority VE adalah teknik VE yang dikembangkan oleh Divisi Konstruksi dan Teknik untuk pembangunan struktur yang dibuat pada lokasi yang berbeda dan harus diselesaikan dalam hitungan hari. Teknik ini digunakan tergantung dari skala dan waktu pelaksanaan proyek. Sementara itu, *Rapid VE* adalah teknik penerapan VE yang cepat dan efisien dimana studi VE dilakukan hanya dalam waktu 3 jam sehingga VE dapat dilakukan pada banyak proyek.

Selama tahap perencanaan, dimana terdapat beberapa batasan dan persyaratan teknis, para insinyur dari bagian teknik, konstruksi, mekanikal, dan elektrikalkumpul untuk membahas kegiatan VE yang akan diterapkan pada proyek, setelah sebelumnya masing-masing insinyur tersebut melakukan analisis bagian masing-masing di tempat asalnya. Dengan menerapkan hal tersebut (kombinasi hasil analisis dari tiap organisasi yang terlibat) menghasilkan keluaran yang optimal untuk diterapkan kepada proyek yang akan dilakukan.

Pelaksanaan kegiatan VE dilakukan oleh tim yang terdiri dari enam sampai dengan delapan orang perencana yang diketuai oleh seorang manajer, dan seorang instruktur dengan kualifikasi VE Leader (VEL) yang diperbantukan sebagai penasehat pada tiap tim VE.

Setelah tahapan kegiatan selesai, tim melakukan pertemuan untuk membahas hasil dari kegiatan VE yang telah dilakukan dan proposal VE yang paling baik diusulkan untuk diterapkan. Hasil pertemuan tersebut direkam dan dibuat laporannya untuk disimpan di dalam database perusahaan dan dapat diakses oleh seluruh anggota divisi.

Untuk mendukung kegiatan VE, perusahaan melakukan program edukasi bagi seluruh karyawannya sehingga metoda VE menjadi bagian yang terintegrasi dari setiap program yang direncanakan dan dibuat oleh karyawan. Program edukasi tersebut disiapkan secara terpisah sesuai tingkat jabatan dan posisi karyawan.

2.5.2 Penerapan *Value Engineering* oleh London Underground Ltd.

London Underground Limited (LUL) dikenal sebagai perusahaan kereta api yang beroperasi di seputaran Kota London, Inggris. Dengan didukung oleh 284 buah stasiun, 17 bengkel pemeliharaan KA dan jalur sepanjang kurang lebih 392 km track, LUL mampu melayani penumpang KA dengan jumlah hampir 3,7 miliar penumpang per tahunnya dan pengembalian modal pada tahun fiskal 1993/1994 sebesar 870 juta Poundsterling (Fry, 1995).

Manajemen LUL mempunyai komitmen untuk meningkatkan pelayanannya kepada masyarakat dalam rencana investasi untuk periode 10 tahunan. Meningkatkan efisiensi di dalam menjalankan bisnis dipercaya oleh manajemen LUL sebagai salah satu cara untuk meningkatkan pendapatan dari investasi yang dilakukan.

Sebagai salah satu perusahaan yang mendapat bantuan pembiayaan dari pemerintah Kota London, adanya beberapa kekurangan pada pelayanan transportasi yang diselenggarakan oleh LUL dinilai oleh masyarakat akibat adanya kekurangan dana pembiayaan oleh pemerintah, khususnya pada sistem infrastruktur. Di sisi lain, perusahaan mengalami hambatan dalam membuat perencanaan investasi dan waktu pelaksanaan pembiayaan yang pendek. LUL menyadari bahwa telah terjadi inefisiensi pada organisasinya, sehingga manajemen melakukan penerapan *Value Management* untuk meningkatkan efisiensi di perusahaan. Dengan melakukan *Value Methodology* manajemen optimis dapat menghemat 20% dalam investasinya selama 10 tahun tanpa mengorbankan kualitas dan keamanan jasa transportasi yang diberikan kepada masyarakat (Fry, 1995).

Dengan keputusan manajemen menerapkan VM, ekspektasi bisnis difokuskan pada hal-hal berikut:

- Mampu untuk dapat menghubungkan lebih cepat dan langsung, taktik atau sasaran yang berhubungan dengan proyek dengan nilai strategis perusahaan;

- Peningkatan pada proses yang singkat dan justifikasi untuk melakukan proyek;
- Menghilangkan biaya-biaya tidak penting tanpa mengganggu kriteria performa, kualitas dan keamanan.

Awal dari penerepan VM di LUL dimulai dimana *Project Management Services*, salah satu unit pada Direktorat Teknik LUL, diberi tugas untuk membuat evaluasi dan mengimplementasikan VM pada basis strategis di seluruh direktorat. Langkah pertama yang dilakukan oleh PMS tersebut adalah mencari informasi terkait dengan aplikasi VM pada perusahaan-perusahaan yang terbukti berhasil mengaplikasikannya. Bidang-bidang yang difokuskan pada penelitian tersebut mengambil referensi dari studi-studi antara lain:

- Studi yang dilakukan oleh badan penyelenggara transportasi (*Mass Transit*) dan badan penyelenggara utilitas lainnya di Amerika Serikat;
- Studi-studi yang dilakukan di Inggris Raya;
- Studi-studi terkait *Value Analysis* yang telah dilakukan oleh LUL sebelumnya.

Salah satu temuan dari penelitian tersebut didapat bahwa badan penyelenggara utilitas di Amerika Serikat yang mendapat bantuan pendanaan dari pemerintah diwajibkan untuk menyelenggarakan VM pada proyek-proyeknya agar mendapat persetujuan. Sebagai contoh, Urban Mass Transportation Administration (UMTA) menyarankan agar melakukan studi VM/VE terlebih dahulu pada proyek, terutama pada proyek-proyek skala besar, sebelum dilakukan persetujuan untuk pendanaan.

Badan yang bertanggung jawab memberi pembiayaan bagi operator mensyaratkan *Peer Review* (review terhadap *preliminary design* dari operator dengan menggunakan bantuan keahlian dari operator sejenis lainnya untuk menilai).

Penerapan VM oleh LUL pada awalnya dikhususkan untuk desain dan tim proyek yang akan melakukan studi, disokong oleh fasilitator eksternal dan jika dibutuhkan dibantu oleh ahli yang independen. Namun pada pelaksanaannya ternyata VM dibutuhkan juga untuk membantu proses bisnis di dalam perusahaan,

sehingga dibuat kategori *value methodology* untuk diterapkan di perusahaan, yaitu:

- *Value Planning*

Value Planning merupakan usaha dari perusahaan untuk menjabarkan *value* dalam hubungannya dengan keberhasilan di dalam menjalankan bisnis. Sebagai contoh, secara umum setiap proyek yang dilakukan harus dapat memenuhi persyaratan-persyaratan/kebutuhan dari tiap kepentingan yang ada pada perusahaan. VP lebih difokuskan pada isu-isu taktis dan mendefinisikan nilai dari tiap-tiap unit perusahaan yang berkepentingan terhadap suatu proyek.

- *Value Management*

Merupakan terminologi umum untuk proses dimana bisnis dan para manajer yang terkait untuk melakukan optimasi dalam konteks menjalankan Misi Perusahaan dan tujuannya dalam program investasi.

- *Value Engineering*

Teknik analitis yang terstruktur yang muncul pada saat pelaksanaan proyek dimulai yang bertujuan untuk memaksimalkan fungsi proyek dengan biaya yang optimal tanpa mengorbankan keamanan, kualitas dan performa.

Struktur pelaksanaan metodologi nilai pada LUL seperti sebagai berikut (Fry, 1995):

1. *Inception Phase: Project Requirement Definition (PRD)*¹

Pada awal pelaksanaan proyek, Manajer Proyek diwajibkan untuk membuat *outline* dari persyaratan-persyaratan dan rencana pengerjaan dari proyek yang ditanganinya. Kegiatan ini dinamakan *Project Requirement Definition (PRD)* dan merupakan hal yang lazim digunakan pada dunia industri konstruksi lainnya.

2. *Feasibility Phase: PRD2 dan Value Planning (VP)*¹

Pada tahap ini, fungsi dari *Value Planning* adalah memvalidasi seluruh persyaratan dan konsep proyek dan memungkinkan bagi para pemangku kebijakan memahami lebih detil terkait sasaran proyek yang paling mendasar.

Studi ini dipimpin oleh fasilitator independen yang membawahi anggota inti dari proyek yang akan dilaksanakan.

Hasil dari VP1 digabungkan dengan ringkasan proyek untuk menyusun PRD2 yang lebih spesifik. Pada intinya PRD2 merupakan kegiatan *Value Management* bisnis yang memastikan bahwa tujuan dan persyaratan dilaksanakannya proyek sudah memenuhi kebutuhan yang disyaratkan pada tahap sebelumnya.

3. *Scheme Design Phase*: PRD3 dan VP2

Studi VP2 dilakukan selama fase *Scheme Design* dan pada dasarnya menganalisis pilihan-pilihan alternatif dari proyek dengan tetap memastikan bahwa sasaran utama proyek tetap valid.

Tim studi bersama dengan fasilitator menentukan pendekatan umum terhadap layout, desain, spesifikasi dan pembangunan dengan tetap mengoptimalkan *value for money*.

Hasil dari VP2 tersebut diatas lalu digabungkan kembali dengan ringkasan proyek yang akan menyusun dasar-dasar paket otoritas proyek yang terdiri dari:

- Perkiraan proyek;
- Program proyek;
- Profil biaya;
- Dan lain-lain.

4. *Detailed Design Phase*: Value Engineering (VE)1 (analisis fungsi dari elemen proyek)

Studi VE1 dilakukan pada sekitar 10% - 35% dari fase desain terinci. Pada tahap ini, seluruh persyaratan sudah ditentukan dan tidak akan berubah kecuali terjadi kondisi yang memaksa harus dilakukan perubahan. Tim studi

membuat analisis secara mendetil terhadap elemen-elemen proyek, spesifikasi, biaya estimasi, dan lain-lain. Alat bantu analisis seperti *Job Plan* dan *function Diagram* dipadukan penggunaannya bersamaan dengan analisis sensitivitas untuk optimalisasi *value for money* pada tiap elemen penyusun.

5. Implementasi: VE2 (analisis fungsi elemen proyek dan komponen)

Studi VE2 dilaksanakan pada tahap *procurement* setelah diselenggarakan tender dan evaluasi dokumen tender, namun kontraktor pemenang belum ditentukan.

Analisis ditekankan pada elemen-elemen dan spesifikasi yang diajukan oleh kontraktor dan menilai apakah pada proposal tersebut ada peluang untuk dilakukan modifikasi dengan bantuan VE.

Hasil dari studi yang dilakukan tersebut di dokumentasi dan lalu di verifikasi dengan menggunakan format standar dimana terdapat tabulasi kesimpulan-kesimpulan studi lalu di buat index untuk memudahkan penyusunan kembali apabila suatu hari data tersebut akan dijadikan referensi bagi studi selanjutnya.

Strategi LUL untuk membuat metode ini lebih familiar dilakukan hal-hal berikut:

- Manajer proyek di LUL diharuskan memahami dan membantu untuk mensosialisasikan metodologi VM dengan cara yang mudah dimengerti namun tetap dapat memenuhi persyaratan kepada rekan bisnis;
- Apabila memungkinkan, menunjuk fasilitator VM dari luar perusahaan dan mengharuskan mereka untuk ikut melatih karyawan LUL lebih memahami metoda VM;
- Membuat prosedur yang menjamin bahwa pengalaman-pengalaman dalam melakukan studi VM didokumentasikan untuk bahan referensi studi VM di masa mendatang;
- Melakukan program pelatihan dan edukasi untuk karyawan;
- Memperkenalkan metoda VM kepada proyek, terutama *pilot project* untuk dicontoh keberhasilannya.

2.6 MODEL/KERANGKA PENELITIAN DAN HIPOTESA

2.6.1 Umum

Kepentingan penelitian ini diawali dari indentifikasi permasalahan terhadap fakta yang terjadi dilapangan, bahwa kurang bersaingnya moda transportasi KA di Indonesia dipengaruhi oleh kondisi infrastruktur, dalam hal ini jalan KA, yang kurang baik. Kondisi tersebut terjadi karena minimnya biaya perawatan jalan rel, sehingga perbaikan yang dilakukan oleh PT KA hanya diprioritaskan pada lintas yang benar-benar memerlukan perhatian lebih.

Dalam konteks penerapan VE, penghematan yang didapat dari aplikasi VE pada tahap perawatan dan operasional memang tidak sebesar bila diterapkan sejak tahap perencanaan, namun dengan dilakukannya studi VE untuk perawatan jalan rel diharapkan dapat mengisi kekurangan-kekurangan dari metoda perawatan jalan rel eksisting dan meningkatkan nilai perawatan itu sendiri.

Penelitian pada beberapa objek (terutama konstruksi) menunjukkan bahwa penerapan *Value Engineering* disamping menghasilkan dampak positif berupa efisiensi penggunaan biaya konstruksi, biaya operasi, biaya pemeliharaan, dan efektifitas pekerjaan, juga menghasilkan dampak negatif berupa redesain, penambahan fasilitas/instalasi, ketidaknyamanan, dan ketelitian ekstra dalam pelaksanaan konstruksi. Hal ini berlaku juga pada penerapan VE untuk infrastruktur transportasi.

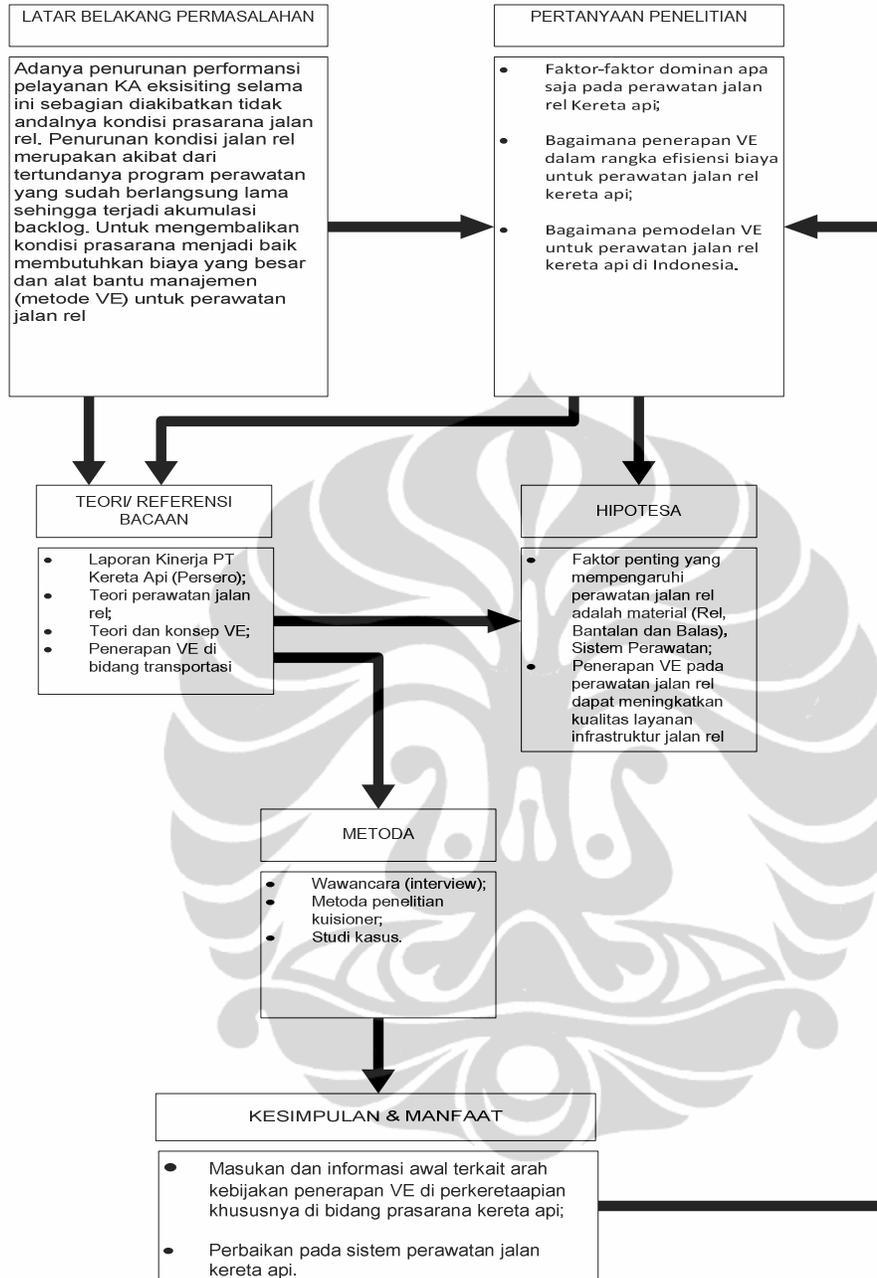
PT Kereta Api (Persero) sebagai entitas bisnis penyelenggara perkeretaapian di Indonesia, diharapkan dapat meningkatkan pelayanannya dimana tingkat pelayanan tersebut salah satunya dipengaruhi oleh cara perawatan jalan rel. Terkait dengan segala keterbatasan yang sedang dihadapi saat ini, diperlukan sebuah metoda yang dapat membantu mengatasi kekurangan dalam hal perawatan jalan rel. Salah satu upaya tersebut adalah dengan menerapkan metode *value engineering*.

2.6.2 Kerangka Pemikiran

Sebagaimana telah diuraikan pada bab sebelumnya, bahwa penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya *backlog* yang terjadi pada perawatan jalan KA sehingga berdampak pada kualitas prasarana jalan rel yang kurang baik. Salah satu penyebab *backlog* adalah adanya kekurangan biaya perawatan untuk mengembalikan kondisi jalan rel seperti keadaan awal.

Sebagai salah satu alternatif metode dalam rangka meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan biaya sebagaimana diuraikan di atas, maka dipilih metode *value engineering*. Atas permasalahan tersebut, penelitian dilakukan dengan melakukan studi literatur yang terkait dan merumuskan permasalahan menjadi *research question* (RQ), yang selanjutnya dilakukan metode yang sesuai untuk menjawab hipotesa yang telah ditetapkan sebelumnya.

Penelitian mengenai penerapan *value engineering* pada perawatan jalan rel kereta api yang akan dilakukan ini akan mengikuti alur kerangka berpikir sebagaimana pada gambar 2.41.



Gambar 2.42 Kerangka pemikiran

2.6.3 Hipotesis

Berdasarkan kajian literatur, hipotesa penelitian dalam rangka penyusunan tesis ini adalah sebagai berikut:

- 1 Faktor-faktor perawatan jalan rel kereta api adalah perencanaan perawatan dan *budgeting*;
- 2 Penerapan VE merupakan salah satu alternatif yang dapat meningkatkan efisiensi biaya untuk perawatan jalan rel kereta api.



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas tentang metodologi penelitian yang digunakan oleh penulis didalam mendapatkan informasi mengenai faktor-faktor dominan pada perawatan jalan rel sehingga perlu untuk dilakukan penerapan metode *value engineering* sebagai alternatif pencapaian efektivitas penggunaan biaya dalam perawatan jalan rel. Instrumen penelitian dibentuk untuk menyaring dan mendapatkan data primer melalui proses penelitian dengan menyebarkan daftar pertanyaan dalam bentuk lembar kuisioner.

Untuk menjawab *research question* di dalam laporan ini, maka pemilihan metoda yang sesuai adalah kombinasi pendekatan kuantitatif dan kualitatif (bila diperlukan). Pendekatan kuantitatif yang disifatkan dengan penggunaan variabel kontrol dan objektivitas melalui metode statistik dilakukan melalui survei kuisioner.

Data yang telah terkumpul dilakukan analisis yang akan menghasilkan temuan. Selanjutnya dilakukan pembahasan atas temuan-temuan tersebut untuk ditarik kesimpulan mengenai faktor-faktor dominan dalam perawatan jalan rel sehingga penerapan *value engineering* dapat dilakukan, dan dilanjutkan dengan studi kasus mengambil contoh salah satu pekerjaan perawatan untuk dibuat perbandingan dengan metode VE, dimana akan diperoleh kesimpulan dan saran.

3.2 RUMUSAN MASALAH DAN STRATEGI PEMILIHAN METODE PENELITIAN

3.2.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah sebagaimana diuraikan pada bab satu terdahulu tersebut adalah:

- a. Faktor-faktor apa saja pada perawatan jalan rel kereta api;

- b. Bagaimana penerapan VE dalam rangka efisiensi biaya untuk perawatan jalan rel kereta api;
- c. Bagaimana rencana strategis penerapan VE di Indonesia.

Untuk menjawab RQ pertama dilakukan identifikasi dan survei kepada responden atas faktor-faktor yang dominan yang dapat dilakukan penerapan metode VE, penelitian sejenis yang dilaksanakan sebelumnya. Selanjutnya untuk menjawab RQ kedua dan ketiga, maka dilakukan studi kasus berdasar hasil survei yang ada dan data suatu lintas jalan rel serta dilakukan analisis deskriptif untuk memperoleh korelasi seberapa besar pengaruh penerapan VE untuk mencapai peningkatan efektifitas penggunaan biaya perawatan.

3.2.2 Strategi Penelitian

Strategi penelitian merupakan suatu metode atau pendekatan yang digunakan dalam mencari jawaban berdasarkan pada 3 hal (Yin, 1994) yaitu :

1. Tipe pertanyaan penelitian;
2. Kontrol yang dimiliki peneliti terhadap peristiwa perilaku yang akan diteliti;
3. Fokus terhadap fenomena penelitian.

Tabel 3.1 Strategi penelitian

STRATEGI	TIPE PERTANYAAN	KONTROL TERHADAP PERISTIWA YANG DITELITI	FOKUS TERHADAP FENOMENA PENELITIAN
Eksperimen	Bagaimana dan mengapa	Ya	Ya
Survai	Siapa, apa, dimana, berapa banyak, berapa besar	Tidak	ya
Archival analysis	Siapa, apa, dimana, berapa banyak, berapa besar	Tidak	Ya/tidak
Sejarah	Bagaimana, mengapa	Tidak	Tidak
Studi kasus	Bagaimana, mengapa	Tidak	Ya

(sumber Yin, 1994)

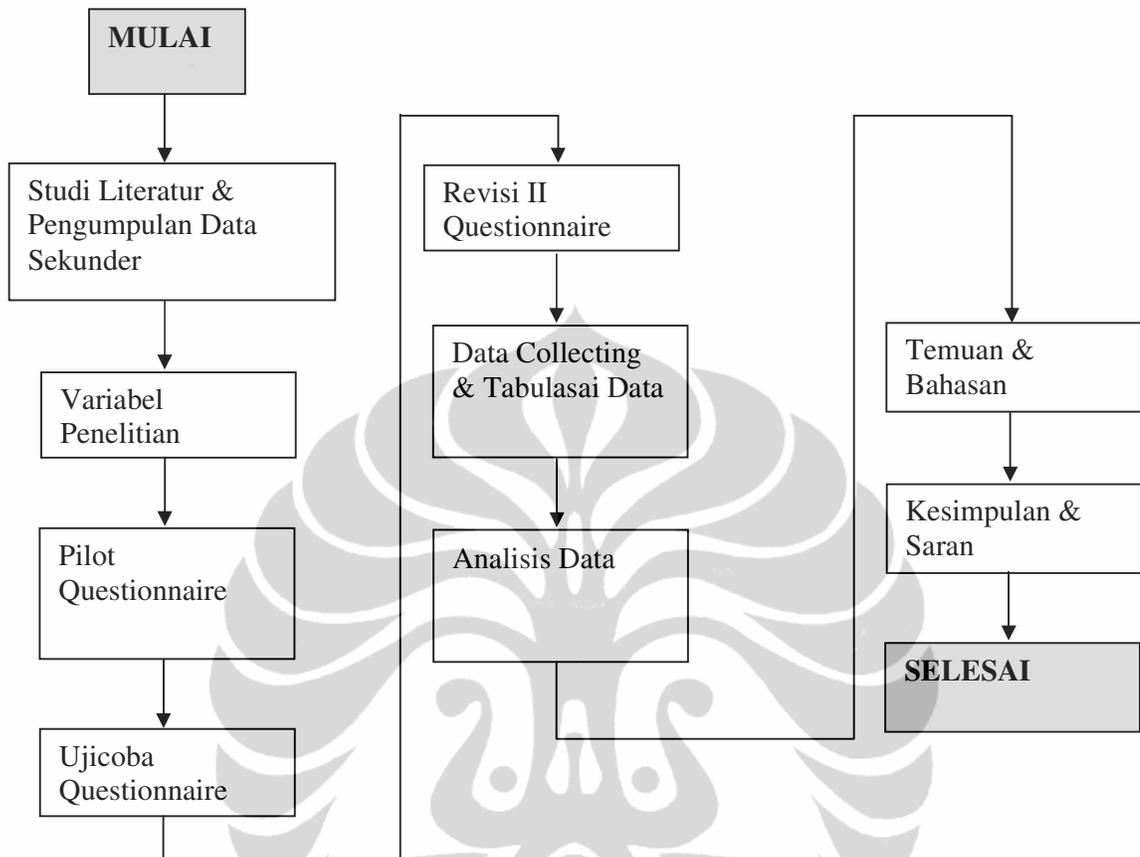
Mengacu pada strategi penelitian yang disarankan oleh Yin, maka pertanyaan penelitian dapat dijawab dengan pendekatan survai. Pendekatan survai menggunakan kuisisioner dan wawancara pakar terstruktur kepada pakar perawatan jalan rel.

Menurut Moh Nazir (2005) , metode survai adalah penyelidikan yang dilakukan untuk memperoleh fakta fakta dari gejala gejala yang ada dan mencari keterangan keterangan secara faktual mengenai institusi sosial,ekonomi atau politik dari suatu kelompok atau suatu daerah. Metode ini membedah dan menguliti serta mengenal masalah masalah serta mendapatkan pembenaran terhadap keadaan dan praktik praktik yang sedang berlangsung. Dalam metode ini juga dikerjakan evaluasi serta perbandingan terhadap hal hal yang telah dikerjakan orang dalam menangani situasi atau masalah yang serupa dan hasilnya dapat digunakan dalam pembuatan rencana dan pengambilan keputusan dimasa mendatang. Penyelidikan dilakukan dalam waktu yang bersamaan terhadap sejumlah individu atau unit, baik secara sensus atau dengan penggunaan sampel.

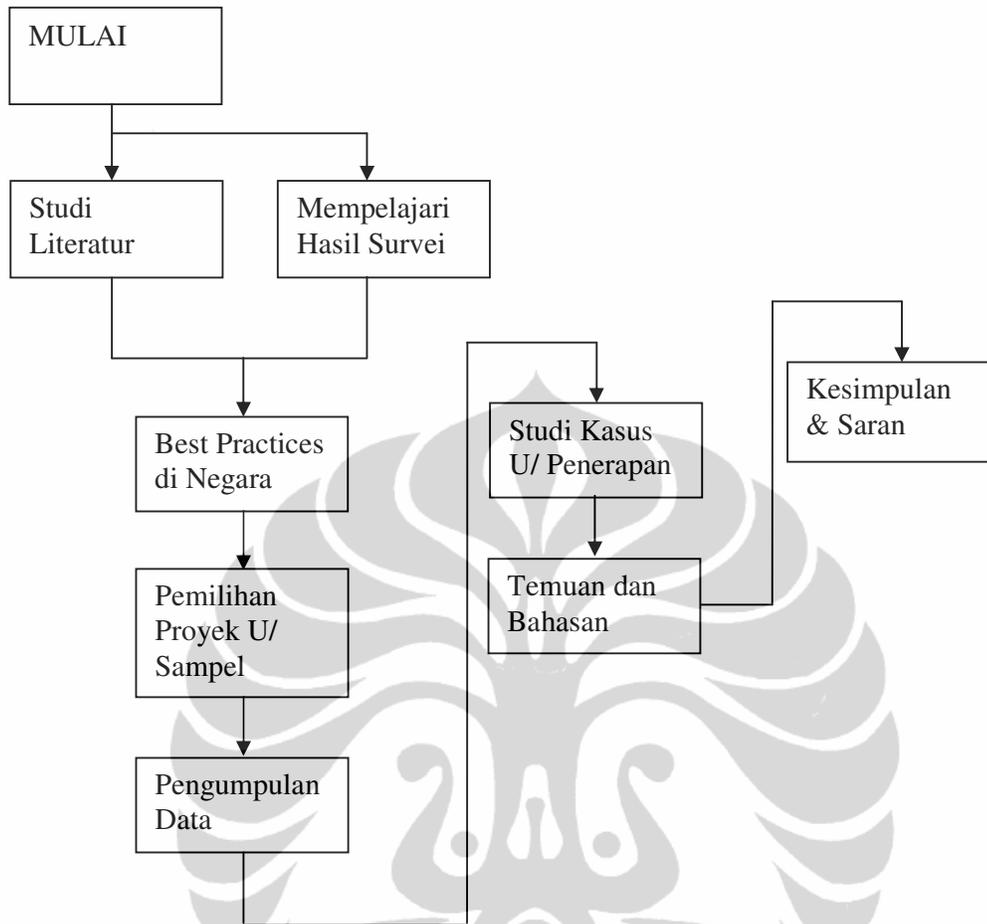
3.3 PROSES PENELITIAN

Metode survei digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor dominan pada perawatan jalan rel yang dapat diterapkan metode VE berdasarkan kuesioner yang diisi oleh responden. Penelitian dengan metode survei ini dilaksanakan dengan mengikuti alur penelitian sebagaimana Gambar 3.1.

Selain dilaksanakan dengan metode survei, penelitian juga dilaksanakan dengan analisis studi kasus atas proses penerapan *value engineering*. Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan analisis terhadap contoh desain yang ada dengan menggunakan metode-metode VE yang berlaku umum. Gambar 3.2. menunjukkan alur penelitian dengan menggunakan metode studi kasus.



Gambar 3.1 Alur penelitian metode survei



Gambar 3.2 Alur penelitian metode studi kasus

3.3.1 Identifikasi Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek, atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan dapat ditarik kesimpulannya.

Untuk dapat menjawab pertanyaan penelitian nomor 1 (RQ-1) dan sebagai dasar analisis untuk pertanyaan penelitian nomor 2 (RQ-2) dan nomor 3 (RQ-3), penelitian ini menggunakan variabel-variabel yang diidentifikasi dari studi literatur seperti tercantum pada Tabel 3.2.

Variabel yang merupakan indikator penelitian, dirumuskan dengan menguraikan menjadi indikator dan sub indikator, untuk selanjutnya ditransformasikan menjadi pertanyaan-pertanyaan.



Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan rel

INSTRUMEN PERAWATAN JALAN REL							
1.	Organisasi	1.1	SDM	1.1.1	Background pendidikan	Pertanyaan tentang data responden	-
				1.1.2	Pengalaman	Pertanyaan tentang data responden	-
		1.2	Struktur organisasi	1.2.1	Departemenisasi	Bagaimana pembagian tugas pekerjaan pemeliharaan pada instansi saudara?	Imam Soeharto (1997)
				1.2.2	Rentang kendali	Bagaimana penentuan kebutuhan jumlah sumber daya manusia untuk pekerjaan pemeliharaan pada instansi saudara?	Imam Suharto (1997)
2	Maintenance Planning	2.1	Kebutuhan Pemeliharaan	2.1.1	Standard pemeliharaan	Menurut Saudara, Sebaiknya prinsip pengumpulan data untuk basis perawatan jalan rel berdasarkan apa?: 1. Sistem pengukuran langsung yang terkomputerisasi; 2. Pengamatan di lapangan; 3. Data umur ekonomis material; 4. Kondisi lingkungan sekitar; 5. Data historis; 6. Lain-lain (sebutkan)...	Esveld (2001)
				2.1.2	Parameter Traffic	Dari parameter-parameter (traffic parameter) di bawah ini,	Andersson (2004)

Sambungan Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan Rel

					<p>menurut saudara parameter apa yang paling penting di analisis untuk kebutuhan perawatan jalan KA?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gross Tonnage; 2. Beban sumbu (axle load); 3. Kecepatan KA; 4. Jumlah KA; 5. Jenis KA; 6. Tipe lokomotif; 7. Tipe Gerbong (Wagon); 8. Konfigurasi beban; 9. Lain-lain (sebutkan).. 	
				2.1.3	<p>Data dasar untuk perkiraan kebutuhan perawatan</p> <p>Dari data yang ada di bawah ini, pilih data yang biasa saudara lakukan untuk dijadikan perencanaan perawatan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Geometri (alinyemen, lebar sepur, twist, kerataan, dll); 2. Lengkung; 3. Beban (gross tonase, beban maksimum, dll); 4. Kecepatan; 5. Gradien; 6. Subgrade (kondisi geologis); 	<p>Andersson (2004), Esveld (2001)</p>

Sambungan Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan Rel

					<ul style="list-style-type: none"> 7. Balas (tipe, keterangan waktu penggantian, ketebalan, dll); 8. Bantalan (tipe, waktu pemasangan, beban, dll); 9. Rel (tipe, sambungan pada rel atau menerus, beban kumulatif yang diterima rel, dll); 10. Wesel dan perlintasan 11. Data historis (penggantian, grinding, data pemecokan-awal s.d akhir, 12. Data perawatan setempat (spot maintenance history); 13. Lain-lain (mohon sebutkan) 	
		2.2	Penilaian kondisi	2.2.1	<p>Frekuensi penilaian secara manual</p> <p>Penilaian kondisi jalan rel dengan pengamatan langsung di lapangan, menurut saudara, sebaiknya dilakukan berapa kali?</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Sehari sekali; 2. Seminggu sekali; 3. Sebulan sekali; 4. Setahun sekali; 5. Apabila terjadi gangguan; 6. Lainnya 	DoD USA, Unified Facilities Criteria (2008), MMF Planning

Sambungan Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan Rel

				2.2.2	Frekuensi penilaian secara mekanis	<p>Kereta Ukur merupakan salah satu alat untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi <i>real</i> geometri jalan rel, menurut saudara, dengan mempertimbangkan kondisi jalan KA sekarang ini, sebaiknya pengukuran dilakukan berapa kali dalam satu tahun?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Satu tahun sekali; 2. Satu tahun dua kali; 3. Satu tahun tiga kali; 4. Satu tahun 4 kali; 5. Lain-lain (sebutkan) 	Andersson (2004)
		2.3	Analisis kondisi Jalan KA	2.3.1	Parameter geometri	<p>Menurut Saudara, hasil dari pengukuran geometri jalan KA (baik secara manual atau hasil dari KA ukur) dimaksudkan untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. membuat prediksi kerusakan jalan rel; 2. kebutuhan untuk volume dan perencanaan perawatan; 3. menilai kondisi jalan rel eksisting; 4. mengukur tingkat kerusakan jalan rel; 5. mengukur efisiensi perawatan (tamping, dll); 6. Renewal decision-making 7. lainnya (sebutkan)... 	Andrade (2008), Andersson (2004), Berawi (2010), Esveld (2001), Jovanovic (2004)

Sambungan Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan Rel

					<p>Menurut saudara, apakah data dari parameter geometri perlu dianalisis lebih lanjut dengan metodologi khusus yang bertujuan agar didapatkan strategi perawatan yang bersifat <i>cost effective</i>?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perlu; 2. Tidak Perlu; <p>Jika perlu lanjutkan ke pertanyaan berikut:</p>	Berawi (2010)
					<p>Metodologi untuk evaluasi kualitas geometri jalan KA yang saudara ketahui:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. J Synthetic Coefficient; 2. The Indian TGI; 3. European Standard EN 13848-5; 4. Lainnya (mohon disebutkan)... 	Berawi (2010)
			2.3.2	Aspek Struktural	<p>Menurut Saudara, material penyusun jalan rel yang paling banyak membutuhkan dana perbaikan/perawatan adalah (mohon di beri peringkat sesuai dengan tingkat kepentingan):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rel (termasuk pengelasan); 2. Bantalan (termasuk fastening); 3. Balas; 	Andersson (2004), Esveld (2001)

Sambungan Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan Rel

					<p>4. Wesel;</p> <p>5. Lainnya (sebutkan)..</p>	
					<p>Menurut Saudara, material penyusun jalan rel yang paling sering mengalami kerusakan adalah (mohon di beri peringkat sesuai dengan tingkat kepentingan):</p> <p>1. Rel (termasuk pengelasan);</p> <p>2. Bantalan (termasuk fastening);</p> <p>3. Balas;</p> <p>4. Wesel;</p> <p>5. Lainnya (sebutkan)..</p>	-
					<p>Menurut Saudara, material penyusun jalan rel yang paling sulit dirawat/ diganti adalah (mohon di beri peringkat sesuai dengan tingkat kepentingan):</p> <p>1. Rel (termasuk pengelasan);</p> <p>2. Bantalan (termasuk fastening);</p> <p>3. Balas;</p> <p>4. Wesel;</p> <p>5. Lainnya (sebutkan)..</p>	-
					<p>Bagaimana cara Saudara menentukan/melakukan</p>	MMF Budgeting

Sambungan Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan Rel

						<p>penggantian komponen material jalan rel?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Akhir dari umur ekonomis komponen berdasarkan rekomendasi pabrik/ metodologi perhitungan umur material; 2. Setelah rusak; 3. Tidak pernah dilakukan penggantian 4. Lainnya (sebutkan) 	
		2.4	Aktifitas Perencanaan	2.4.1	Koordinasi	<p>Apakah pada fase untuk perencanaan perawatan jalan rel, Institusi saudara mengajak/ melibatkan bagian lain (bagian Operasi, Traksi, Sinyal, dll) untuk memberi masukan terkait dengan rencana perawatan jalan rel?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ya; 2. Tidak. <p>Jika ya mohon lanjutkan ke pertanyaan berikut</p>	Andrade (2008)
						<p>Tahap perencanaan adalah sebuah tahapan dimana perencanaan dan pengelolaan ditentukan untuk keputusan pelaksanaan, Menurut saudara aktifitas penting yang perlu dilakukan pada tahap tersebut adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menetapkan ukuran kinerja dan persyaratan dapat diterimanya sebuah alternatif (perawatan) atau rekomendasi lain dari hasil pertemuan/pembahasan; 	ASTM (2005)

Sambungan Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan Rel

					<ol style="list-style-type: none"> 2. Menyusun rencana dan jadwal survey lapangan; 3. Mengembangkan model perawatan; 4. Berbagi informasi terkait dengan rencana masing-masing tiap bagian yang terlibat untuk dikaji oleh bagian lain; 5. Mengkaji biaya perawatan; 6. Lain-lain (sebutkan) 	
					<p>Dari proses perawatan berdasar model Decision Support System dibawah ini, sub-proses mana yang pernah saudara lakukan? (jika lebih dari satu, mohon untuk diurutkan sesuai yang pernah saudara lakukan):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat perkiraan beban yang lewat pada komponen infrastruktur (rel, bantalan, balas, dll); 2. Membuat estimasi volume periodik pekerjaan untuk kegiatan perawatan dan penggantian; 3. Membuat estimasi biaya perawatan dan penggantian serta waktu gangguan; 4. Membuat estimasi <i>availability</i> dan <i>reability</i> infrastruktur jalan rel; 5. Membuat perkiraan biaya <i>life cycle cost</i> untuk perawatan jalan KA; 	<p>Andrade (2008), Esveld (2001), Zoeteman</p>

Sambungan Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan Rel

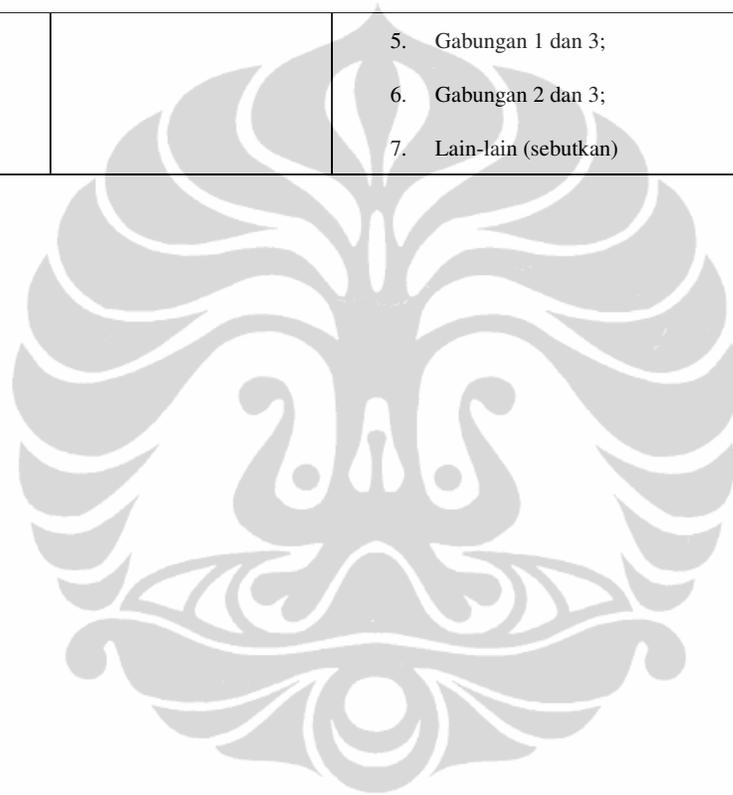
						6. Tidak pernah melakukan satu atau seluruh dari kegiatan yang disebutkan diatas.	
3.	Budgeting	3.1	Metode	3.1.1	LCC	Apakah dalam melakukan pemeliharaan pada instansi saudara pernah/selalu menggunakan Life Cycle Cost Analysis/ Analisis biaya Siklus Hidup? 1. Ya, jika ya lanjut ke pertanyaan no. XX 2. Tidak, jika tidak lanjut ke pertanyaan no. YY	Schlickmann, Esveld (2001), Zoetemann, Daniels, US DoT (2008)
						Apakah penyebab tidak menggunakan LCCA? (berikan tanda semua apabila diterapkan keseluruhan 1. Ketidakterediaan data realisasi pemeliharaan yang telah dilaksanakan; 2. Telah digunakan sebelumnya, namun tidak ada perbedaan antara digunakan dengan tidak menggunakan LCCA; 3. Tidak dapat diaplikasikan pada biaya mendatang dan faktor-faktor yang mempengaruhinya; 4. Tidak ada standar atau pedoman formal; 5. Tidak mengetahui metode LCCA; 6. Lainnya (mohon disebutkan).	US DoT FHWA Administration of Asset Management (2002)

Sambungan Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan Rel

					<p>Pada saat menggunakan metode LCC, kriteria apa yang saudara gunakan pada pekerjaan perawatan?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya (awal dan residual) 2. Desain; 3. Model perawatan; 4. Pekerjaan-pekerjaan yang dianggap penting; 5. Tidak ada peraturan; 6. Lainnya (sebutkan).. 	<p>Andrade (2008), US DoT(2008), International standard IEC 60300-3-3</p>
			3.2.2	Penyusunan biaya	<p>Dalam membuat perkiraan biaya perawatan, metode yang biasa saudara lakukan adalah: (jawaban boleh lebih dari satu)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Engineering method (menganalisis volume dan material per komponen dengan menggunakan faktor harga di pasaran); 2. Analogous cost method (berdasar data historis dari pekerjaan-pekerjaan sebelumnya); 3. Parametric cost method (menggunakan perhitungan yang didasarkan pada parameter dan variabel tertentu yang dicari hubungannya untuk dibuat persamaan matematik); 4. Gabungan dari 1 dan 2; 	<p>Andrade (2008)</p>

Sambungan Tabel 3.2 Instrumen Perawatan Jalan Rel

						5. Gabungan 1 dan 3; 6. Gabungan 2 dan 3; 7. Lain-lain (sebutkan)	
--	--	--	--	--	--	---	--



3.3.2 Instrumen Penelitian

Instrumen merupakan alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatannya mengumpulkan agar kegiatan tersebut menjadi sistematis dan dapat dipermudah. Data yang dikumpulkan dalam penelitian digunakan untuk menguji hipotesis atau menjawab pertanyaan yang telah dirumuskan, karena data yang diperoleh merupakan landasan dalam pengumpulan data.

Tahapan dalam penyusunan instrumen tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Identifikasi terhadap variabel dan sub variabel dari referensi studi literatur maupun data sekunder lainnya;
- b. Hasil identifikasi variabel dan sub variabel tersebut selanjutnya dibuat kuisisioner *pilot* untuk mendapatkan masukan dari pakar-pakar yang terkait, dengan kriteria antara lain:
 - 1) jumlah pakar setidaknya lima orang;
 - 2) berasal dari kalangan akademisi yang terkait dengan keahlian struktur jalan kereta api, dengan pendidikan minimal S1;
 - 3) berasal dari lingkungan PT Kereta Api (Persero) di bidang perawatan jalan rel, dengan pengalaman minimal 10 tahun, yang sedang/pernah menjabat sebagai pejabat struktural, pejabat fungsional.
- c. Masukan dan pendapat dari pakar-pakar tersebut sebagai sarana perbaikan/koreksi untuk selanjutnya dijabarkan dalam bentuk pertanyaan/pernyataan pada kuisisioner utama.
- d. Selanjutnya dilakukan uji coba penelitian, dengan mendistribusikan kuesioner tersebut kepada sejumlah kecil responden tertentu dengan kriteria yang mirip dengan responden utama dalam penelitian. Responden jumlah kecil tersebut diambil dengan kriteria antara lain sebagai berikut:
 - 1) Pemimpin unit kerja (Setingkat Manajer dan Asisten Manajer) yang menangani pekerjaan fisik perawatan jalan rel.
 - 2) Berlokasi di Daerah Operasi I Jakarta.

- e. Berdasarkan data, masukan, dan pendapat dari sejumlah responden tersebut dilakukan analisis konsistensi secara sederhana dan dilakukan perbaikan atas kuesioner tersebut
- f. Kuesioner hasil revisi terakhir tersebut dipergunakan sebagai instrumen pengumpulan data, yang didistribusikan kepada responden yang dapat mewakili populasi dan diambil secara *sampling*.

3.3.3 Pengolahan Data dan Analisis Data

Pengolahan data dan analisis data dilakukan untuk memberi jawaban terhadap pertanyaan penelitian yang pertama dengan langkah sebagai berikut:

3.3.3.1 Analisis Data 1

Analisis data 1 didapat dari survey percontohan (*pilot quisioner*) yang bertujuan untuk menguji ketepatan kuesioner dan mendapatkan saran/masukan. Hasil dari survey percontohan ini menjadi bahan masukan penyempurnaan kuesioner yang akan disebarakan kepada para responden. Setelah hasil kuisisioner pertama didapat, dilakukan analisis terhadap data tersebut dengan membuat kompilasi hasil kuisisioner dari responden.

3.3.3.2 Analisis Data 2

Metode statistic deskriptif digunakan di dalam penelitian ini untuk membuat analisis dari data kuisisioner yang disebarakan kepada responden. Metode ini merupakan cara yang paling sederhana untuk memberikan gambaran umum terhadap sebuah kelompok. Pada metode ini akan menganalisis responden dalam prosentase.

Oleh karena itu bentuk metode analisa univariat digunakan dalam penelitian ini. Kemudian, dua (2) karakteristik masing-masing variabel didalam penelitian ini dijelaskan, yaitu distribusi frekuensi (*Frequency Distribution*) dan rata-rata (*mean*).

- Distribusi Frekuensi (*Frequency Distribution*)

Distribusi adalah sebuah kesimpulan frekuensi dari interval nilai untuk sebuah variabel (Trochim, 2006). Distribusi frekuensi dalam penelitian ini menggambarkan pola dari responden yaitu jumlah dari frekuensi, prosentase dan kumulatif persentase. Ini dapat digambarkan dalam bentuk matrik/tabulasi data, diagram batang, diagram pie atau grafik lainnya. Hal ini merupakan cara termudah untuk menunjukkan frekuensi dari penelitian pada masing-masing pertanyaan. Adapun formula distribusi frekuensi sebagai berikut:

$$\text{Distribusi frekuensi} = (n/\Sigma N) \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :

n = Jumlah total dari respon pada masing-masing pertanyaan;

ΣN = Jumlah total dari responden

- Rata-Rata (*Mean*)

Rata-rata digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata dari jumlah respon untuk tiap jawaban yang tersedia . Rata-rata merupakan total jumlah respon (X) dibagi dengan jumlah jawaban tersedia (N).

$$\text{Mean} = X / \Sigma N$$

Dimana:

X = Jumlah nilai total;

ΣN = Jumlah total dari responden

3.3.4 Pengumpulan Data dan Teknik *Sampling*

Berdasarkan sumber pengumpulan data, pada penelitian kali ini, terdapat dua jenis metode pengumpulan data, yaitu:

a. Data Primer

Merupakan data yang diperoleh langsung dari hasil survai terhadap responden yang diteliti dan data yang berasal dari sumber pendataan secara *history* (data base perusahaan). Data ini merupakan data mentah yang belum melalui tahapan pengolahan. Data ini meliputi dokumentasi yaitu cara pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian yang bersumber langsung dari PT Kereta Api (Persero).

b. Data sekunder

Adalah data atau informasi yang diperoleh dari studi literatur, jurnal-jurnal penelitian, yang sudah melalui pengolahan. Dalam penelitian ini, data tersebut meliputi :

- Data untuk landasan teori dari penelitian yang diambil dari buku-buku jurnal dan makalah.
- Data untuk variable penelitian yang diambil dari penelitian sebelumnya berdasarkan referensi masing masing sumber.

c. Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas: obyek/subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (sugiono: 2001).

Pada penelitian ini, populasi yang dituju adalah karyawan PT Kereta Api (Persero) setingkat Manajer, Asisten Manajer dan Pengawas yang terlibat di dalam kegiatan perawatan jalan rel di Wilayah Daerah Operasi (Daops) yang ada di pulau Jawa.

Sebaran populasi ditampilkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Sebaran Populasi

DAERAH OPERASI	JABATAN			JUMLA H	KETERAN GAN
	Manajer	Pengawas	Asisten Manajer		
Daerah Operasi I Jakarta	1	3	3	7	
Daerah Operasi II Bandung	1	2	3	6	
Daerah Operasi III Cirebon	1	2	3	6	
Daerah Operasi IV Semarang	1	2	3	6	
Daerah Operasi V Purwokerto	1	2	3	6	
Daerah Operasi VI Yogyakarta	1	2	3	6	
Daerah Operasi VII Madiun	1	2	3	6	
Daerah Operasi VIII Surabaya	1	2	3	6	
Daerah Operasi IX Jember	1	2	3	6	

(sumber: olahan sendiri)

Teknik *sampling* yang digunakan adalah teknik *probability sampling* dengan memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur populasi. Pada penelitian kali ini, *probability sampling* yang digunakan adalah : *Proportionate stratified Random sampling*. Teknik ini digunakan bila populasi mempunyai anggota/unsur yang tidak homogen dan berstrata secara proporsional (sugiyono :2001). Teknik ini dipilih karena keberagaman tingkat strata pendidikan dan pengalaman kerja pada pegawai.

Untuk penghitungan jumlah sampel menggunakan rumus Slovin, yaitu:

$$n = \frac{N}{1 + N.e^2} \quad (3.2)$$

Dimana,

n = Jumlah sampel;

N = Jumlah populasi;

E = Tingkat kesalahan.

tingkat kesalahan yang diambil di dalam penelitian ini adalah sebesar 10%, dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- Lokasi yang tersebar di seluruh wilayah pulau Jawa;
- Kesibukan para responden melaksanakan tugas utamanya;
- Proses pengambilan data melalui jasa ekspedisi/pos.

3.3.5 Studi Kasus

Studi kasus untuk menjawab RQ3 yaitu cara penerapan VE yang telah dilaksanakan, dengan menggunakan metode studi VE yang ditetapkan SAVE International sebagaimana dibahas pada bab terdahulu. Langkah-langkah tersebut adalah:

- a. Fase Informasi
- b. Fase Analisis Fungsi
- c. Fase Kreatif
- d. Fase Evaluasi
- e. Fase Pengembangan
- f. Fase Presentasi
- g. Fase Implementasi

3.4 KESIMPULAN

Berdasarkan latar belakang permasalahan, pertanyaan penelitian dan hipotesa sementara yang dibangun, akan dijelaskan metode penelitian yang akan digunakan guna menjawab hal tersebut.

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode survei dengan menggunakan kuesioner yang didistribusikan kepada para pelaku langsung perawatan jalan rel kereta api yang ada di Pulau Jawa. Kuesioner tersebut disusun

berdasarkan parameter-parameter analisis yang dibutuhkan dan relevan dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini.



BAB 4 ANALISIS DATA

4.1 PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas tentang pengumpulan dan analisa yang dilakukan dalam penelitian ini dengan sistematika, sebagai berikut:

1) Pengumpulan data tahap pertama

Pada bagian ini penulis melakukan *study literature* untuk mengetahui variabel-variabel pada tahap perawatan dalam manajemen perawatan jalan KA.

2) Pengumpulan data tahap dua

Di bagian ini sebelum kuisisioner disebarkan kepada responden, penulis mengkonfirmasi isi kuisisioner kepada pakar. Pada tahap ini pertanyaan-pertanyaan kuisisioner diklarifikasi dan verifikasi oleh para Pakar.

3) Pengumpulan data tahap tiga

Penulis melakukan survey kepada para pihak yang terlibat dalam manajemen perawatan jalan KA yang berada di bagian operasional juga di Kantor Pusat yang berperan sebagai penentu kebijakan. Pada tahap ini diketahui kondisi eksisting manajemen perawatan jalan KA, dan dari hasil penyebaran kuisisioner ini dilakukan pembahasan dan analisa data. Dari hasil tersebut, penulis akan membuat studi kasus sebagai *pilot project* penerapan Value Enineering pada perawatan jalan KA.

4.2 TAHAP VERIFIKASI, KLARIFIKASI, DAN VALIDASI VARIABEL

Langkah awal dalam pengumpulan data tahap kedua adalah verifikasi, klarifikasi dan validasi variabel hasil studi literatur kepada pakar. Pertanyaan kuisisioner tersebut disebar ke enam pakar untuk diberi komentar, tanggapan, perbaikan

maupun masukan. Dari tujuh kuisisioner yang disebar, hanya lima yang kembali kepada penulis.

4.3 INFORMASI UMUM RESPONDEN

4.3.1 Tingkat Respon Terhadap Kuisisioner

Sampel responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah pegawai yang bekerja pada bagian pemeliharaan jalan KA sebanyak 21 orang. Sampel responden diambil dari 3 (tiga) Daerah Operasional (DAOPS) yaitu; Daop 1 Jakarta, Daop 6 Yogyakarta, dan Daop 7 Madiun. Selain itu, responden diambil juga dari para pegawai di Kantor Pusat PT KA di Bagian Jalan dan Jembatan.

Berikut merupakan tabel tingkat respon terhadap kuisisioner.

Tabel 4.1 Tingkat Respon terhadap Kuisisioner untuk Perawatan Jalan KA

ITEMS	JUMLAH	PROSENTASE
Hilang/ Tidak Kembali	0	100%
Valid	21	100%
Total	21	100%

(Sumber: Hasil olahan sendiri)

Dari 21 kuisisioner yang dibagikan kepada pada responden, 21 kuisisioner kembali atau tingkat respon terhadap kuisisioner yaitu 100%. Penyebaran dilakukan dalam waktu 7 hari dan waktu pengembalian kuisisioner juga membutuhkan waktu 7 hari.

4.3.2 Data Responden

Data responden dibagi dalam 3 kategori, yaitu pendidikan terakhir, jabatan serta lama bekerja yang akan dijelaskan dibawah ini.

4.3.2.1 Pendidikan Terakhir

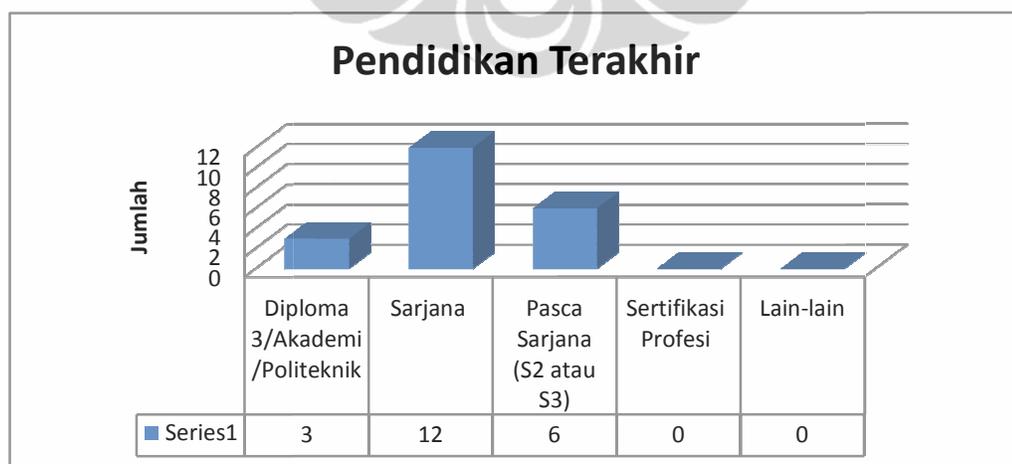
Pertanyaan pertama dari kuisioner adalah mengenai pendidikan terakhir dari masing-masing responden. Pertanyaan didesain agar peneliti mengetahui latar belakang pendidikan para pegawai di bidang pemeliharaan jalan KA.

Pada tabel 4.2 menjelaskan komposisi responden yang terlibat di dalam perawatan jalan KA.

Tabel 4.2 Pendidikan terakhir

PENDIDIKAN TERAKHIR		JUMLAH RESPON	%
X1	Diploma 3/Akademi/Politeknik	3	14,29
X2	Sarjana	12	57,14
X3	Pasca Sarjana (S2 atau S3)	6	28,57
X4	Sertifikasi Profesi	0	0
X5	Lain-lain	0	0
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		5	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		4,20	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.1 Pendidikan terakhir

Berdasarkan pada Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa survey kuesioner ini banyak diisi oleh responden dengan pendidikan akhir sarjana (12 orang) sedangkan responden dengan pendidikan pasca sarjana S2 atau S3 hanya 6 orang, sisanya 3 orang mempunyai latar belakang pendidikan terakhir sebagai Ahli Madya (D3).

4.3.2.2 Jabatan

Pertanyaan ini mempunyai tujuan untuk mengetahui jabatan dari masing-masing responden, sehingga dapat diketahui secara pasti posisi responden dalam manajemen pemeliharaan jalan KA.

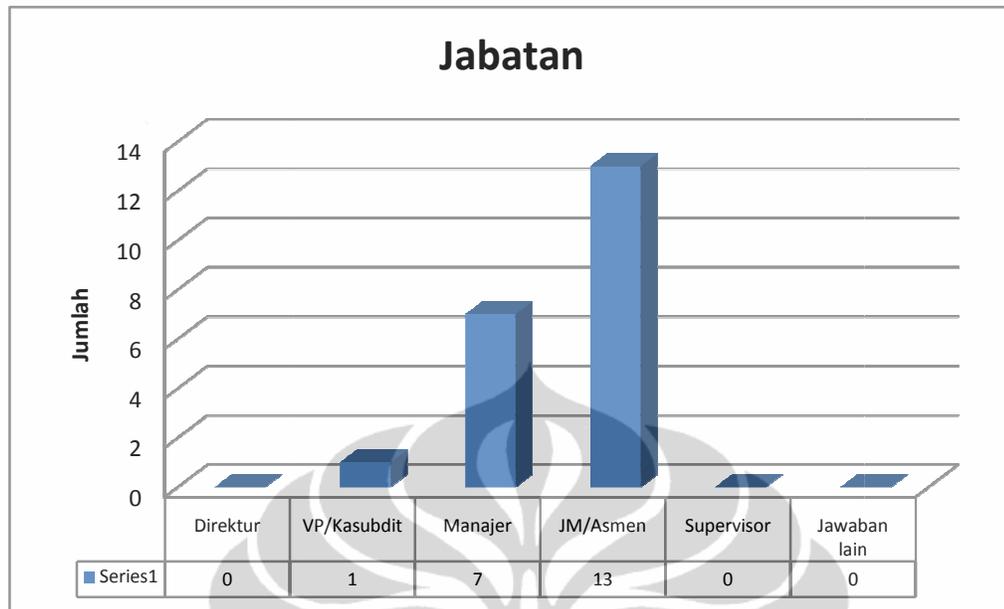
Pada pertanyaan ini peneliti mengelompokan ke dalam 6 kategori yaitu Direktur, *Vice Presiden/* Kepala Sub-Direktorat, Manajer (Kepala Seksi), Junior Manajer/ Asisten Menejer, Supervisor dan lain-lain.

Tabel 4.3 menjelaskan komposisi jabatan responden yang terlibat dalam pemeliharaan jalan KA.

Tabel 4.3 Jabatan responden di perusahaan

JABATAN DI PERUSAHAAN		JUMLAH RESPON	%
X6	Direktur	0	0,00
X7	VP/Kasubdit	1	4,76
X8	Manajer	7	33,33
X9	JM/Asmen	13	61,90
X10	Supervisor	0	0
X11	Jawaban lain	0	0
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		6	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		3,50	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.2 Diagram Jabatan Responden

Berdasarkan jabatan yang disandang oleh responden diketahui bahwa jumlah responden yang terlibat dalam penelitian ini dengan jabatan Junior Manajer/Asisten Manajer sebesar 13 orang (61.90%), jauh melebihi keterlibatan Manajer yang hanya 7 orang (33.33%). Adapun responden dengan jabatan setingkat *Vice President* /Kepala Sub-Direktorat hanya 1 orang (4.76%). Untuk jawaban survey kuesioner ” Bila ada jawaban lain, mohon diisi” berfungsi untuk membuka kemungkinan bagi responden untuk mengisi jabatan lain diluar jabatan yang disediakan dan dalam hal ini mencapai 0%.

4.3.2.3 Pengalaman Bekerja/ Lama Bekerja

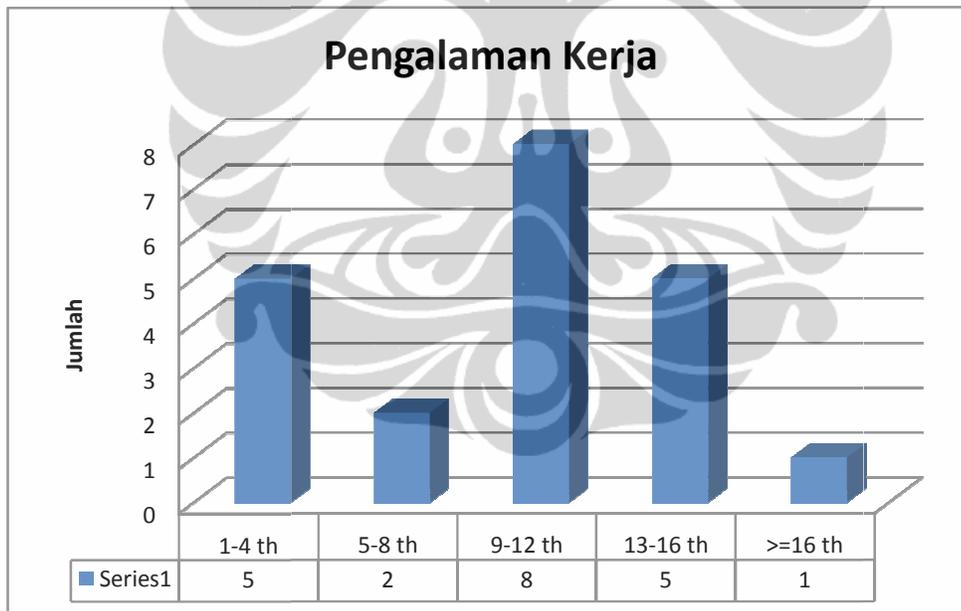
Pertanyaan ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama bekerja/pengalaman kerja dari masing-masing responden yang terlibat di dalam perawatan jalan KA.

Tabel 4.4 menjelaskan komposisi lama bekerja/ pengalaman dari responden yang terlibat dalam pemeliharaan jalan KA.

Tabel 4.4 Lama Bekerja/ Pengalaman

PENGALAMAN KERJA		JUMLAH RESPON	%
X12	1-4 th	5	23,81
X13	5-8 th	2	9,52
X14	9-12 th	8	38,10
X15	13-16 th	5	23,81
X16	>=16 th	1	4,76
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		5	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		4,20	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)

**Gambar 4.3** Lama Bekerja

Untuk mengetahui pengalaman kerja responden, didapat hasil sebagai berikut; responden dengan pengalaman 1-4 tahun sebesar 5 orang (23.81%) dan berbanding sama dengan responden yang mempunyai pengalaman antara 13-16 tahun, sementara itu, responden dengan pengalaman 5-8 tahun sebesar 2 orang

Universitas Indonesia

(9.52%). Hasil penelitian didominasi oleh responden yang mempunyai pengalaman kerja antara 9-12 tahun dan hanya 1 orang saja yang mempunyai pengalaman diatas 16 tahun. Menarik untuk diperhatikan bahwa hasil penelitian ini juga akan dipengaruhi oleh adanya perpaduan antara cara berpikir teoritis dari responden dengan pengalaman 1-4 tahun, dan cara berpikir berdasarkan pengalaman dari responden dengan pengalaman diatas 10 tahun.

Ringkasan data umum responden yang terlibat dalam survey kuesioner dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Ringkasan Data Umum Responden

NO	VARIABEL	HASIL SURVEY
1	Pendidikan terakhir	<ul style="list-style-type: none"> • Sarjana: 12 orang (57.14%); • Pasca Sarjana 6 orang (28.57%); • Diploma: 3 orang (14.29%)
2	Jabatan	<ul style="list-style-type: none"> • Junior Manager/ Asisten Manager: 13 orang (61.90%); • Manajer 7 orang (33.33%); • VP: 1 orang (4.76%)
3	Pengalaman/ lama bekerja	<ul style="list-style-type: none"> • 9-12 tahun: 8 orang (38.10%); • 1-4 tahun: 5orang (23.81%); • 13-16 tahun: 5 orang (23.81%) • 5-8 tahun: 1 orang (4.76%) • >= 16 tahun

(Sumber: Hasil olahan sendiri)

4.4 ANALISIS DATA KUISIONER

Pada bab ini semua data akan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik. Pada sub-bab ini akan disajikan ilustrasi serta hasil jawaban responden terhadap kuisisioner.

4.4.1 Organisasi

Karakteristik organisasi ini untuk mengetahui bagaimana kebutuhan pembagian tugas, asal sumber daya manusia, penentuan kebutuhan jumlah sumber daya manusia, dan frekuensi pendidikan untuk meningkatkan kemampuan sumber daya manusia. Sebagaimana pertanyaan nomor 1 sampai dengan 4 pada kuisisioner penelitian.

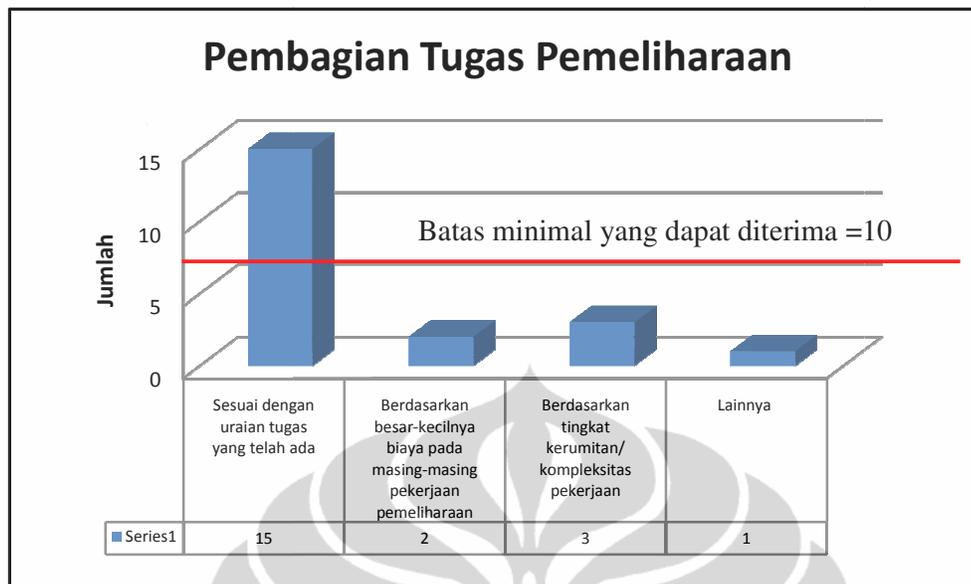
Pertanyaan pertama dari bagian ini adalah untuk mengetahui pembagian tugas pekerjaan pemeliharaan jalan KA.

Pertanyaan ini untuk mencari indikasi pembagian tugas yang berjalan selama ini (*existing*). Dapat dilihat pada jawaban responden sebagai berikut.

Tabel 4.6 Dasar Pembagian Tugas Pemeliharaan

PEMBAGIAN TUGAS PEMELIHARAAN		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X17	Sesuai dengan uraian tugas yang telah ada	15	71,43
X18	Berdasarkan besar-kecilnya biaya pada masing-masing pekerjaan pemeliharaan	2	9,52
X19	Berdasarkan tingkat kerumitan/ kompleksitas pekerjaan	3	14,29
X20	Lainnya	1	4,76
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		4	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		5,25	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.4 Dasar Pembagian Tugas Pemeliharaan

Dari grafik di atas terlihat bahwa 15 orang responden (71.43%) berpendapat bahwa pembagian tugas perawatan berdasarkan uraian tugas yang sudah ada, kemudian 2 orang berpendapat bahwa pembagian didasarkan pada besar-kecilnya biaya perawatan. 3 orang berpendapat bahwa pembagian tugas didasarkan atas tingkat kerumitan dan sisanya 1 orang berpendapat lain.

Batas minimal frekuensi variabel yang dapat diterima dalam penelitian ini adalah 10, dengan mempertimbangkan jumlah responden yang ada (21 orang). Dengan demikian, apabila ada jawaban yang kurang dari 10 dianggap tidak mewakili.

Berdasarkan analisa distribusi frekuensi terhadap data pada Tabel 4.6 diketahui bahwa jawaban responden dengan frekuensi diatas 10 dari total responden adalah hanya 'sesuai dengan uraian tugas yang telah ada' (15 orang, 71.43%).

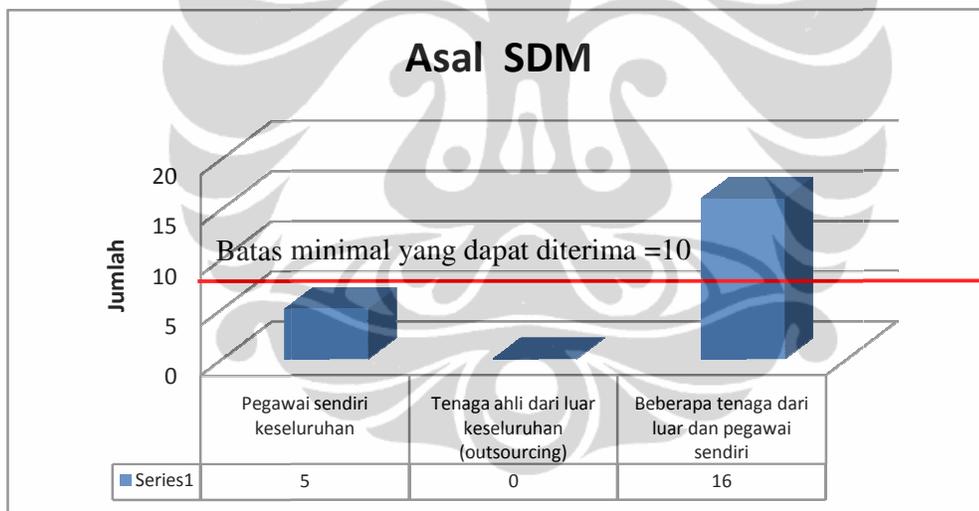
Pertanyaan kedua ini adalah asal sumber daya manusia (SDM) untuk menentukan strategi pemeliharaan jalan KA

Pertanyaan ini untuk mencari indikasi asal SDM untuk pemeliharaan jalan KA yang berjalan selama ini (*existing*). Dapat dilihat pada jawaban responden sebagai berikut.

Tabel 4.7 Asal Sumber Daya Manusia

ASAL SDM		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X21	Pegawai sendiri keseluruhan	5	23,81
X22	Tenaga ahli dari luar keseluruhan (outsourcing)	0	0,00
X23	Beberapa tenaga dari luar dan pegawai sendiri	16	76,19
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		3	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		7,00	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)

**Gambar 4.5** Asal SDM

Dalam rangka pemeliharaan jalan KA 16 orang (76.19%) responden berpendapat bahwa tenaga inti dari perusahaan perlu di bantu oleh tenaga dari luar dengan cara *outsourcing*. Sisanya sebesar 5 orang berpendapat bahwa pegawai sendiri masih dapat melakukan pekerjaan perawatan.

Batas minimal frekuensi variabel yang dapat diterima dalam penelitian ini adalah 10, dengan mempertimbangkan jumlah responden yang ada (21 orang). Dengan demikian, apabila ada jawaban yang kurang dari 10 dianggap tidak mewakili.

Berdasarkan analisa distribusi frekuensi terhadap data pada Tabel 4.7 diketahui bahwa jawaban responden dengan frekuensi diatas 10 dari total responden adalah hanya 'tenaga dari luar ditambah tenaga inti dari perusahaan' (16 orang, 76.19%).

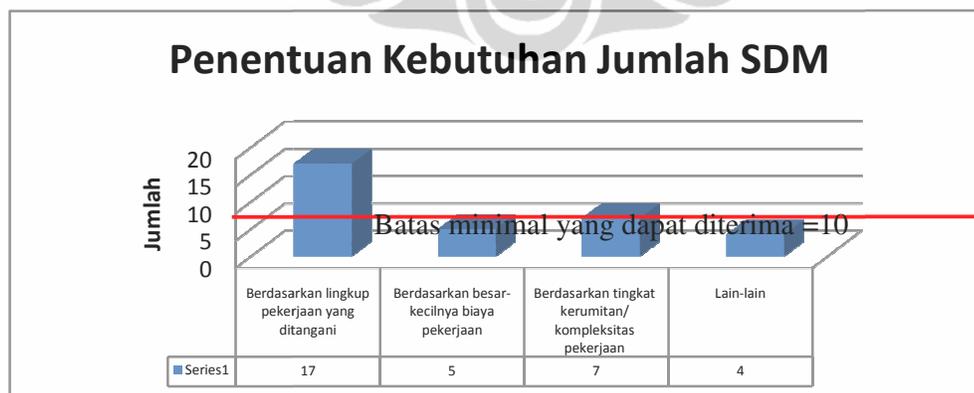
Pertanyaan ketiga ini adalah penentuan kebutuhan jumlah SDM untuk pemeliharaan jalan KA

Pertanyaan ini untuk mencari indikasi penentuan kebutuhan SDM untuk pemeliharaan jalan KA yang berjalan selama ini (*existing*). Dapat dilihat pada jawaban responden sebagai berikut.

Tabel 4.8 Penentuan Kebutuhan Jumlah SDM

PENENTUAN KEBUTUHAN JUMLAH SDM		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X25	Berdasarkan lingkup pekerjaan yang ditangani	17	51,52
X26	Berdasarkan besar-kecilnya biaya pekerjaan	5	15,15
X27	Berdasarkan tingkat kerumitan/ kompleksitas pekerjaan	7	21,21
X28	Lain-lain	4	12,12
Total Jumlah Respon, X		33	
Jumlah Jawaban tersedia, N		4	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		8,25	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.6 Penentuan Jumlah Kebutuhan SDM

Dari grafik di atas terlihat bahwa 17 orang responden (51.52%) berpendapat bahwa penentuan kebutuhan jumlah SDM tugas perawatan berdasarkan lingkup pekerjaan yang ditangani, kemudian 5 orang berpendapat bahwa pembagian didasarkan pada besar-kecilnya biaya perawatan. 7 orang berpendapat bahwa pembagian tugas didasarkan atas tingkat kerumitan dan sisanya 4 orang berpendapat lainnya.

Batas minimal frekuensi variabel yang dapat diterima dalam penelitian ini adalah 10, dengan mempertimbangkan jumlah responden yang ada (21 orang). Dengan demikian, apabila ada jawaban yang kurang dari 10 dianggap tidak mewakili.

Berdasarkan analisa distribusi frekuensi terhadap data pada Tabel 4.8 diketahui bahwa jawaban responden dengan frekuensi diatas 10 dari total responden adalah hanya 'lingkup pekerjaan yang ditangani' (17 orang, 51.52%).

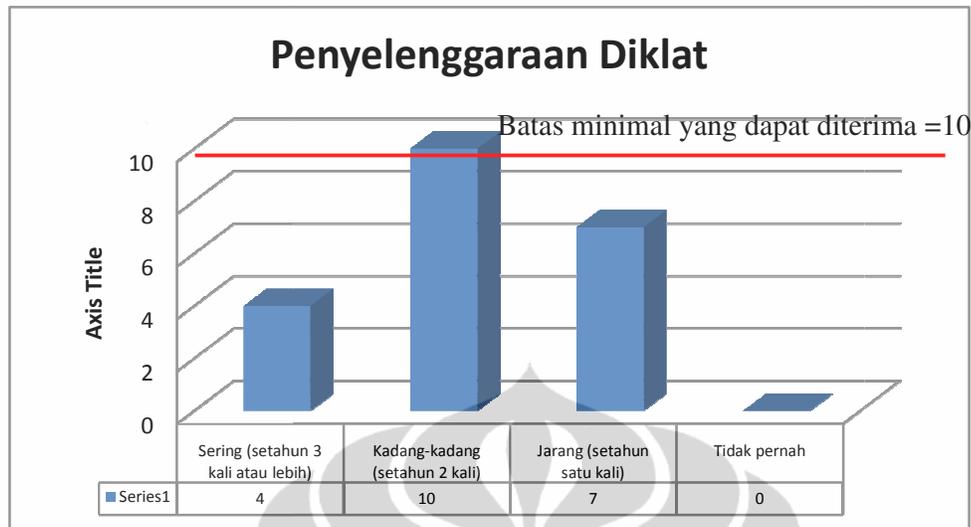
Pertanyaan keempat ini adalah berapa jumlah frekuensi pelatihan yang sudah berjalan untuk meningkatkan kemampuan personil dalam bidang pemeliharaan jalan KA

Dari hasil jawaban responden terhadap pertanyaan di atas dapat dilihat dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 4.9 Frekuensi Pelatihan (Diklat)

PENYELENGGARAAN DIKLAT		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X29	Sering (setahun 3 kali atau lebih)	4	19,05
X30	Kadang-kadang (setahun 2 kali)	10	47,62
X31	Jarang (setahun satu kali)	7	33,33
X32	Tidak pernah	0	0,00
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		4	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		5,25	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.7 Frekuensi Pelatihan

Dari grafik di atas terlihat bahwa 10 orang responden (47.62%) berpendapat bahwa frekuensi pelatihan yang sudah berjalan adalah kadang-kadang, kemudian 7 orang berpendapat bahwa pelatihan jarang dilakukan (33,33%). 4 orang berpendapat bahwa pelatihan sudah berjalan dengan baik dimana kegiatan ini sering dilakukan.

Batas minimal frekuensi variabel yang dapat diterima dalam penelitian ini adalah 10, dengan mempertimbangkan jumlah responden yang ada (21 orang). Dengan demikian, apabila ada jawaban yang kurang dari 10 dianggap tidak mewakili.

Berdasarkan analisa distribusi frekuensi terhadap data pada Tabel 4.9 diketahui bahwa jawaban responden dengan frekuensi diatas 10 dari total responden adalah hanya 'kadang-kadang' (10 orang, 47,62%).

4.4.2 Perencanaan Perawatan

Perencanaan perawatan bertujuan untuk mengetahui pedoman perawatan, kebutuhan material beserta kondisinya, frekuensi penilaian yang bertujuan untuk mendesain perawatan jalan KA agar tepat dan efektif di dalam pelaksanaannya.

Untuk mengetahui kondisi perencanaan untuk perawatan jalan KA eksisting, pada kuisioner ini ada pada pertanyaan nomor 8 sampai dengan 23.

Pertanyaan kedelapan dari bagian ini adalah untuk mengetahui kondisi sistem perawatan jalan KA yang telah dimiliki oleh perusahaan (Sistem PERJANA) apakah masih berjalan atau tidak.

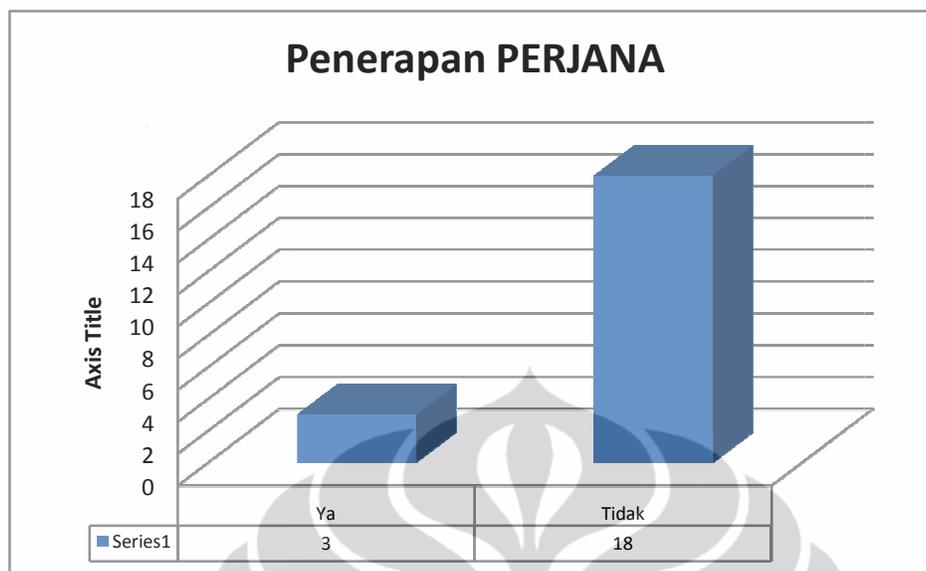
Terkait dengan pertanyaan ini adalah pelaksanaan Sistem PERJANA (Perawatan Jalan Terencana) sebagai pedoman pemeliharaan jalan KA apakah masih diterapkan atau tidak. Sistem PERJANA merupakan sistem perawatan yang mempunyai fungsi *Planning, Organizing, Actuating, Controlling*.

Dari hasil jawaban responden adalah sebagai berikut.

Tabel 4.10 Aplikasi Penerapan Sistem Perjana

PENERAPAN PERJANA BERJALAN DENGAN BAIK		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X33	Ya	3	14,29
X34	Tidak	18	85,71
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		2	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		10,50	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.8 Penerapan PERJANA

Dari grafik di atas terlihat bahwa 18 respon (85,71%) berpendapat bahwa sistem PERJANA belum diterapkan dengan baik/ maksimal. Sedangkan 3 respon berpendapat bahwa PERJANA sudah diterapkan dengan baik.

Batas minimal frekuensi variabel yang dapat diterima dalam penelitian ini adalah 10, dengan mempertimbangkan jumlah responden yang ada (21 orang). Dengan demikian, apabila ada jawaban yang kurang dari 10 dianggap tidak mewakili.

Berdasarkan analisa distribusi frekuensi terhadap data pada Tabel 4.10 diketahui bahwa jawaban responden dengan frekuensi diatas 10 dari total responden adalah hanya 'tidak' (18 orang, 85,71%).

Pertanyaan kesembilan dari bagian ini adalah untuk mengetahui fungsi mana dari sistem perawatan jalan KA yang telah dimiliki oleh perusahaan (Sistem PERJANA) yang belum berjalan dengan baik.

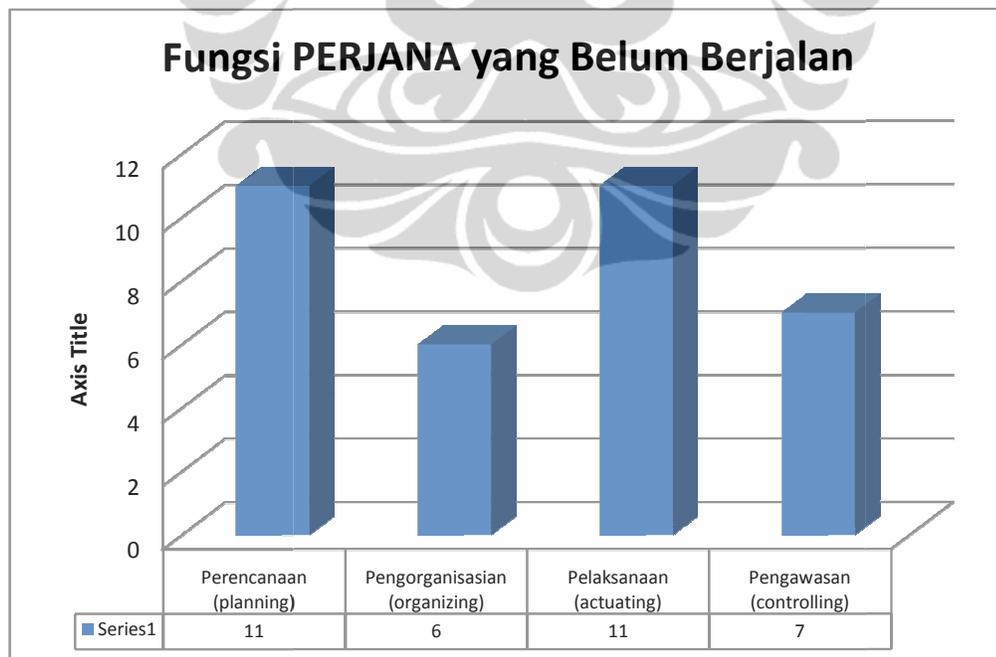
Terkait dengan pertanyaan kedelapan yang menjadi alasan belum dilakukannya Sistem PERJANA dengan baik oleh perusahaan. Pada pertanyaan ini fungsi yang mana yang dominan yang belum diaplikasikan sesuai aturan.

Jawaban responden ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.11 Elemen-elemen Fungsi Pada Sistem PERJANA

PERJANA		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X35	Perencanaan (<i>planning</i>)	11	31,43
X36	Pengorganisasian (<i>organizing</i>)	6	17,14
X37	Pelaksanaan (<i>actuating</i>)	11	31,43
X38	Pengawasan (<i>controlling</i>)	7	20,00
Total Jumlah Respon, X		35	
Jumlah Jawaban tersedia, N		4	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		8,75	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.9 Fungsi PERJANA yang Belum Berjalan

Dari grafik di atas terlihat bahwa 11 respon (31,43%) berpendapat bahwa elemen dari fungsi sistem PERJANA belum diterapkan dengan baik/ maksimal adalah fungsi perencanaan. Jumlah yang sama terjadi juga pada elemen pelaksanaan. 7 respon berpendapat bahwa elemen dari fungsi PERJANA yang belum berjalan adalah di pengawasan (20%) dan sisanya 6 respon (17,14%) berpendapat bahwa pengorganisasian belum berjalan dengan baik.

Batas minimal frekuensi variabel yang dapat diterima dalam penelitian ini adalah 10, dengan mempertimbangkan jumlah responden yang ada (21 orang). Dengan demikian, apabila ada jawaban yang kurang dari 10 dianggap tidak mewakili.

Berdasarkan analisa distribusi frekuensi terhadap data pada Tabel 4.11 diketahui bahwa jawaban responden dengan frekuensi diatas 10 dari total responden adalah hanya 'perencanaan' dan 'pelaksanaan' (masing-masing mempunyai 11 respon, 31,43%).

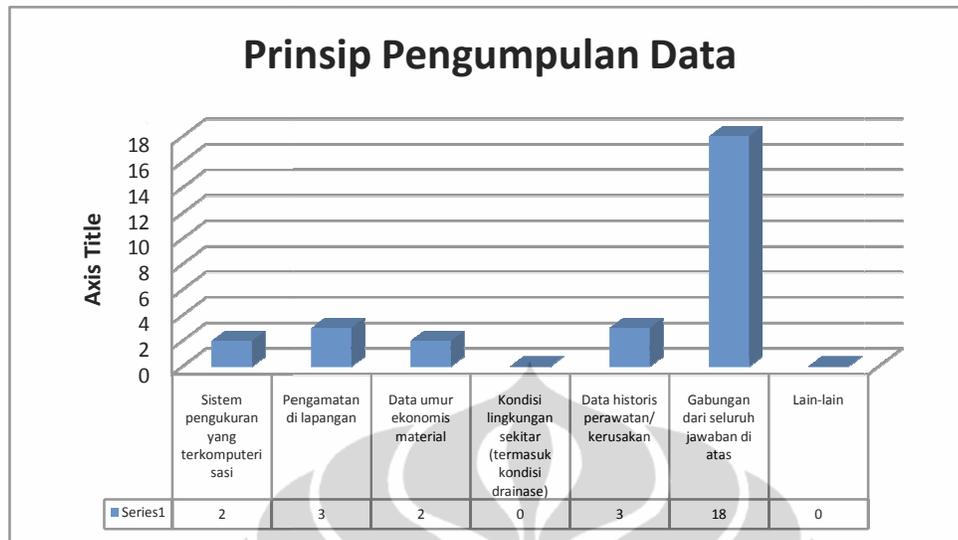
Pertanyaan kesepuluh adalah prinsip pengumpulan data untuk perawatan jalan rel sebaiknya berdasar apa.

Dari hasil jawaban responden dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.12 Prinsip-prinsip Basis Pengumpulan Data

PRINSIP PENGUMPULAN DATA PERAWATAN		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X39	Sistem pengukuran yang terkomputerisasi	2	7,14
X40	Pengamatan di lapangan	3	10,71
X41	Data umur ekonomis material	2	7,14
X42	Kondisi lingkungan sekitar (termasuk kondisi drainase)	0	0,00
X43	Data historis perawatan/ kerusakan	3	10,71
X44	Gabungan dari seluruh jawaban di atas	18	64,29
X45	Lain-lain	0	0,00
Total Jumlah Respon, X		28	
Jumlah Jawaban tersedia, N		7	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		4,00	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.10 Basis Pengumpulan Data

Dari grafik di atas terlihat bahwa 18 respon (64,29%) berpendapat bahwa basis pengumpulan data merupakan kombinasi dari sistem pengukuran terkomputerisasi, pengamatan di lapangan, umur ekonomis material, kondisi lingkungan, dan data historis kerusakan. Dengan demikian jawaban ini dapat mewakili seluruh opsi dari pernyataan yang diberikan.

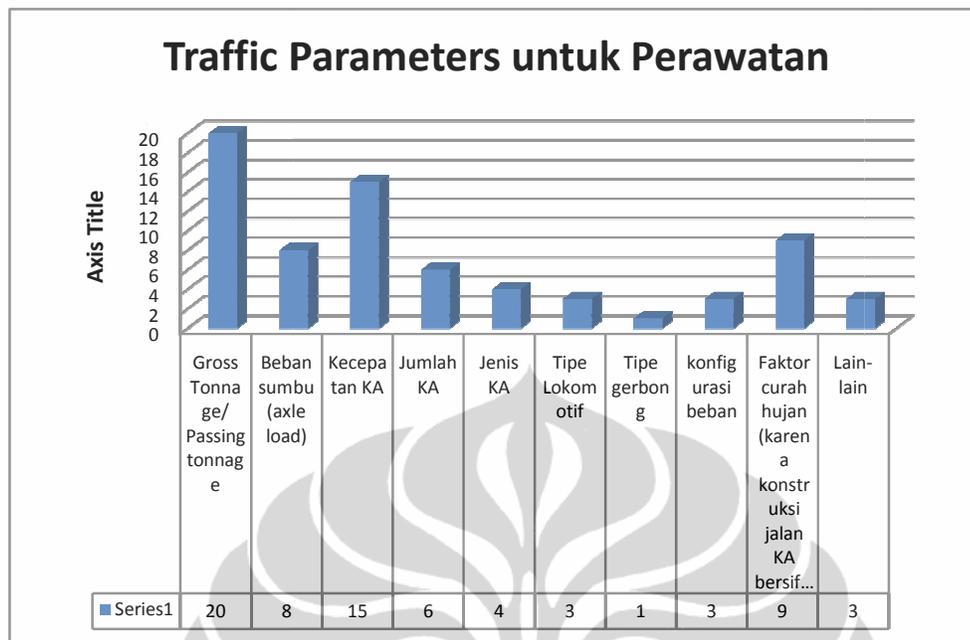
Pertanyaan kesebelas adalah Traffic Parameters yang paling penting untuk dianalisis terkait dengan kebutuhan perawatan jalan KA.

Jawaban dari responden adalah seperti yang di jabarkan pada tabel berikut.

Tabel 4. 13 Traffic Parameters Untuk Perawatan Jalan KA

TRAFFIC PARAMETERS UNTUK KEBUTUHAN PERAWATAN JALAN KA		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X46	<i>Gross Tonnage/ Passing tonnage</i>	20	27,78
X47	Beban sumbu (<i>axle load</i>)	8	11,11
X48	Kecepatan KA	15	20,83
X49	Jumlah KA	6	8,33
X50	Jenis KA	4	5,56
X51	Tipe Lokomotif	3	4,17
X52	Tipe gerbong	1	1,39
X53	konfigurasi beban	3	4,17
X54	Faktor curah hujan (karena konstruksi jalan KA bersifat <i>flexible pondation</i> , bukan <i>fix pondation</i>)	9	12,50
X55	Lain-lain	3	4,17
Total Jumlah Respon, X		72	
Jumlah Jawaban tersedia, N		10	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		7,20	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.11 Traffic Parameters untuk Perawatan Jalan KA

Dari grafik di atas terlihat bahwa 20 respon (27,78%) berpendapat bahwa Gross Tonnage/ Passing Tonnage merupakan data Traffic Parameters yang digunakan untuk mendesain perawatan jalan rel. Peringkat kedua dalam hal basis data Traffic Parameters untuk perawatan adalah kecepatan KA, 15 respon (20,83%). Jawaban lain berada pada posisi dibawah 10 frekuensinya, sehingga dianggap sebagai faktor yang tidak berpengaruh.

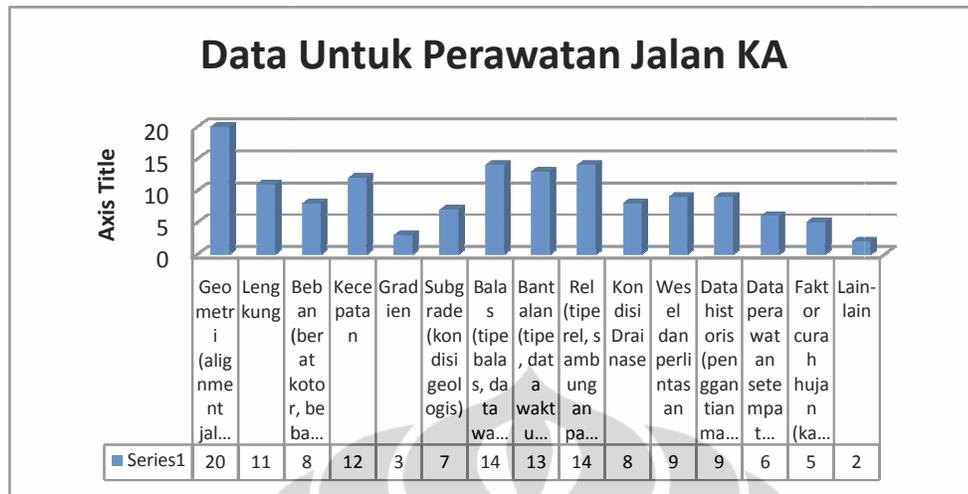
Pertanyaan kedua belas adalah Data dasar untuk kebutuhan perawatan jalan KA.

Berikut adalah jawaban dari responden terkait dengan pertanyaan nomor duabelas.

Tabel 4.14 Kebutuhan Data Untuk Perawatan Jalan KA

DATA UNTUK PERAWATAN JALAN KA		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X56	Geometri (<i>alignment</i> jalan-lebar sepur, <i>twist</i> , kerataan, dll)	20	14,18
X57	Lengkung	11	7,80
X58	Beban (berat kotor, beban jalan maksimum, dll)	8	5,67
X59	Kecepatan	12	8,51
X60	Gradien	3	2,13
X61	Subgrade (kondisi geologis)	7	4,96
X62	Balas (tipe balas, data waktu penggantian material, ketebalan, dll)	14	9,93
X63	Bantalan (tipe, data waktu pemasangan, beban, dll)	13	9,22
X64	Rel (tipe rel, sambungan pada rel, beban kumulatif yang diterima rel, dlsb)	14	9,93
X65	Kondisi Drainase	8	5,67
X66	Wesel dan perlintasan	9	6,38
X67	Data historis (penggantian material, pengelasan rel, pemecokan, dll)	9	6,38
X68	Data perawatan setempat (<i>spot maintenance history</i>)	6	4,26
X69	Faktor curah hujan (karena konstruksi jalan KA bersifat flexible pondation, bukan fix pondation)	5	3,55
X70	Lain-lain	2	1,42
Total Jumlah Respon, X		141	
Jumlah Jawaban tersedia, N		15	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		9,40	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.12 Data Dasar untuk Perawatan

Dari grafik di atas terlihat bahwa sebanyak 20 respon (14,18%) berpendapat bahwa geometri merupakan data yang digunakan untuk dasar perawatan jalan rel. Respon terbanyak kedua ada pada material balas dan rel, dimana respon masing-masing sebesar 14 (9,93%). Setelah itu respon terbanyak ada pada bantalan (13 respon, 9,22%), kecepatan (12 respon, 8,51%) dan lengkung (11 respon, 7,80%). Jawaban lain berada pada posisi dibawah 10 frekuensinya, sehingga dianggap sebagai faktor yang tidak berpengaruh.

Pertanyaan ketigabelas adalah frekuensi pengukuran kondisi jalan KA dengan KA Ukur untuk kebutuhan perawatan jalan KA.

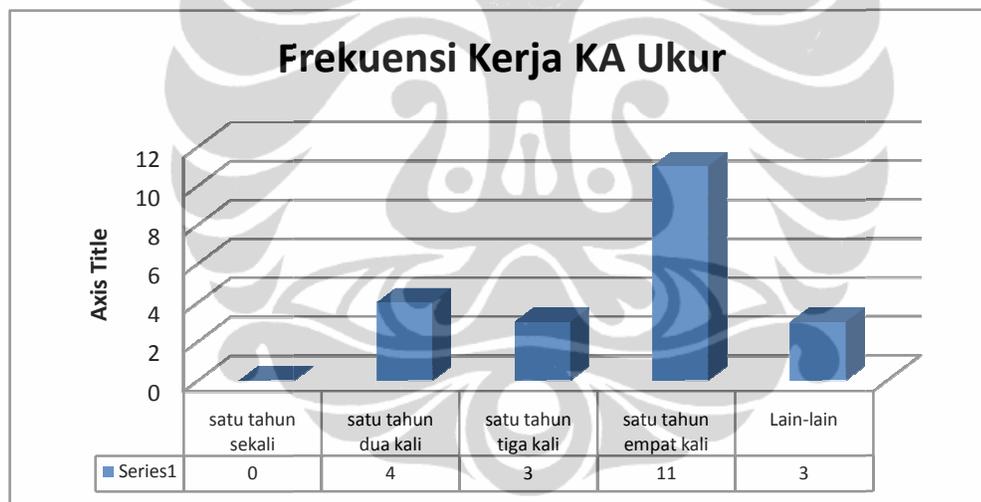
Pertanyaan ini ditujukan untuk mendapatkan opini terkait kebutuhan pengukuran kondisi jalan KA oleh KA ukur dengan pertimbangan kondisi infrastruktur saat ini.

Jawaban dari responden ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.15 Frekuensi Kerja KA Ukur

FREKUENSI KERJA KA UKUR		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X71	satu tahun sekali	0	0,00
X72	satu tahun dua kali	4	19,05
X73	satu tahun tiga kali	3	14,29
X74	satu tahun empat kali	11	52,38
X75	Lain-lain	3	14,29
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		5	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		4,20	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)

**Gambar4.13** Frekuensi kerja KA Ukur

Dari grafik di atas terlihat bahwa sebanyak 11 respon (52,38%) berpendapat bahwa KA Ukur harus memeriksa kondisi jalan KA sebanyak empat kali dalam satu tahun. Respon sebanyak 4 buah terkait frekuensi kerja KA ukur satu tahun sebanyak 2 kali.

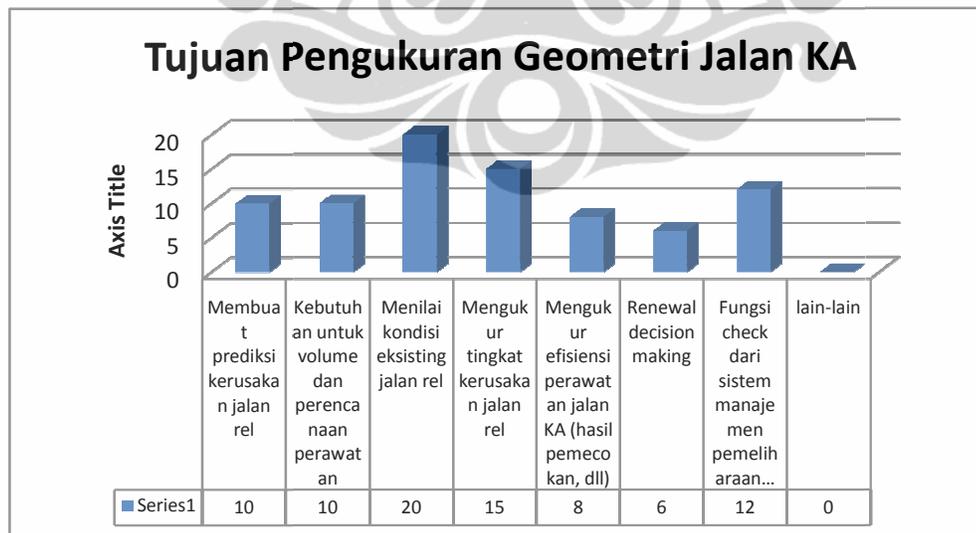
Pertanyaan keempatbelas adalah tujuan analisis lanjutan dari data Pengukuran KA Ukur.

Hasil jawaban responden ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.16 Tujuan Analisis Lanjutan Hasil KA Ukur

TUJUAN PENGUKURAN GEOMETRI JALAN KA		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X76	Membuat prediksi kerusakan jalan rel	10	12,35
X77	Kebutuhan untuk volume dan perencanaan perawatan	10	12,35
X78	Menilai kondisi eksisting jalan rel	20	24,69
X79	Mengukur tingkat kerusakan jalan rel	15	18,52
X80	Mengukur efisiensi perawatan jalan KA (hasil pemecokan, dll)	8	9,88
X81	<i>Renewal decision making</i>	6	7,41
X82	Fungsi check dari sistem manajemen pemeliharaan Jalan KA	12	14,81
X83	lain-lain	0	0,00
Total Jumlah Respon, X		81	
Jumlah Jawaban tersedia, N		8	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		10,13	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.14 Tujuan Pengukuran Geometri Jalan KA

Dari grafik di atas terlihat bahwa sebanyak 20 respon (24,69%) berpendapat bahwa tujuan pengukuran geometri untuk menilai kondisi eksisting jalan rel. Sementara itu 15 Respon (18,52%) menyatakan untuk mengukur tingkat kerusakan jalan rel. Jawaban lain yang dipilih adalah sebagai fungsi pemeriksaan manajemen perawatan jalan rel sebanyak 12 respon (14,81%). 10 respon (12,35%) didapat oleh jawaban ‘membuat prediksi kerusakan jalan re’ dan ‘kebutuhan untuk volume perencanaan perawatan jalan rel’. Jawaban lain berada pada posisi dibawah 10 frekuensinya, sehingga dianggap sebagai faktor yang tidak berpengaruh.

Pertanyaan kelimabelas adalah apakah dibutuhkan sebuah metodologi khusus untuk mendapatkan strategi yang bersifat cost-effective.

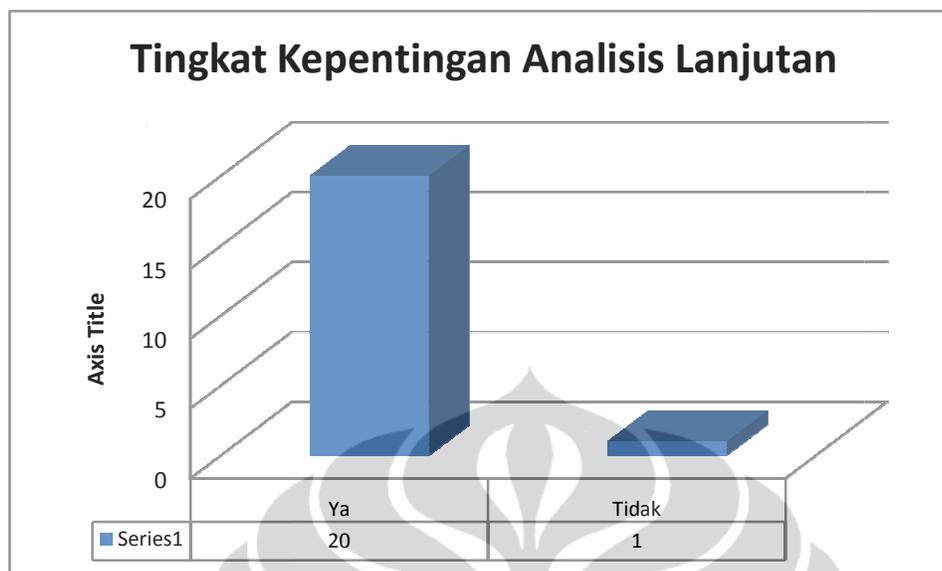
Pertanyaan ini ditujukan atas dasar respon dari pertanyaan sebelumnya, dimana analisis lanjutan dari hasil pengukuran KA Ukur (TQI) diperlukan metodologi khusus untuk mendesain perawatan jalan rel.

Jawaban dari responden adalah seperti pada tabel berikut.

Tabel 4. 17 Kepentingan Analisis Lanjutan dari Hasil KA Ukur

KEPENTINGAN ANALISIS LANJUTAN DARI HASIL PENGUKURAN GEOMETRI		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X84	Ya	20	95,24
X85	Tidak	1	4,76
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		2	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		10,50	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.15 Kepentingan Analisis Lanjutan

Dari grafik di atas terlihat bahwa 20 respon (95,24%) menyatakan bahwa perlu ada analisis lanjutan dengan metodologi khusus untuk menganalisis hasil KA Ukur. Sedangkan 1 respon berpendapat bahwa tidak perlu adanya analisis lanjutan.

Batas minimal frekuensi variabel yang dapat diterima dalam penelitian ini adalah 10, dengan mempertimbangkan jumlah responden yang ada (21 orang). Dengan demikian, apabila ada jawaban yang kurang dari 10 dianggap tidak mewakili.

Berdasarkan analisa distribusi frekuensi terhadap data pada Tabel 4.17 diketahui bahwa jawaban responden dengan frekuensi diatas 10 dari total responden adalah hanya 'ya' (20 orang, 95,24%).

Pertanyaan keenambelas adalah jenis metodologi yang diketahui oleh responden.

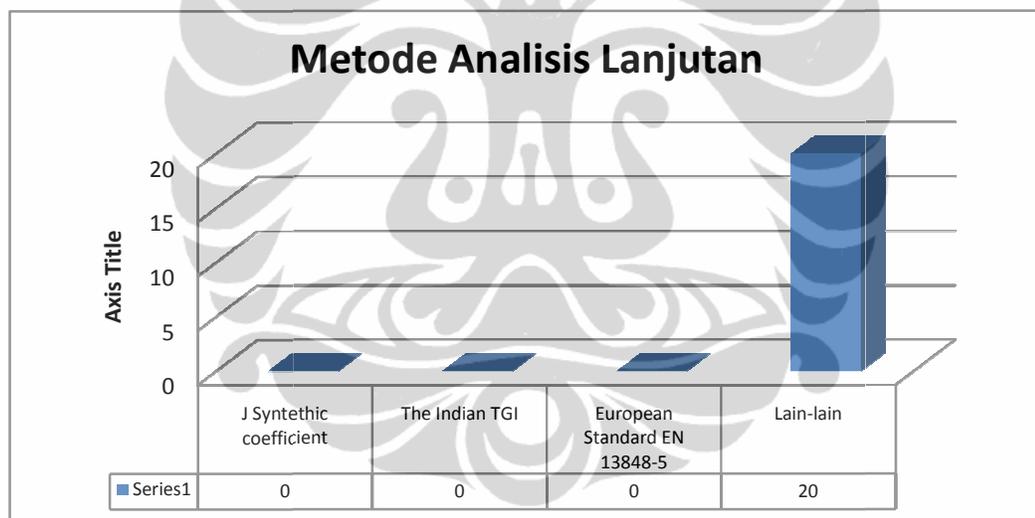
Pertanyaan ini bertujuan mencari tahu informasi pemahaman responden akan metodologi yang biasa digunakan.

Jawaban responden ditunjukkan oleh tabel berikut.

Tabel 4.18 Metodologi Pengukuran TQI

METODE ANALISIS HASIL PENGUKURAN TQI		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X86	J Syntethic coefficient	0	0,00
X87	The Indian TGI	0	0,00
X88	European Standard EN 13848-5	0	0,00
X89	Lain-lain	20	100,00
Total Jumlah Respon, X		20	
Jumlah Jawaban tersedia, N		4	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		5	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)

**Gambar 4.16** Metodologi yang Dikenal oleh Responden

Dari grafik di atas terlihat bahwa 20 respon (100%) memilih metodologi khusus untuk menganalisis hasil KA Ukur, namun dari alternatif jawaban yang disediakan oleh peneliti, para responden memilih kategori lain-lain.

Pertanyaan ketujuhbelas adalah jenis material yang membutuhkan dana perawatan paling banyak

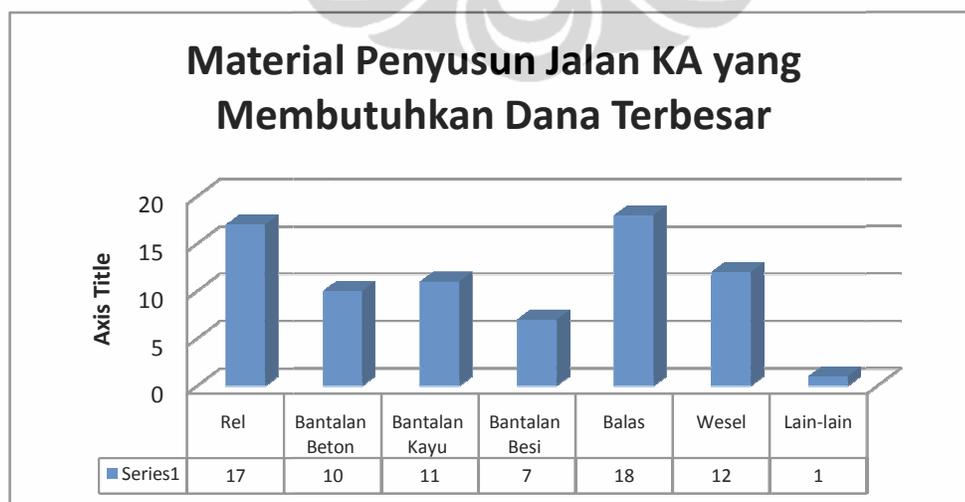
Pertanyaan ini bertujuan untuk mengetahui secara umum material penyusun jalan KA yang mana yang paling banyak membutuhkan dana untuk perawatannya.

Berikut jawaban responden seperti yang digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 4.19 Material yang membutuhkan Dana Perawatan Paling Besar

MATERIAL PENYUSUN JALAN KA YANG MEMBUTUHKAN DANA PALING BANYAK		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X90	Rel	17	22,37
X91	Bantalan Beton	10	13,16
X92	Bantalan Kayu	11	14,47
X93	Bantalan Besi	7	9,21
X94	Balas	18	23,68
X95	Wesel	12	15,79
X96	Lain-lain	1	1,32
Total Jumlah Respon, X		76	
Jumlah Jawaban tersedia, N		7	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		10,86	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.17 Material yang Membutuhkan Dana Perawatan terbesar

Dari grafik di atas terlihat bahwa 18 respon (23,68%) menyatakan bahwa balas adalah material penyusun jalan KA yang membutuhkan biaya paling besar. Peringkat kedua adalah rel (22,37%) dengan 17 respon. Selain itu material lain yang perlu biaya yang besar adalah wesel (15,79%), Bantalan kayu (14,47%), dan bantalan beton (13,16%).

Pertanyaan kedelapanbelas adalah jenis material yang sering mengalami kerusakan.

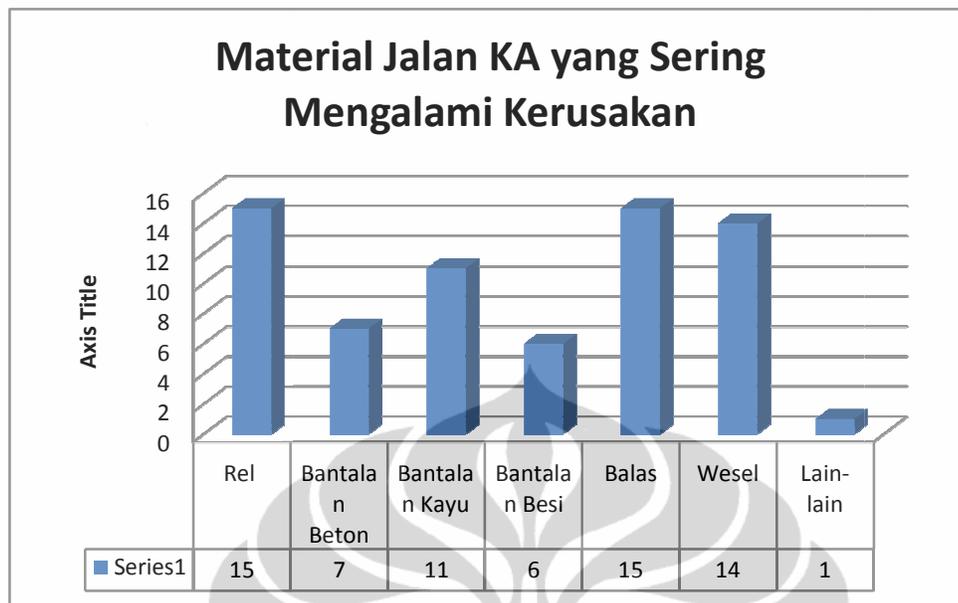
Pertanyaan ini bertujuan untuk mengetahui secara umum material penyusun jalan KA yang paling sering mengalami kerusakan.

Berikut jawaban responden seperti yang digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 4. 20 Material Jalan KA yang Sering Rusak

MATERIAL PENYUSUN JALAN KA YANG SERING MENGALAMI KERUSAKAN		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X97	Rel	15	21,74
X98	Bantalan Beton	7	10,14
X99	Bantalan Kayu	11	15,94
X100	Bantalan Besi	6	8,70
X101	Balas	15	21,74
X102	Wesel	14	20,29
X103	Lain-lain	1	1,45
Total Jumlah Respon, X		69	
Jumlah Jawaban tersedia, N		7	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		9,86	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.18 Material Yang Sering Rusak

Dari grafik di atas terlihat bahwa rel dan balas mempunyai respon yang sama terkait dengan tingkat kerusakannya, 15 respon (21,74%). Selain itu, material yang dianggap sering rusak adalah wesel (14 respon, 20,29%) dan bantalan kayu (11 respon, 15,94%).

Pertanyaan kesembilanbelas adalah jenis material yang sulit dirawat.

Pertanyaan ini bertujuan untuk mengetahui secara umum material penyusun jalan KA yang paling sulit dirawat.

Berikut jawaban responden seperti yang digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 4.21 Material yang Paling Sulit dirawat.

MATERIAL PENYUSUN JALAN KA YANG SULIT DIRAWAT		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X97	Rel	12	22,22
X98	Bantalan Beton	5	9,26
X99	Bantalan Kayu	4	7,41
X100	Bantalan Besi	5	9,26
X101	Balas	7	12,96
X102	Wesel	21	38,89
X103	Lain-lain	0	0,00
Total Jumlah Respon, X		54	
Jumlah Jawaban tersedia, N		7	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		7,71	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)

**Gambar 4.19** Material yang Paling Sulit dirawat

Dari grafik di atas terlihat bahwa wesel merupakan material jalan rel yang paling sulit dirawat, 21 respon (38,89%). Selain itu, material yang dianggap paling sulit dirawat adalah rel (12 respon, 22,22%). Selebihnya bukan merupakan material yang dianggap sulit dirawat karena dilihat dari frekuensinya kurang dari 10.

Pertanyaan kedua puluh adalah penentuan penggantian komponen material jalan rel.

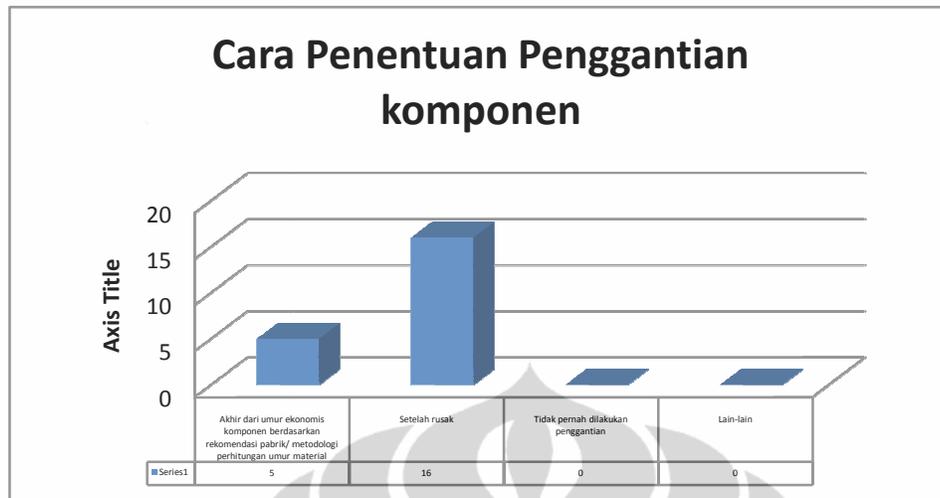
Pertanyaan ini bertujuan untuk mengetahui secara umum bagaimana cara ditentukannya penggantian komponen jalan rel.

Berikut jawaban responden seperti yang digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 4.22 Cara Penentuan Penggantian Komponen

CARA PENENTUAN PENGGANTIAN KOMPONEN		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X111	Akhir dari umur ekonomis komponen berdasarkan rekomendasi pabrik/ metodologi perhitungan umur material	5	23,81
X112	Setelah rusak	16	76,19
X113	Tidak pernah dilakukan penggantian	0	0,00
X114	Lain-lain	0	0,00
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		4	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		5,25	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.20 Cara Penentuan Penggantian Komponen

Dari grafik di atas terlihat bahwa kategori 'setelah rusak' adalah jawaban yang paling banyak mendapat respon, 16 respon (76,19%). Selebihnya tidak dianggap signifikan sebagai cara penggantian komponen yang umum digunakan.

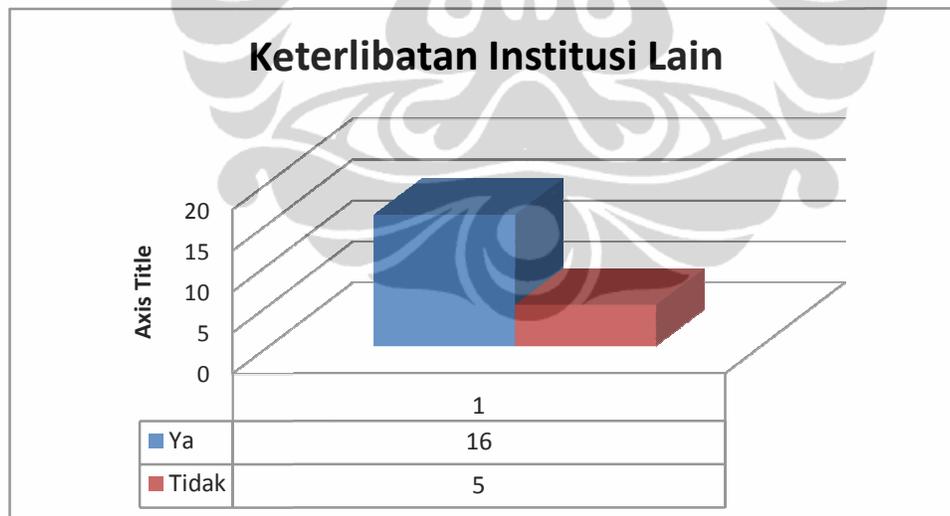
Pertanyaan kedua puluh satu adalah apakah responden melibatkan pihak lain pada saat merencanakan kegiatan perawatan.

Berikut jawaban dari responden seperti yang digambarkan pada tabel 4.23.

Tabel 4.23 Keikutsertaan pihak Lain Pada Saat Merencanakan Perawatan

MENGIKUTSERTAKAN INSTITUSI LAIN DALAM PERENCANAAN		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X115	Ya	16	76,19
X116	Tidak	5	23,81
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		2	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		10,50	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)

**Gambar 4.21** Keterlibatan Pihak Lain dalam Perencanaan Perawatan

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa rata-rata responden mengikutsertakan pihak lain dalam rencana perawatan jalan KA (16 respon, 76,19%). Sedangkan sisanya menyatakan bahwa mereka tidak pernah melibatkan pihak lain untuk perencanaan perawatan.

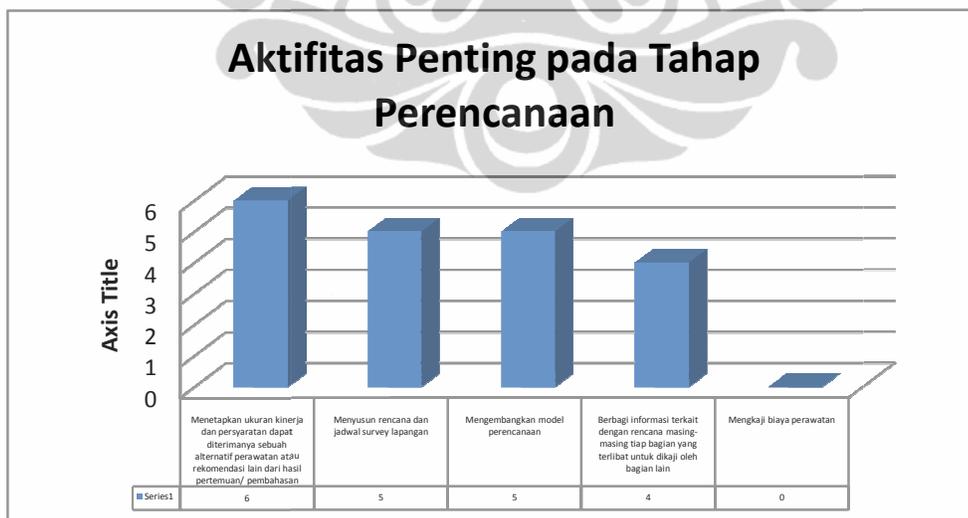
Pertanyaan kedua puluh dua adalah aktifitas apa yang dilakukan pada saat perencanaan.

Berikut jawaban dari responden terkait aktifitas yang dilakukan pada tahap perencanaan.

Tabel 4.24 Aktifitas Penting Pada Tahap Perencanaan

AKTIFITAS PENTING PADA TAHAP PERENCANAAN		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X117	Menetapkan ukuran kinerja dan persyaratan dapat diterimanya sebuah alternatif perawatan atau rekomendasi lain dari hasil pertemuan/ pembahasan	6	30,00
X118	Menyusun rencana dan jadwal survey lapangan	5	25,00
X119	Mengembangkan model perencanaan	5	25,00
X120	Berbagi informasi terkait dengan rencana masing-masing tiap bagian yang terlibat untuk dikaji oleh bagian lain	4	20,00
X121	Mengkaji biaya perawatan	0	0,00
X122	Lain-lain	0	0,00
Total Jumlah Respon, X		20	
Jumlah Jawaban tersedia, N		6	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		3,33	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.22 Aktifitas Penting Pada Tahap Perencanaan

Dari grafik diatas sebanyak 6 respon (30%) menyatakan bahwa mereka melakukan ‘Menetapkan ukuran kinerja dan persyaratan dapat diterimanya sebuah alternatif perawatan atau rekomendasi lain dari hasil pertemuan/pembahasan’. Namun, karena keseluruhan jawaban tidak ada yang melebihi batas minimum sebanyak 10 frekuensi maka jawaban dianggap tidak signifikan.

Pertanyaan keduapuluh tiga adalah aktifitas sub-process yang mana dari model decision support (DSS) yang diajukan yang pernah dilakukan oleh responden.

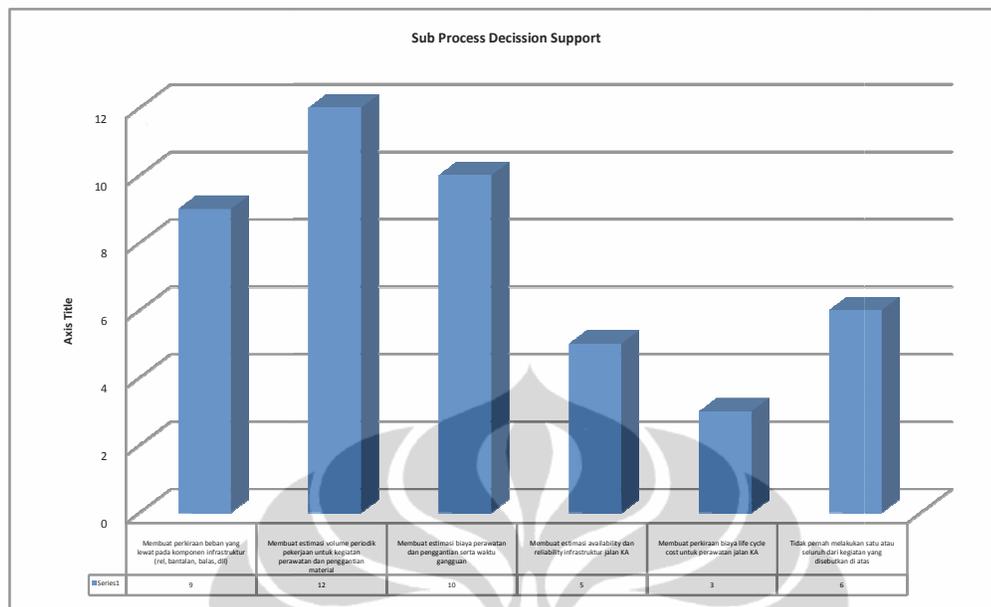
Secara umum pertanyaan ini diajukan untuk diketahui apakah ada dari bagian DSS yang bertujuan untuk menghitung *life cycle costing* jalan KA yang dilakukan oleh responden.

Tabel berikut menjelaskan jawaban dari pertanyaan tersebut.

Tabel 4.25 Sub-Process Decision Support

SUB PROSES DECISION SUPPORT		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X123	Membuat perkiraan beban yang lewat pada komponen infrastruktur (rel, bantalan, balas, dll)	9	20,00
X124	Membuat estimasi volume periodik pekerjaan untuk kegiatan perawatan dan penggantian material	12	26,67
X125	Membuat estimasi biaya perawatan dan penggantian serta waktu gangguan	10	22,22
X126	Membuat estimasi <i>availability</i> dan <i>reliability</i> infrastruktur jalan KA	5	11,11
X127	Membuat perkiraan biaya <i>life cycle cost</i> untuk perawatan jalan KA	3	6,67
X128	Tidak pernah melakukan satu atau seluruh dari kegiatan yang disebutkan di atas	6	13,33
Total Jumlah Respon, X		45	
Jumlah Jawaban tersedia, N		6	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		7,50	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.23 Aktifitas Sub-Process DSS yang digunakan

Respon sebanyak 12 (26,67%) menunjukkan bahwa responden menggunakan salah satu dari bagian langkah Decision Support System (DSS) ketika mendesain perawatan jalan KA, yaitu kategori ‘membuat estimasi volume periodik pekerjaan untuk kegiatan perawatan dan penggantian material’. Peringkat kedua adalah kategori ‘membuat estimasi biaya perawatan dan penggantian serta waktu gangguan’ sebesar 10 respon (22,22%).

4.4.3 Budgeting

Pada bagian ini pertanyaan ditujukan kepada responden dalam rangka untuk mengetahui pedoman yang yang digunakan untuk menentukan biaya pemeliharaan, apakah *life cycle cost* (LCC) digunakan pada saat mendesain perawatan atau tidak serta alasan jika tidak digunakan.

LCC merupakan penjumlahan dari seluruh biaya pemilikan dan penggunaan sebuah aset sepanjang usia kegunaan ekonomis. Konsep dasarnya adalah pengambilan keputusan terhadap perencanaan dan perolehan aset yang dapat

tahan lama harus diperhitungkan konsekuensi biaya jangka panjangnya dan tidak didasarkan pada biaya investasi awalnya saja.

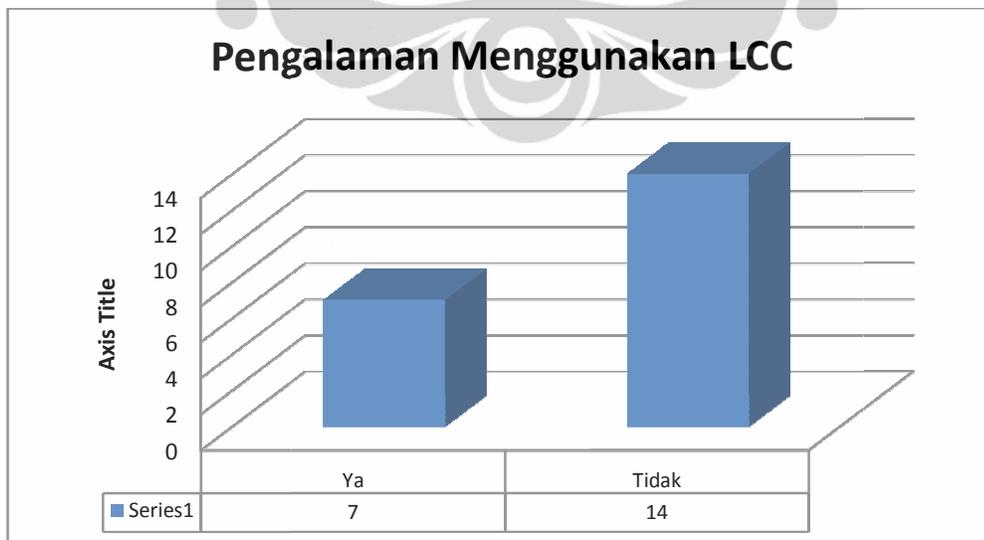
Pertanyaan keduapuluhempat adalah pengalaman responden dalam menggunakan konsep LCC pada perencanaan perawatan

Berikut jawaban responden terkait dengan pertanyaan penggunaan LCC sebagai pedoman dalam pengambilan keputusan

Tabel 4.26 Pengalaman dalam Penggunaan Metoda LCC

PENGALAMAN MENGGUNAKAN LCC		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X129	Ya	7	33,33
X130	Tidak	14	66,67
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		2	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		10,50	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.24 Pengalaman Menggunakan Metoda LCC

Dari hasil grafik di atas dapat disimpulkan bahwa hampir keseluruhan responden (66,67%) belum pernah menggunakan metode LCC dalam perawatan jalan KA. Sementara itu sebagian 33,33% pernah menggunakan LCC.

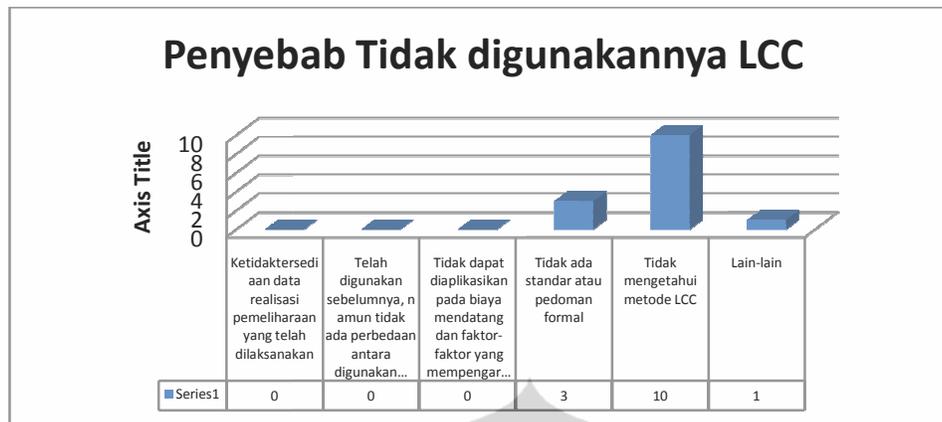
Pertanyaan keduapuluhlima untuk mengetahui alasan tidak digunakannya LCC sebagai metode untuk perawatan jalan KA

Terkait dengan pertanyaan nomor duapuluhempat yang menyatakan tidak digunakannya metoda LCC dalam pelaksanaan pemeliharaan perawatan jalan KA, berikut alasan responden tidak menggunakan LCC.

Tabel 4.27 Penyebab tidak Digunakannya Metode LCC

PENYEBAB TIDAK MENGGUNAKAN LCC		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X131	Ketidakterediaan data realisasi pemeliharaan yang telah dilaksanakan	0	0,00
X132	Telah digunakan sebelumnya, namun tidak ada perbedaan antara digunakan dengan tidak menggunakan LCC	0	0,00
X133	Tidak dapat diaplikasikan pada biaya mendatang dan faktor-faktor yang mempengaruhinya	0	0,00
X134	Tidak ada standar atau pedoman formal	3	21,43
X135	Tidak mengetahui metode LCC	10	71,43
X136	Lain-lain	1	7,14
Total Jumlah Respon, X		14	
Jumlah Jawaban tersedia, N		6	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		2,33	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.25 Penyebab tidak digunakannya Metode LCC

Dapat disimpulkan dari hasil grafik di atas bahwa metode LCC tidak digunakan dengan alasan para responden tidak mengetahui metode LCC tersebut, 71,43%. Selebihnya mengatakan bahwa tidak ada standar atau pedoman formula dalam melakukan LCC, 21,43%.

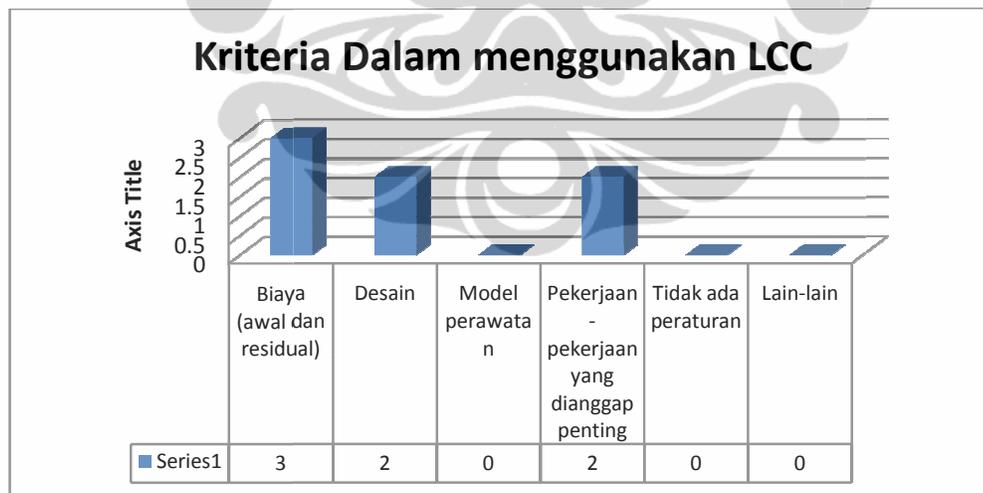
Pertanyaan keduapuluhenam untuk mengetahui kriteria digunakannya LCC bagi responden yang menjawab pernah menggunakan metode LCC

Terkait dengan pertanyaan nomor duapuluhempat yang menyatakan digunakannya metoda LCC dalam pelaksanaan pemeliharaan perawatan jalan KA, berikut alasan responden.

Tabel 4.28 Kriteria yang digunakan Pada Saat Menerapkan LCC

KRITERIA YANG DIGUNAKAN KETIKA MENERAPKAN LCC		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X137	Biaya (awal dan residual)	3	42,86
X138	Desain	2	28,57
X139	Model perawatan	0	0,00
X140	Pekerjaan-pekerjaan yang dianggap penting	2	28,57
X141	Tidak ada peraturan	0	0,00
X142	Lain-lain	0	0,00
Total Jumlah Respon, X		7	
Jumlah Jawaban tersedia, N		6	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		1,17	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)

**Gambar 4.26** Kriteria Penggunaan LCC

Dari grafik dapat dilihat kriteria penggunaan LCC, namun karena jumlahnya dibawah 10 respon maka pernyataan ini dianggap tidak cukup signifikan untuk digunakan di dalam penelitian.

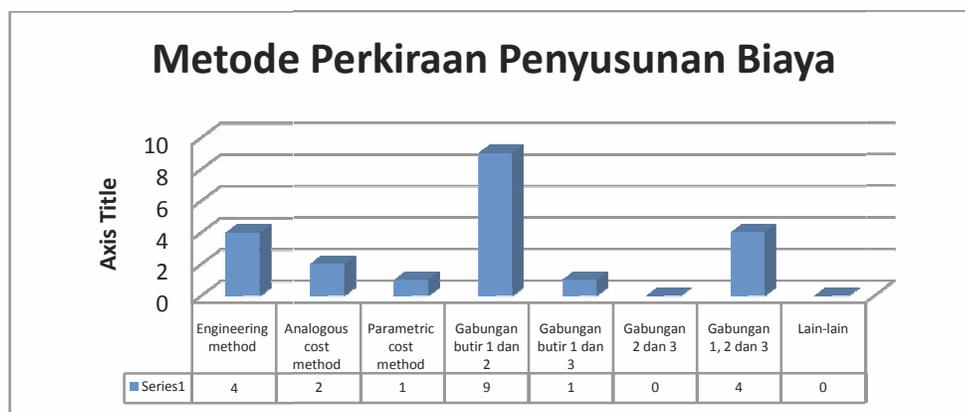
Pertanyaan kedupuluhtujuh untuk mengetahui metode dalam membuat perkiraan biaya

Berikut jawaban responden terhadap pertanyaan nomor 26.

Tabel 4.29 Metode Perkiraan Penyusunan Biaya

METODE PERKIRAAN PENYUSUNAN BIAYA		FREKUENSI	
		JUMLAH RESPON	%
X143	<i>Engineering method</i>	4	19,05
X144	<i>Analogous cost method</i>	2	9,52
X145	<i>Parametric cost method</i>	1	4,76
X146	Gabungan butir 1 dan 2	9	42,86
X147	Gabungan butir 1 dan 3	1	4,76
X148	Gabungan 2 dan 3	0	0,00
X149	Gabungan 1, 2 dan 3	4	19,05
X150	Lain-lain	0	0,00
Total Jumlah Respon, X		21	
Jumlah Jawaban tersedia, N		8	
Nilai rata-rata respon per jawaban tersedia		2,63	
Total Responden		21	

(Sumber: Hasil olahan sendiri)



Gambar 4.27 Metode Penyusunan Biaya

Dari grafik dapat dilihat kriteria metode penyusunan biaya, namun karena jumlahnya tidak ada yang signifikan (dibawah 10 respon) maka pernyataan ini dianggap tidak cukup untuk digunakan sebagai faktor yang berpengaruh.

4.5 ANALISIS STUDI KASUS

Untuk menjawab RQ 2 dan seperti yang telah disebutkan pada bab sebelumnya bahwa studi kasus pada penelitian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana desain alternatif diperlukan sebagai pembandingan desain awal. Sebagai contoh kecil, diambil salah satu pekerjaan perawatan perbaikan jalan rel di Daerah Jabotabek dengan keterangan sebagai berikut:

- Koridor : Jatinegara-Bekasi, Km 6+870 s.d 6+900, Daerah Operasi I Jakarta;
- Jalan KA termasuk pada golongan 3 UIC, diasumsikan mempunyai gross tonase per tahunnya 25 MGT;
- Umur Rel berdasar estimasi LCC adalah 600 MGT (24 tahun) (...);
- Discount rate di asumsikan 5%
- Tipe R 54, yang berarti 54 kg/m;
- Biaya-biaya pemasangan rel:
 - o Harga rel/ ton = Rp. 10.692.955,- ~ Rp. 10.700.000,- Dengan demikian harga rel = Rp. 10.700/ kg, maka total yang dibutuhkan sepanjang 30 m = $10.700 \times 54 \times 30 \times 2 = \text{Rp. } 34.668.000,-$
 - o Harga Tukang = Rp. 592.071,-
 - o Harga bantalan beton termasuk penambat = Rp. 675.844,10,- dengan kebutuhan ± 50 buah, sehingga = 31.392.220
 - o Harga Pengelasan per titik = Rp. 1.763.692,- ada 4 titik sehingga total adalah Rp. 7.054.771,-
 - o Harga *aligning* (angkat-listring)/ m = Rp.35.475,- sehingga total adalah Rp. 1.064.250,-

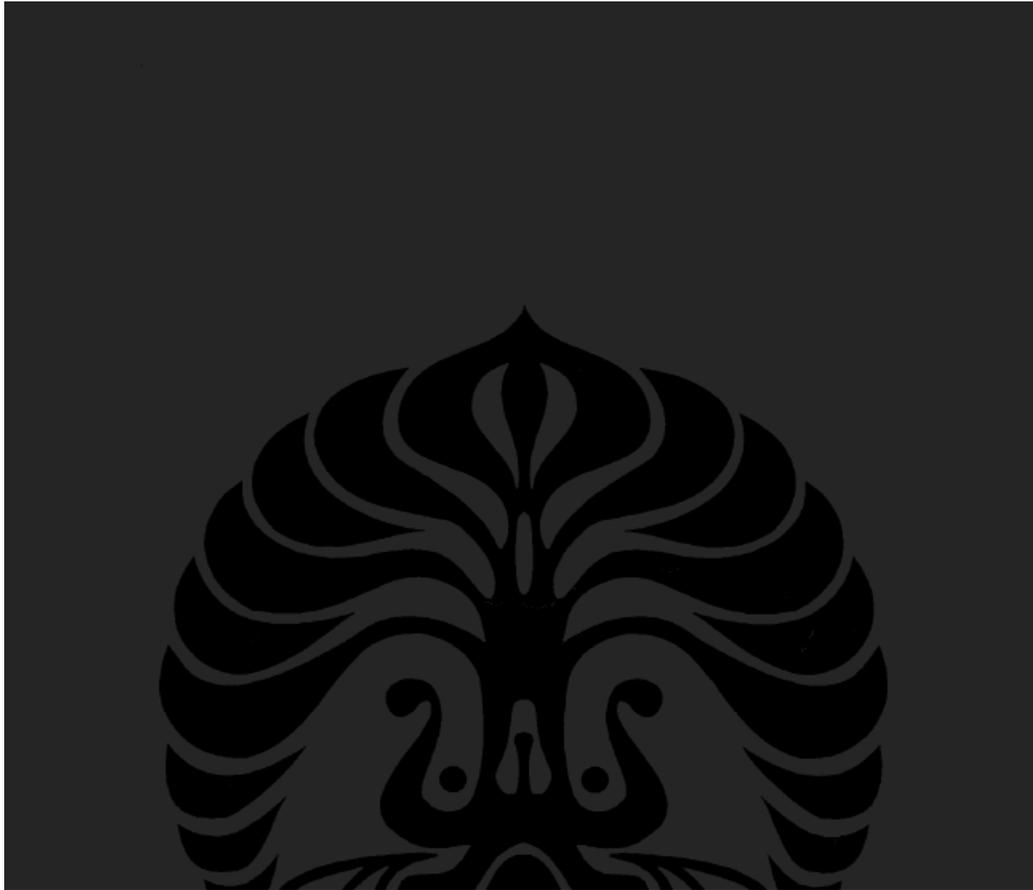
- Harga *aligning* dengan menggunakan KA Kerja = Rp. 2.200.000,-
Sehingga total kebutuhan adalah **Rp. 76.971.312,-**
- Biaya perbaikan rel dengan pengelasan saja Rp. 31.000.000,-
- Asumsi biaya perawatan pada masing-masing desain adalah 1% dari nilai total masing-masing biaya;
- *Salvage value* dari rel diasumsikan 15% dari nilai awalnya.

Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.30 dan 4.31 di bawah ini.

Tabel 4.30 Opsi Pengelasan Jalan Rel



(Sumber: Hasil olahan sendiri)

Tabel 4.31 Opsi Penggantian Material Rel

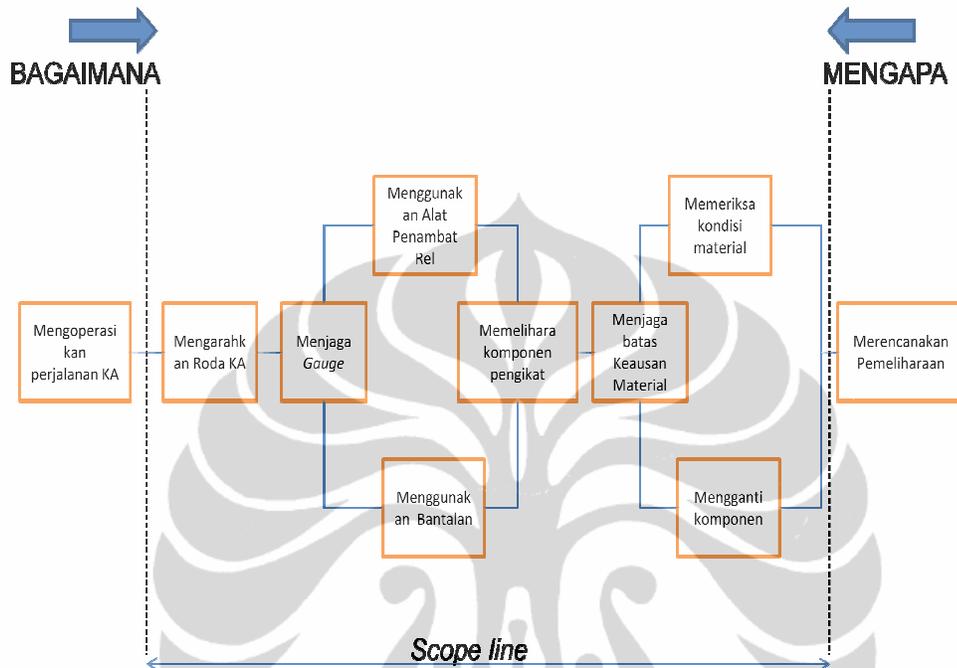
(Sumber: Hasil olahan sendiri)

Dari hasil perhitungan di atas dapat dilihat bahwa meskipun harga perawatan jalan rel dengan melakukan pengelasan lebih murah (Rp. 31 Juta), namun setelah dibandingkan dengan penggantian melakukan penggantian material (Rp. 76 Juta) biaya total keseluruhan (NPV) yang didapat lebih murah dengan melakukan penggantian material rel.

Dari hasil perbandingan tersebut, terbukti dengan melakukan analisis Biaya Siklus Hidup (LCC) dapat diketahui alternatif biaya perawatan yang lebih hemat namun lebih handal dibanding dengan metode pengelasan saja.

Dari hasil penghitungan LCC di atas, Model diagram Function Analysis System Technique (FAST) yang merupakan alat dari metodologi VE untuk

mengidentifikasi peningkatan nilai pada fungsi dari contoh di atas (material rel) dapat dibuat sebagaimana pada gambar berikut.



Gambar 4.28 FAST Diagram dari Rel

4.6 ANALISIS RENCANA STRATEGIS PENERAPAN VE DI INDONESIA

Untuk menjawab tujuan penelitian yang ketiga yaitu cara penerapan *value engineering* dalam rangka perawatan jalan KA di Indonesia, maka yang dijadikan percontohan adalah variabel-variabel yang didapat dari pembahasan sebelumnya.

4.6.1 *Success Story* Penerapan Value Engineering di Bidang Transportasi

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, VE sudah di implementasikan oleh berbagai institusi di dunia dalam konteks penghematan biaya. Sebagai contoh aplikasi VE oleh Departemen Transportasi Amerika Serikat yang menerapkan VE pada proyek *highway* dan berhasil menghemat \$2 juta - \$3 juta dari nilai proyek rata-rata \$25 juta.

Zimmerman dan Hart menyimpulkan kriteria yang digunakan untuk membuat evaluasi terhadap nilai seperti pada Tabel 4.32 berikut:

Tabel 4.32 Kriteria Evaluasi Nilai

No	Kriteria Penilaian
1	Biaya awal
2	Biaya bahan bakar
3	<i>Return of Profit</i>
4	Kinerja fungsi
5	Reliabilitas
6	Kemampuan beroperasi
7	Kemudahan perawatan
8	Kualitas
9	<i>Salability</i>
10	Estetika dan lingkungan
11	Permintaan dari pemilik proyek
12	Keamanan (<i>safety</i>)

(Sumber: Hart and Zimmerman)

Sejak akhir tahun 1970 an, Federal Highway Association (FHWA) sudah mengeluarkan beberapa laporan studi VE yang khusus membahas tentang prosedur perawatan jalan raya. Kategori utama pada studi tersebut menekankan pada kemampuan untuk menyediakan perawatan yang bersifat preventif. Alternatif-alternatif perawatan didasarkan pada Biaya Siklus Hidup daripada Biaya Awal (Investasi).

Rekomendasi lainnya adalah meningkatkan nilai ekonomis atau nilai fungsi pada desain awal. Komponen pengganti/ baru dipilih berdasarkan umur ekonomis yang panjang dan atau biaya perawatan yang rendah.

Sementara itu London Underground Ltd- perusahaan KA bawah tanah di Inggris, menerapkan VE/VM untuk kegiatan-kegiatan bisnisnya dan mampu mengurangi biaya-biaya tidak perlu sampai dengan 20% dalam 10 tahun tanpa mengurangi kualitas layanan transportasinya.

Fry (1995) di dalam tulisannya menyebutkan bahwa pada saat menerapkan VE/VM ekspektasi bisnis fokus pada:

1. Kemampuan untuk menyelaraskan proyek atau taktik yang berhubungan dengan objektif dengan nilai strategis perusahaan yang berhubungan dengan tujuan (goal);
2. Peningkatan/ perbaikan secara umum pada proses awal dan lebih spesifik/ detail untuk proyek;
3. Penghilangan biaya tidak penting tanpa mengorbankan kualitas dan kriteria keselamatan.

East Japan Railway Company (East JR) menerapkan VE dan mengembangkan menjadi lebih sederhana yang disebut *Intensive VE*, dimana pada metode VE standar terdapat 10 langkah proses sedangkan *Intensive VE* meningkatnya menjadi 5 langkah proses.

Pada Tabel 4.33 membandingkan perbedaan-perbedaan tersebut.

Tabel 4.33 Perbandingan VE Standar dengan *Intensive VE*

Langkah	Standar VE	Intensive VE
Definisi	Mengumpulkan informasi	Mengumpulkan informasi
	Mendefinisikan fungsi	Mendefinisikan fungsi
	Mengorganisir fungsi	
Evaluasi	Analisis biaya	Analisis biaya
	Evaluasi fungsi	
	Memilih target	
Proposal	Propose ide	Propose ide
	Evaluasi (umum)	
	Refine ide	Refine ide
	Evaluasi (detil)	

(Sumber: Moriyama)

4.6.2 Penerapan VE untuk Perawatan Jalan KA

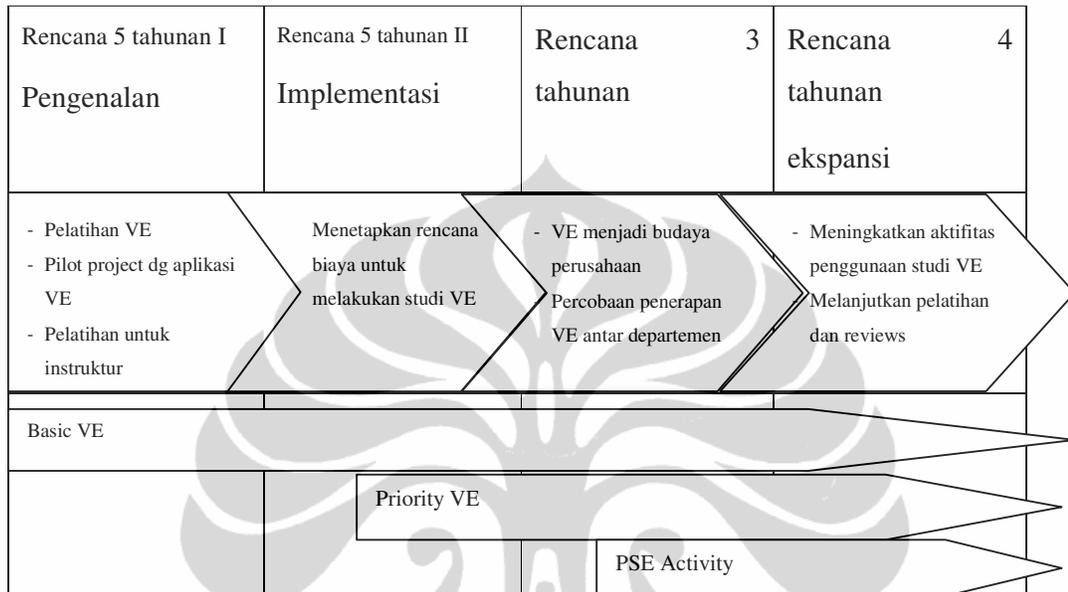
Seperti organisasi perawatan lainnya, tugas dari bagian perawatan jalan KA pada umumnya harus dapat menyediakan *deliverables* yang berkualitas baik, aman, terstruktur dan hemat dan tepat waktu. Akan tetapi pada umumnya kelemahan kelemahan pada tiap organisasi selalu muncul dan menghambat produktifitas kerja organisasi. Dalam konteks jangka pendek VE harus dapat diandalkan untuk membantu beberapa kekurangan yang terjadi di dalam penerapan perawatan jalan KA di Indonesia.

Tujuan utama yang pertama adalah memperkenalkan budaya VE/VM di lingkungan organisasi perawatan jalan KA. Menurut Fry (1995) strategi yang dapat diadopsi untuk memperkenalkan budaya VE/VM adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan sebuah prosedur kerja berbasis VE/ VM oleh pengambil keputusan di organisasi tersebut dengan cara yang mudah diterima, fleksibel dan tanpa menggurui;
2. Jika memungkinkan menunjuk fasilitator sebagai penggerak untuk melakukan studi VE/VM. Pada awalnya fasilitator tersebut didatangkan dari luar organisasi, diharapkan dengan adanya persiapan SDM untuk menjadi penggerak penggunaan metode VE fungsi fasilitator dari luar akan digantikan dalam waktu yang tidak begitu lama.
3. Menyediakan program pendidikan dan pelatihan untuk senior manajemen dan individu-individu yang dipersiapkan untuk itu.
4. Memperkenalkan metode VE/VM dengan menerapkannya pada sebuah proyek percontohan.

Mengacu kepada tabel yang dibuat oleh Hart – Zimmerman, kriteria besaran biaya perawatan dapat dijadikan justifikasi sebuah studi VE harus dilakukan pada sebuah perawatan jalan KA di suatu wilayah. Dengan dibuat analisis Pareto, tingkat kepentingan sebuah perawatan/proyek untuk dilakukan studi VE akan dapat dibedakan dengan kegiatan perawatan lainnya.

Untuk jangka panjang penerapan metode VE di dalam organisasi perawatan jalan KA, dapat diadopsi program implementasi VE yang sudah dilakukan oleh East Japan Railway sebagaimana yang ditunjukkan oleh gambar berikut ini.



Gambar 4.29 Rencana Penerapan VE di Organisasi

BAB 5

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

5.1 PENDAHULUAN

Pada bagian ini akan disampaikan hasil temuan dan pembahasan hasil analisis data pada bab 4 yang melingkupi:

1. Organisasi;
2. Perencanaan perawatan; dan
3. Budgeting.

5.2 TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Dari pengolahan data yang telah dilakukan maka didapatkan temuan dan pembahasan sebagai berikut.

5.2.1 Organisasi

Agar sebuah proses perawatan dapat berlangsung dengan baik, diperlukan suatu wadah dalam struktur organisasi. Dengan adanya struktur organisasi maka akan tercipta sebuah sistem dimana pembagian wewenang, tanggung jawab - baik kelompok maupun pimpinan, pengaturan kerjasama dan lain-lain.

Dari hasil analisis kusioner didapat bahwa:

1. Pembagian tugas dalam pekerjaan pemeliharaan adalah sesuai dengan uraian tugas yang telah ada;
2. Untuk menentukan strategi pemeliharaan perawatan jalan KA, perusahaan selain menggunakan tenaga inti juga menggunakan bantuan tenaga *outsourcing*;
3. Penentuan jumlah SDM untuk pekerjaan pemeliharaan berdasarkan lingkup pekerjaan yang ditangani;

4. Frekuensi pelatihan untuk meningkatkan kapasitas SDM dilakukan dalam frekuensi kadang-kadang (2 kali dalam satu tahun).

Organisasi diperlukan dalam konteks untuk memenuhi kebutuhan terhadap apa yang sudah/akan direncanakan. Menurut Blanchard (1998) fungsi dalam organisasi antara lain:

1. Menentukan jenis kegiatan-kegiatan yang harus diselesaikan;
2. Membuat klasifikasi (*grouping*) terhadap jenis kegiatan yang sudah diidentifikasi dalam hal struktur yang berorientasi fungsi pada beberapa jenis (unit, kelompok, departemen, divisi, dll); dan
3. Membuat *staffing* struktur dengan mempertimbangkan kapasitas/ skill yang baik dari tiap anggota/individu untuk menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan kepada individu tersebut.

Institusi yang melakukan perawatan jalan KA dibantu oleh tenaga yang berasal dari luar. Dari hasil wawancara diketahui bahwa perusahaan mengalami kekurangan tenaga pemeliharaan sehingga untuk menutupi dan mengejar target pemeliharaan harus dibantu oleh tenaga *outsourcing*. Tenaga bantuan ini mendukung pekerjaan tenaga inti dalam melakukan pekerjaan perawatan seperti perbaikan jalan rel, pengambilan data pemeliharaan, dan lain-lain.

Kebutuhan tenaga kerja merupakan fungsi dari ruang lingkup, kompleksitas dan besar kecilnya biaya, dalam hal ini kompleksitas berhubungan dengan teknologi yang digunakan sedangkan ruang lingkup berhubungan dengan dengan pekerjaan-pekerjaan, semakin luas ruang lingkungannya semakin besar biayanya maka semakin banyak tenaga yang dibutuhkan. Untuk melaksanakan pekerjaan perawatan sebaiknya terlebih dahulu diketahui mengenai lingkup pekerjaan pemeliharaan.

Untuk meningkatkan kompetensi sumber daya manusia yang ada, para pakar berpendapat pelatihan tersebut minimal dilakukan setiap tahun sekali namun hal ini tergantung dengan kondisi/ kemampuan masing-masing SDM yang ada (Handayani Putri, 2009). Semakin kurang dasar pengetahuan mengenai pemeliharaan, sebaiknya semakin sering SDM tersebut diikutkan pelatihan.

5.2.2 Perencanaan Perawatan

Kebutuhan perawatan merupakan usaha, material dan peralatan yang dibutuhkan untuk menjaga jalan KA agar dapat berfungsi dengan baik. Kondisi ‘baik’ tersebut menurut AREMA (American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association) adalah kondisi dimana jalan KA tersebut dirawat dan memenuhi parameter-parameter yang telah ditetapkan sebelumnya. Setiap cacat yang ditemukan yang tidak sesuai dengan standar/ parameter yang telah ditentukan tersebut dianggap ‘tidak baik’.

Pada jawaban kuisioner mengenai perencanaan perawatan, dapat diketahui bahwa:

1. Metode perawatan yang dimiliki oleh perusahaan (Sistem Perjana) belum sepenuhnya diaplikasikan di lapangan;
2. Sub sistem dari PERJANA yang belum digunakan sesuai dengan ketentuan adalah fungsi perencanaan dan pelaksanaan;
3. Basis pengumpulan data yang tepat untuk digunakan yaitu sistem pengukuran yang terkomputerisasi, pengamatan di lapangan, data umur ekonomis material, kondisi lingkungan sekitar, dan data historis kerusakan/perawatan.
4. Traffic Parameters yang digunakan oleh responden adalah *gross tonnage/passing tonnage* dan kecepatan KA;
5. Data dasar untuk kebutuhan perawatan jalan KA yang digunakan adalah Geometri, lengkung, kecepatan KA, balas, bantalan dan rel;
6. Dari pernyataan responden terbanyak bahwa frekuensi KA Ukur sebaiknya dilakukan empat kali dalam satu tahun;
7. Menurut responden hasil pengukuran dari KA Ukur dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut:
 - a. Membuat prediksi kerusakan jalan rel;
 - b. Kebutuhan volume dan perencanaan perawatan;
 - c. Menilai kondisi eksisting jalan KA;
 - d. Mengukur tingkat kerusakan jalan KA;

- e. Mengukur efisiensi perawatan jalan KA;
 - f. Fungsi cek dari sistem manajemen perawatan jalan KA.
8. Responden setuju untuk dilakukan analisis lanjutan terhadap hasil KA Ukur (TQI) untuk didapat perawatan yang lebih bersifat *cost effective*;
 9. Terkait dengan metodologi dari analisis TQI seluruh responden tidak mengetahui alternatif jawaban yang diberikan, kecuali menjawab metodologi lainnya;
 10. Material penyusun jalan rel yang paling membutuhkan biaya terbesar adalah balas;
 11. Sementara itu material penyusun material jalan rel yang sering mengalami kerusakan adalah balas dan rel;
 12. Wesel merupakan material jalan rel yang paling sulit dirawat;
 13. Responden melakukan penggantian material jalan rel apabila material tersebut sudah rusak;
 14. Sebanyak 76,19% dari total responden melibatkan pihak lain pada saat merencanakan perawatan jalan KA;
 15. Responden melaksanakan setidaknya 2 sub process dari tahapan DSS untuk menghitung biaya siklus hidup (LCC) yaitu 'membuat estimasi volume periodik pekerjaan untuk kegiatan perawatan dan penggantian material' dan 'membuat estimasi biaya perawatan dan penggantian serta waktu gangguan'.

Sistem PERJANA adalah sistem perawatan jalan KA yang digunakan di Indonesia sejak tahun 1977. Sistem ini dikenalkan oleh konsultan CPCS (Canadian Pacific Consulting Service) sebagai perawatan jalan KA yang resmi menggantikan Sistem PEJATER (Perawatan Jalan Terencana).

Prinsip dari metode ini adalah membedakan kelas jalan tergantung dari Passing Tonnage kereta api yang melaluinya dan penentuan kelas jalan ditetapkan berdasar standar UIC (Union Internationale Des Chemins de Fer).

PERJANA merupakan metoda perawatan yang pragmatis sesuai dengan kondisi riil jalan rel yang akan dirawat, hal ini dapat dilihat dari adanya siklus perawatan pada masing-masing petak jalan. Keunggulan lain dari metode ini adalah merupakan sistem manajemen perawatan yang mempunyai fungsi Planning, Organizing, Actuating and Controlling. Fungsi-fungsi tersebut dituangkan dalam Rencana Perawatan Tahunan kemudian menjadi Rencana Kerja Mingguan sampai Rencana Kerja Harian.

Pada kuisisioner penelitian ini ditanyakan mengenai kondisi dari implementasi apakah metode PERJANA masih digunakan atau tidak. Dari hasil jawaban responden diketahui bahwa metode PERJANA jarang dilakukan di dalam perawatan jalan KA. Hanya sebagian dari sub-sistem saja yang dilakukan, sementara fungsi lainnya (perencanaan dan pelaksanaan) tidak dilakukan sesuai dengan ketentuan.

Agar dapat lebih bersaing dengan moda transportasi lainnya, moda transportasi KA dituntut untuk lebih memperhatikan reliability, efisiensi dan waktu tempuh. Dengan tuntutan-tuntutan tersebut, diperlukan metoda pengumpulan data yang lebih baik lagi dari segi pengumpulan, aksesibilitas, pengawasan, dan lain-lain. Sistem Manajemen Perawatan Jalan Rel yang didukung oleh komputer sudah merupakan keharusan bagi para stakeholders yang terlibat dalam bidang pemeliharaan jalan rel. Pengambilan data yang dibantu oleh komputer adalah bagian yang sangat penting dalam sistem manajemen aset perkeretapiannya. Di negara maju monitoring infrastruktur jalan KA sudah dilakukan secara komputerisasi. Mulai dari data Tunnel, jembatan, sub-structure, dan lain-lain. Namun ada sebagian variabel yang masih dimonitor secara manual yang disebabkan oleh keterbatasan teknologi.

Sangat menarik dari hasil jawaban responden kuisisioner pada penelitian ini yang menyatakan bahwa seluruh opsi yang diberikan pada kuisisioner seluruhnya sangat diperlukan, meskipun ada kendala dalam opsi penggunaan bantuan komputer untuk pengambilan data. Pemeriksaan yang berbasis pada kemampuan manual seorang pemeriksa yang dipadukan dengan kecanggihan dan ketelitian mesin merupakan

perpaduan yang sangat baik untuk dibuat pengambilan keputusan terkait dengan perawatan jalan rel.

Esveld (2001) berpendapat bahwa data yang benar-benar mendasar yang akan dijadikan untuk dasar perawatan dan prediksi kerusakan yaitu *geometry measurements*, dan *inspection and other measurements*. Jenis data tersebut harus disokong oleh ‘*infra data*’ yang terdiri dari:

1. Lay-out dan sistem operasi;
2. Bangunan atas dan bangunan bawah dari struktur jalan rel;
3. Rekaman hasil pekerjaan sebelumnya.

Dari komponen-komponen data tersebut diatas, pada akhirnya akan menjadi data yang digunakan oleh pengambil keputusan terkait dengan perawatan jalan KA, apakah akan dilakukan penggantian atau perawatan biasa. Keputusan mengganti atau merawat seperti biasa didasarkan pada *trade-off* antara biaya modal awal investasi dan biaya rutin perawatan, dengan demikian data yang dikumpulkan dan dianalisis harus benar-benar diperhatikan tingkat keakuratannya.

Kereta Api Ukur (KA Ukur) merupakan salah satu alat untuk mengambil data (terutama data geometri) yang akan dijadikan dasar perawatan. Aspek-aspek geometri yang dinilai oleh KA Ukur yaitu pertinggian, angkatan (kerataan), listringan (kelurusan), dan lebar sepur (*gauge*).

Sebenarnya tidak ada ‘peraturan’ resmi mengenai frekuensi penilaian jalan KA oleh KA Ukur. Referensi yang dapat dijadikan pertimbangan terhadap hal tersebut antara lain kondisi *sub-grade*, material, volume lalu-lintas KA pada sebuah jalur, biaya operasional KA Ukur, dan lain-lain. Namun yang harus diperhatikan bahwa KA Ukur harus beroperasi sebelum rencana perawatan terhadap seluruh jalan KA dilakukan.

Dalam hal membuat penilaian terhadap pengaruh dari struktur jalan KA, geometri, traffic parameters pada kerusakan jalan rel, maka dibuat sensitifitas analisis dengan membandingkan perubahan yang ada terhadap nilai TQI, track settlement, dan kondisi struktur atas jalan rel. Parameter yang dinilai antara lain:

1. Parameter struktur jalan rel;

2. Geometri;
3. Traffic.

Dari hasil jawaban responden diketahui bahwa sebenarnya sangat penting dilakukan analisis lanjutan terhadap nilai TQI yang didapat dari penilaian oleh KA Ukur. Akan tetapi dari pemahaman akan analisis lanjutan dapat diketahui bahwa belum ada pedoman yang tepat yang digunakan selama ini bagi analisis nilai TQI.

Kerusakan geometri lebih banyak dipengaruhi oleh tingkat kerusakan batu balas. Kemampuan batu balas untuk menjaga geometri jalan KA tetap standar tergantung pada kualitas awal batu balas, kondisi fisik, dan karakteristik pembebanan. Balas harus memenuhi seluruh persyaratan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Pada saat sebuah jalan KA dilewati, maka pada lapisan balas dan substructure akan terjadi deformasi non-elastis, dimana pada saat beban sudah lewat jalan KA tidak akan kembali ke posisi semula. Hal ini berakumulasi dan jika kapasitas lalu lintas yang lewat semakin tinggi dapat dikatakan degradasi akan terjadi dengan cepat. Dengan demikian kualitas dan sifat material balas yang memenuhi syarat akan sangat menolong untuk mengurangi tingkat kerusakan geometri.

Hal ini sesuai dengan temuan pada jawaban kuisisioner penelitian bahwa batu balas merupakan material yang paling cepat rusak dan membutuhkan dana yang paling besar disamping material rel. Dari hasil wawancara diketahui juga bahwa balas menjadi cepat rusak (hilang) karena dipengaruhi oleh kondisi substructure yang kurang baik. Batu balas banyak yang hilang karena masuk ke dalam tanah/substructure dan menyebabkan terjadinya kondisi *mud pumping*, tanah substructure naik ke bagian atas struktur jalan KA dan menyebabkan kerusakan geometri.

Sementara itu meskipun tingkat kerumitan pada saat perawatan termasuk kategori sulit, wesel merupakan material jalan KA yang tidak membutuhkan dana yang besar dan bukan termasuk pada material yang sering mengalami kerusakan. Walaupun demikian perawatan wesel harus tetap menjadi prioritas juga dikarenakan wesel merupakan titik yang rawan dimana mudah terjadi

kecelakaan/*anjlok/derailment* apabila ada kerusakan yang tidak segera diantisipasi.

Setiap komponen apapun mempunyai umur tertentu, maka penggantian komponen secara regular perlu dilakukan untuk menjaga *level of service* nya tetap baik. Perbaikan didefinisikan sebagai pekerjaan untuk mengembalikan properti yang rusak kepada kondisi operasi semula dan berfungsi yang sama seperti kondisi awal. Dari hasil jawaban responden didapat bahwa penggantian komponen jalan rel dilakukan apabila komponen tersebut sudah rusak. Alasan tidak dilakukannya penggantian karena ada prioritas perawatan lain yang harus dilakukan sehingga selama kondisi fisik material masih terlihat baik tidak akan dilakukan pengantian, dan apabila ada cacat, hanya dilakukan perbaikan kepada material tersebut.

Sebaiknya penggantian komponen dilakukan sesuai dengan umur ekonomis material tersebut, khususnya material yang terkait langsung dengan keamanan/keselamatan operasional KA.

5.2.3 *Budgeting* untuk Perawatan

Sepertinya yang sudah disebutkan sebelumnya bahwa infrastruktur perkeretaapian, khususnya jalan KA, adalah sebuah sistem yang besar juga mempunyai tingkat kompleksitas yang tinggi namun mempunyai umur pelayanan yang tinggi. Dengan demikian, jika sudah terpasang akan sangat sulit untuk memodifikasi desain awalnya. Pada beberapa negara maju, untuk meningkatkan performansi dan untuk efektifitas serta efisiensi maka membutuhkan beberapa perubahan dalam sistem manajemen perawatannya. Zoeteman (1999) menyatakan bahwa untuk menjamin hasil yang berorientasi jangka panjang dan optimal untuk sistem perkeretaapian, pengaruh dari setiap keputusan harus secara sistematis di evaluasi. Analisis Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost Analysis-LCC*) dapat digunakan sebagai alat untuk membantu membuat keputusan pada saat investasi, perbaikan atau perawatan.

Di dalam membuat analisis dan strategi LCC, proses perhitungannya dibantu oleh sebuah *Decission Support Model-DSS* yang berfungsi mempermudah dalam pengumpulan data, serta menyediakan format untuk membuat analisis sensitifitas.

Pada pertanyaan di kuisisioner penelitian disajikan sebuah proses DSS dengan tujuan untuk mengetahui apakah ada salah satu dari proses DSS yang dilakukan oleh Perusahaan pada perawatan yang sudah berjalan selama ini. Dari temuan didapatkan bahwa pada proses perawatan eksisting setidaknya sudah dilakukan 2 langkah proses DSS untuk mencari LCC dan dengan demikian untuk mensosialisasikan penggunaan LCC bagi perawatan tidak terlalu sukar.

5.2.4 STUDI KASUS

Hasil analisis pada bagian perawatan jalan KA di Indonesia diketahui belum pernah menggunakan metode Biaya Siklus Hidup (LCC) terkait dengan alternatif lain dari perawatan sehari-harinya. Terbukti dari hasil percobaan perhitungan LCC yang sederhana saja dapat diketahui perbedaan yang sangat besar, dalam konteks penghematan biaya perawatan.

Apabila dari desain awal perawatan (melakukan pengelasan untuk mengembalikan kondisi rel ke kondisi awal) tetap digunakan, dengan asumsi umur rel harus bertahan selama 24 tahun, biaya yang akan dikeluarkan akan lebih besar, yaitu sebesar Rp. 578.025.604 (pada posisi nilai sekarang, NPV). Hal ini disebabkan oleh hasil pengelasan yang tidak dapat bertahan lama, maksimal 2 tahun, dan biaya perawatan tahunan yang besar. Kondisi ini akan lebih cepat rusak lagi jika tonnase KA yang lewat lebih besar dari 25 MGT.

Perawatan akan lebih mudah dan hemat apabila dilakukan penggantian material rel. Pada nilai investasi awalnya penggantian rel memang sangat mahal (Rp. 76 juta) dibanding dengan perbaikan pengelasan saja, namun dari pemodelan LCC diketahui bahwa biaya perawatan penggantian rel lebih rendah dibandingkan dengan biaya pengelasan. Dengan demikian biaya yang dikeluarkan (NPV) untuk penggantian rel adalah sebesar Rp. 117.645.007.

Function Analysis System Technique (FAST) terhadap fungsi rel menjelaskan bahwa fungsi *highest order* adalah operasional perjalanan kereta api. Hal tersebut diurutkan dari fungsi sebuah rel yaitu mengarahkan roda KA. Untuk mengarahkan roda KA dengan baik dibutuhkan lebar *spoor (gauge)* yang standar yaitu 1.067 mm dan untuk menjaga nilai *gauge* tetap pada kondisi normal dibutuhkan alat

penambat dan bantalan yang dapat menjaga lebar *spoor* pada kondisi normal. Terkait dengan hal tersebut, kondisi komponen pengikat harus dijaga batas keausannya (diketahui apa bila kondisi pengikat sudah tidak dapat menjepit rel dan bantalan dengan baik). Dari hal-hal tersebut, diketahui bahwa sebagai input dari sistem tersebut adalah harus adanya sistem perencanaan perawatan yang komprehensif sehingga seluruh fungsi tersebut mempunyai *level service* yang baik.

5.2.5 PENERAPAN VALUE ENGINEERING UNTUK PERAWATAN JALAN KA

Rencana strategis untuk penerapan VE pada perawatan jalan KA di Indonesia di ambil dari *best practices* yang pernah diterapkan oleh institusi di negara lain seperti Amerika, Inggris dan Jepang.

Beberapa konsep penting yang dapat diterapkan antara lain:

1. Terdapat beberapa kriteria evaluasi nilai yang dapat dijadikan dasar dilakukannya studi VE untuk perawatan jalan KA. Kriteria yang paling mudah adalah besaran biaya, dimana besaran biaya dapat mencerminkan kompleksitas dan volume pekerjaan. Pemilihan lokasi untuk perawatan yang akan diterapkan VE dapat dilakukan dengan analisis Pareto, sehingga prioritas perawatan yang paling tinggi yang akan mendapat perlakuan penerapan VE.
2. Mempunyai tujuan yang paling utama yaitu memperkenalkan VE/VM dengan cara:
 5. Merencanakan sebuah prosedur kerja berbasis VE/ VM oleh pengambil keputusan di organisasi tersebut dengan cara yang mudah diterima, fleksibel dan tanpa menggurui;
 6. Jika memungkinkan menunjuk fasilitator sebagai penggerak untuk melakukan studi VE/VM. Pada awalnya fasilitator tersebut didatangkan dari luar organisasi, diharapkan dengan adanya persiapan SDM untuk menjadi penggerak penggunaan metode VE fungsi

fasilitator dari luar akan digantikan dalam waktu yang tidak begitu lama.

7. Menyediakan program pendidikan dan pelatihan untuk senior manajemen dan individu-individu yang dipersiapkan untuk itu.
 8. Memperkenalkan metode VE/VM dengan menerapkannya pada sebuah proyek percontohan.
3. Untuk jangka panjang penerapan metode VE di dalam organisasi perawatan jalan KA, dapat diadopsi program implementasi VE sebagaimana berikut:
- a. Pada 5 tahun pertama pengenalan metode VE, perusahaan memfasilitasi karyawannya dengan menyediakan pelatihan VE. Individu yang dipilih minimal mempunyai latar belakang Sarjana atau mempunyai jabatan manajerial sehingga dapat lebih mudah memahami konsep VE. Setelah itu diujicobakan dengan membuat *pilot project* untuk melihat keberhasilan pemahaman VE dan untuk regenerasi dipersiapkan internal instruktur untuk melatih karyawan lain yang ada di perusahaan (*peer training*).
 - b. Pada durasi lima tahun kedua di harapkan seluruh karyawan sudah terbiasa dengan budaya metode VE untuk membantu manajemen perusahaan, dalam konteks perawatan jalan KA. Hal ini diterapkan dengan akan adanya kebutuhan VE sebagai alat untuk perawatan dan selalu menganggarkan biaya tiap tahunnya untuk melakukan studi VE terhadap proyek perawatan yang telah dipilih untuk diterapkan VE.
 - c. Setelah itu, metode VE dapat diuji-cobakan pada antar departemen di perusahaan untuk mengembangkan metode tersebut di tingkat makro perusahaan di durasi ketiga selama 3 tahun. Pada masa ini diharapkan VE sudah menjadi budaya perusahaan.
 - d. Di durasi tahun ke empat, VE sudah ditingkatkan lagi penggunaannya pada aktifitas-aktifitas lain dan tetap melanjutkan pelatihan agar dapat diketahui ide-ide baru pada saat melakukan metodologi VE.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Faktor utama pada perawatan jalan KA adalah:
 - a. Organisasi
 - Pembagian tugas dalam pekerjaan pemeliharaan adalah sesuai dengan uraian tugas yang telah ada;
 - Untuk menentukan strategi pemeliharaan perawatan jalan KA, perusahaan selain menggunakan tenaga inti juga menggunakan bantuan tenaga *outsourcing*;
 - Penentuan jumlah SDM untuk pekerjaan pemeliharaan berdasarkan lingkup pekerjaan yang ditangani;
 - b. Perencanaan perawatan
 - Metode perawatan yang dimiliki oleh perusahaan (Sistem Perjana) belum sepenuhnya diaplikasikan di lapangan;
 - Sub sistem dari PERJANA yang belum digunakan sesuai dengan ketentuan adalah fungsi perencanaan dan pelaksanaan;
 - Basis pengumpulan data yang tepat untuk digunakan yaitu sistem pengukuran yang terkomputerisasi, pengamatan di lapangan, data umur ekonomis material, kondisi lingkungan sekitar, dan data historis kerusakan/perawatan.
 - Traffic Parameters yang digunakan oleh responden adalah *gross tonnage/passing tonnage* dan kecepatan KA;
 - Data dasar untuk kebutuhan perawatan jalan KA yang digunakan adalah Geometri, lengkung, kecepatan KA, balas, bantalan dan rel;
 - Dari pernyataan responden terbanyak bahwa frekuensi KA Ukur sebaiknya dilakukan empat kali dalam satu tahun;

- Menurut responden hasil pengukuran dari KA Ukur dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut:
 - Membuat prediksi kerusakan jalan rel;
 - Kebutuhan volume dan perencanaan perawatan;
 - Menilai kondisi eksisting jalan KA;
 - Mengukur tingkat kerusakan jalan KA;
 - Mengukur efisiensi perawatan jalan KA;
 - Fungsi cek dari sistem manajemen perawatan jalan KA.
 - Responden setuju untuk dilakukan analisis lanjutan terhadap hasil KA Ukur (TQI) untuk didapat perawatan yang lebih bersifat *cost effective*;
 - Terkait dengan metodologi dari analisis TQI seluruh responden tidak mengetahui alternatif jawaban yang diberikan, kecuali menjawab metodologi lainnya;
 - Material penyusun jalan rel yang paling membutuhkan biaya terbesar adalah balas;
 - Sementara itu material penyusunan material jalan rel yang sering mengalami kerusakan adalah balas dan rel;
 - Wesel merupakan material jalan rel yang paling sulit dirawat;
 - Responden melakukan penggantian material jalan rel apabila material tersebut sudah rusak;
 - Sebanyak 76,19% dari total responden melibatkan pihak lain pada saat merencanakan perawatan jalan KA;
 - Responden melaksanakan setidaknya 2 sub process dari tahapan DSS untuk menghitung biaya siklus hidup (LCC) yaitu ‘membuat estimasi volume periodik pekerjaan untuk kegiatan perawatan dan penggantian material’ dan ‘membuat estimasi biaya perawatan dan penggantian serta waktu gangguan’.
- c. *Budgeting* perawatan
- Rata-rata responden belum mempunyai pengalaman dalam menerapkan LCC di bidang perawatan jalan KA;

- Alasan tidak dilakukannya metode LCC karena hampir separuh dari responden belum mengetahui metode LCC.
2. Hasil analisis pada bagian perawatan jalan KA di Indonesia diketahui belum pernah menggunakan metode Biaya Siklus Hidup (LCC) terkait dengan alternatif lain dari perawatan sehari-harinya. Terbukti dari hasil percobaan perhitungan LCC yang sederhana saja dapat diketahui perbedaan yang sangat besar, dalam konteks penghematan biaya perawatan.

Function Analysis System Technique (FAST) terhadap fungsi rel menjelaskan bahwa fungsi *highest order* adalah operasional perjalanan kereta api, dan dari fungsi sebuah rel untuk mengarahkan roda KA didapat fungsi *lowest order* sebagai input yaitu perawatan jalan KA.

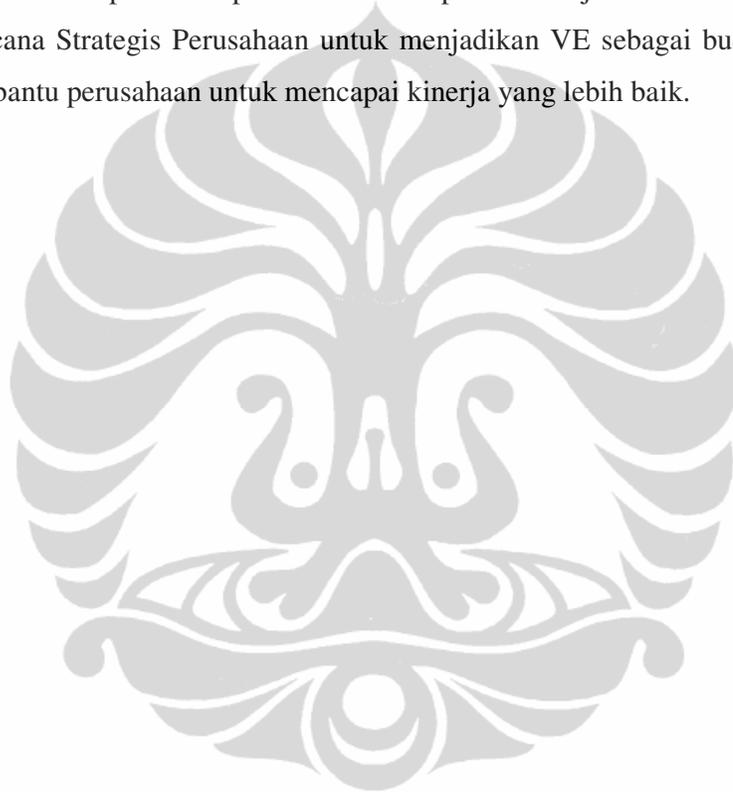
3. Konsep-konsep utama untuk rencana pelaksanaan VE di perawatan jalan KA adalah:
 - a. Memilih kriteria besaran biaya sebagai justifikasi untuk dilakukannya studi VE;
 - b. Mengenalkan budaya VE/VM sebagai tujuan utama dari rencana penerapan VE di tingkat perusahaan;
 - c. Untuk jangka panjang perlu dibuat Rencana Strategis untuk rencana penerapan VE di perusahaan, yaitu Rencana 5 Tahunan I, Rencana 5 Tahunan II, Rencana 3 tahunan dan Rencana 4 Tahunan.

6.2 SARAN

Menindaklanjuti hasil temuan di atas maka saran untuk perawatan jalan KA, maka:

1. Menentukan jenis kegiatan-kegiatan yang harus diselesaikan;
2. Membuat klasifikasi (*grouping*) terhadap jenis kegiatan yang sudah diidentifikasi dalam hal struktur yang berorientasi fungsi pada beberapa jenis (unit, kelompok, departemen, divisi, dll); dan

3. Membuat *staffing* struktur dengan mempertimbangkan kapasitas/ skill yang baik dari tiap anggota/individu untuk menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan kepada individu tersebut;
4. Perlu dilakukan metode perhitungan Biaya Analisis Siklus Hidup untuk mencari desain perawatan alternatif lain dalam konteks penghematan biaya;
5. Studi VE dapat diterapkan di dalam perawatan jalan KA dan perlu Rencana Strategis Perusahaan untuk menjadikan VE sebagai budaya dan alat bantu perusahaan untuk mencapai kinerja yang lebih baik.



DAFTAR ACUAN

1. _____. (2008). *Strategi Penanganan Backlog Prasarana Pokok dan Sarana Kereta Api*, Studi Program Strategis PT Kereta Api (Persero).
2. _____. (2007). *Value Standard and Body Knowledge*, SAVE International.
3. Abe, Tsutomu, *et al.*(__). Jurnal: *Application of VE in the “COSMOS-SCADA” Project (COMputerized Safety Maintenance and Operation systems for Shinkansen-Supervisory Control And Data Acquisition), as for the Tohoku/Joetsu Shinkansen Substation Monitoring and Control Systems*, East Japan Railway Company, Japan.
4. Andrade, António Ramos. (2008). Tesis: *Renewal decisions from a Life-cycle Cost (LCC) Perspective in Railway Infrastructure*, Universidade Tecnica de Lisboa, Portugal.
5. Barringer, H.Paul. (2003). *A Life Cycle Summary*, International Conference of Maintenance Societies (ICOMS-2003), Australia.
6. Berawi, M.A., Woodhead, Roy. (2005). Jurnal: *How-Why Logic Paths and Intentionality*, Value World Volume 28.
7. Clark, Jennifer Anne. (1999). Tesis: *Value Engineering For Small Transportation Projects*, Worchester Polytechnic Institute, USA.
8. Esveld, Coenraad, (2001). *Modern Railway Track, Second Edition*, , Delft University of Technology, The Netherlands
9. Espling, Ulla, (2007). *Doctoral Thesis: Maintenance Strategy for A Railway Infrastructure in A Regulated Environment*, Luleå University of Technology, Swedia.
10. Fletcher, Tom. (2004). Jurnal: *Integrating Value Engineering Into The Quality Management Framework*, Annual Quality Congress Proceedings.
11. Fodor, Árpád. (__). Jurnal: *The Application of Value Analysis In the Design of Public Roads in Hungary*, SAVE
12. Fry, Ian. (1995). Jurnal: *London Underground Limited in Perspective, SAVE Proceedings 1995*, SAVE.
13. Handa, Koki. (__). Jurnal: *Application of VE to design and construction of electrical equipment for railway ~ VE Application to new overhead catenary systems ~*, East Japan Railway Company, Japan.

14. Herawati. (2009). *State of The Art: Model Public Private Partnership Pada Proyek Infrastruktur Kereta Api Dengan Menggunakan Value Engineering Untuk Meningkatkan Efisiensi Pembiayaan Proyek*, Jakarta.
15. Hunter, Kirsty, & John Kelly. (___). Jurnal: *The Supporting Factors That Make An Attractive Option In Meeting The Best Value Requirements of The UK Public Service Sector*, SAVE International.
16. Johanson, Per. (2001). *An Economic Analysis of Track Maintenance Cost*, Swedia.
17. Jovanovic, Stansha. (___). Jurnal: *Railway Track Quality Assessment and Related Decision Making*, Delft University of Technology, The Netherlands.
18. Johnson, Richard L. (___). Jurnal: *Interstate 595 Corridor Value Analysis Process*, Amerika Serikat.
19. Kaufman, J. Jerry (2007). Jurnal: *The Practical Challenges In Defining Value in VM Practice*, SAVE International.
20. Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, (2009). Laporan: *Railway Sector In Indonesia*, Jakarta.
21. Kurniawan, Vincentius Untoro. (2009). Tesis: *Penerapan Value Engineering Dalam Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang Ke-PU-an di Lingkungan Departemen Pekerjaan Umum Dalam Usaha Meningkatkan Efektifitas Penggunaan Anggaran*, Universitas Indonesia.
22. Latief, Yusuf, PhD., Untoro, Vincentius. (2009). Jurnal: *Implementation of Value Engineering in the Infrastructure Services of Indonesia's Public Works Departement*, Value World Volume 32.
23. Lubis, Harun al-Rasyid. (2007). Jurnal: *Road Map For National Railway Institutional Development*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
24. Makarim, Chaidir Anwar. (2007). *Modul VE GLAD Batch 3 Value Engineering e-Learning 2007 Module*, Jakarta
25. Marzuki, Puti Farida. (2007). Jurnal: *Rekayasa Nilai : Konsep dan Penerapannya di dalam Industri Konstruksi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
26. Moriyama, Yasuaki. (2005). Jurnal: *The Procurement Strategy For a Railway Construction Project*, East Japan Railway Company, Japan.

27. Mukhopadhyaya, Anil Kumar. (2009). *Value Engineering Mastermind: From Concept to Value Engineering Certification*, Response Book, First Edition, New Delhi.
28. National Cooperative Highway Research Program. (2005). *Value Engineering Application in Transportation – A Synthesis of Highway Practice*, Transport Research Board, USA.
29. Prasad, Ambika Patra. (2007). Tesis: *RAMS and LCC In Rail Track Maintenance*, Luleå University of Technology, Swedia.
30. Seni, Dan A. (2005). Jurnal: *Function Models: A General Framework for Technological Design*, Value World Journal Vol. 28.
31. Shimatake, Misao. (1997). Tesis: *A Track Maintenance Model For High Speed Rail*, Massachussets Institute of Technology.
32. Tim Teknis Revitalisasi Kereta Api, (2008). Laporan Interim.
33. Transportation Research Board. (2005). *National Cooperative Highway Research Programme Synthesis 352*, Amerika Serikat.
34. Wilson, C.David. (___). Jurnal: *VE in Transportation*, SAVE International.
35. Zackrison, Harry B.(1997). Jurnal: *Value Engineering, Value Analysis, Value Management, Life Cycle Costing*, SAVE International Conference Proceedings.
36. Zoeteman, A. (2001). Jurnal: *Life cycle cost analysis for managing rail infrastructure*, Delft University of Technology, The Netherlands.
37. Zoeteman, A, (2004). Jurnal: *Planning The Infrastructure Performance of Railways*, Delft University of Technology, The Netherlands.

DAFTAR PUSTAKA

Andresson, Mats., Murray, Martin., Ferreira, Luis., (2004), *Collection and Use of Railway Track Performance Maintenance Data*, Conference On Railway Engineering, Darwin.

Berawi, M.A., PhD., (2009), *Establishing a Reliable Method of Distinguishing Functions and Processes*, Value World Volume 32.

Berawi, M.A., (2004), *Quality Revolution: Leading the Innovation and Competitive Advantages*, International Journal of Quality & Reliability Management Vol. 21 No. 4, 2004.

Blanchard, Benjamin S., Fabricky, (1998). *System Engineering and Analysis Third Edition*, Prentice Hall Publication.

Esveld, Coenraad.,(2001), *Modern Railway Track*, MRT-Production, Second Edition.

Grimes, G. Avery. Barkan, Christopher., (2006), *Cost-Effectiveness of Railway Infrastructure Renewal Maintenance*, Journal of Transportation Engineering (ASCE).

Hays, R.Terry., (2006), *Value Engineering on Design-Build Transportation Projects*, Achieving Value.

Johnson, Richard L., (___), *Interstate 595 Corridor Value Analysis Process*, Jurnal.

Jumas, Dwifitra Y., Peli, Martalius., (___), *Value Engineering and Cost Saving Issues on USA Department of Transportation (DOT's)*, Department of Quantity Surveying, Universitas Bung Hatta.

Kaufman, J. Jerry., (2007), *The Practical Challenges in Defining Value in VM Practice*, Value World Summer 2007, SAVE International 2007 Annual Conference.

Lubis, Harun al-Rasyid S., (2007), *Roadmap For National Railway Institutional Development*, Transportation Research Group, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Bandung Institute of Technology.

Project Management Institut, (2008). *Guide to Project Management Body of Knowledge*, fourth Edition.

Putallaz, Yves., Rivier, Robert., (2003), *Strategic Maintenance and Renewal Policy of a Railway Corridor, Taking Into Account The Value of Capacity* , WCRR 03-EPFL-LITEP.

Riduwan, (2008). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*.

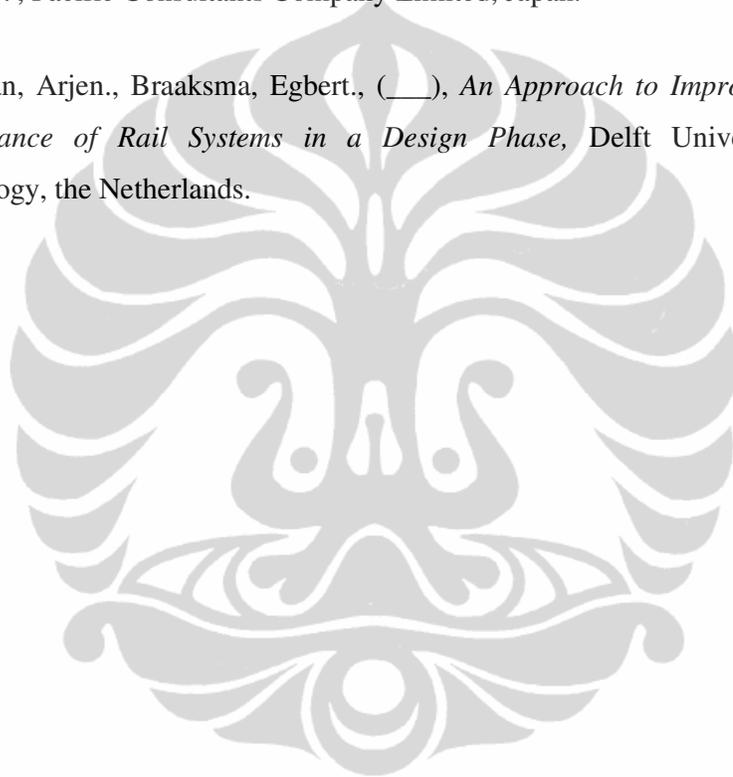
Sugiyono, (2003). *Statistika untuk Penelitian*, cetakan kelima IKAPI

Sugiyono. (2001) *Statistik untuk penelitian..* Bandung: CV Alfabeta

Yin, R. K. (1994). *Case Study Research Design and Methods*. New Delhi, Sage Publication

Yokota, Hisaya., (___), *Why Problems Cannot Be Solved and Why VE IS Effective?*, Pacific Consultants Company Limited, Japan.

Zoeteman, Arjen., Braaksma, Egbert., (___), *An Approach to Improving the Performance of Rail Systems in a Design Phase*, Delft University of Technology, the Netherlands.





LAMPIRAN I

KUISISIONER PAKAR



UNIVERSITAS INDONESIA

**EFISIENSI BIAYA PERAWATAN
INFRASTRUKTUR JALAN REL
DENGAN PENERAPAN *VALUE ENGINEERING***

KUISIONER PAKAR

**JOESEP ANDREA LUTFI
NPM. 0 8 0 6 4 7 7 4 6 6**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI MANAJEMEN TEKNIK
KEKHUSUSAN MANAJEMEN PROYEK
JAKARTA**



UNIVERSITAS INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 KEKHUSUSAN MANAJEMEN PROYEK
 2010

KUISIONER PAKAR
SURVEI IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR DOMINAN
PADA PERAWATAN JALAN REL YANG DAPAT DILAKUKAN
PENERAPAN *VALUE ENGINEERING*

ABSTRAK

Kereta api sampai dengan saat ini merupakan moda transportasi unggulan di berbagai wilayah di belahan dunia manapun. Kelebihan kereta api dalam hal mengangkut penumpang maupun barang dalam jumlah besar di dalam satu perjalanan tidak dapat disaingi oleh angkutan moda darat lainnya. Dengan demikian, efisiensi dan efektifitas kegiatan perangkutan dengan kereta api sangat besar nilainya, dan bila diteliti lebih lanjut lagi akan ditemukan berbagai penghematan, dalam hal ini nilai ke-ekonomian, yang akan dihasilkan sebagai akibat penggunaan transportasi massal ini.

Beberapa kecelakaan, keterlambatan jadwal perjalanan dan penurunan kecepatan operasional KA sudah sangat mengganggu aktifitas bisnis utama perusahaan dalam menyediakan jasa transportasi angkutan KA. Salah satu penyebab dari tidak andalnya operasional kereta berasal dari kurang baiknya performansi prasarana jalan rel yang disebabkan tertundanya beberapa program pemeliharaan jalan rel. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan alat bantu manajemen di dalam perawatan jalan KA dengan melakukan penerapan *Value Engineering* (VE) yang sesuai dengan prinsip-prinsip dan teknik standar internasional VE.

Penelitian dilakukan dengan meneliti faktor-faktor dominan pada perawatan jalan rel dan penerapan VE dalam rangka efisiensi biaya perawatan jalan rel. Selain itu juga dibuat pemodelan VE untuk perawatan jalan rel.

Kuesioner terdiri dari 24 pertanyaan yang diperkirakan akan memakan waktu lebih kurang 15 menit.

TUJUAN PENELITIAN

- a. Mengidentifikasi faktor-faktor dominan pada perawatan jalan rel yang dapat dilakukan penerapan *value engineering*;
- b. Evaluasi penerapan VE pada industri transportasi khususnya perkeretaapian di Indonesia;
- c. Membuat konsep penerapan VE untuk perawatan jalan rel dilihat dari faktor-faktor perawatan jalan rel.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Jawaban merupakan persepsi Bapak/Ibu terhadap terhadap pernyataan faktor-faktor dominan pada perawatan jalan rel.
2. Mengisi kolom kosong jika ada tambahan faktor yang mempengaruhi pada perawatan jalan rel.
3. Mengisi kolom keterangan di halaman terakhir kuisisioner jika ada tambahan penjelasan/komentar/ perbaikan terhadap pernyataan faktor dominan pada perawatan jalan rel.
4. Bila Bapak/Ibu tidak sesuai dengan kalimat yang dipertanyakan mohon untuk penjelasan perbaikannya.
5. Jika Bapak/Ibu tidak memahami maksud pernyataan mohon melingkari nomor pernyataan

Semua informasi yang Bapak/Ibu berikan dalam survey ini dijamin kerahasiaannya dan hanya akan dimanfaatkan untuk keperluan penelitian.

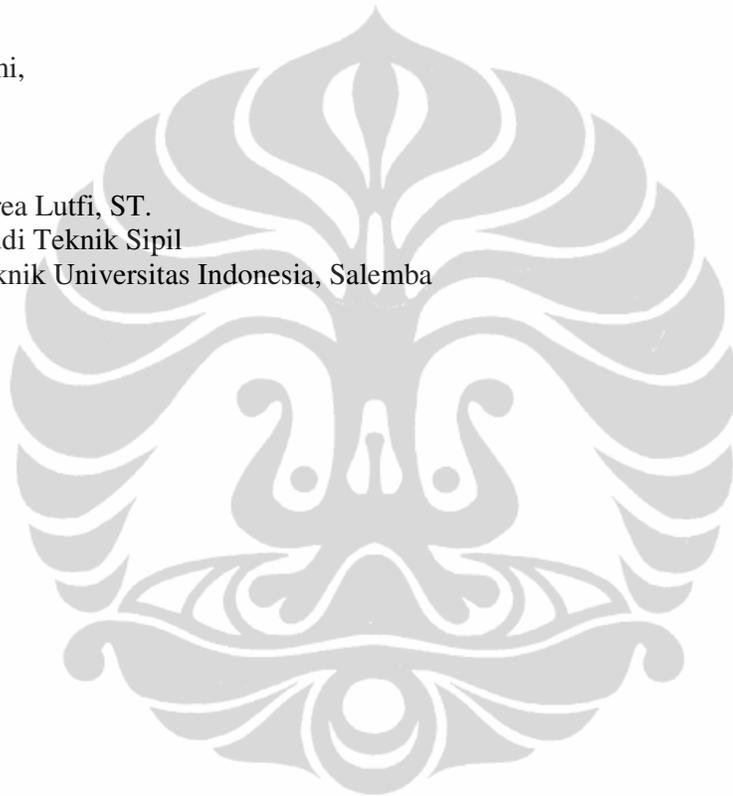
Apabila Bapak/Ibu memiliki pertanyaan atau memerlukan keterangan lebih lanjut mengenai penelitian ini, silakan hubungi kami :

- Joesep Andrea Lutfi, ST., Telp.: 0818223671, e-mail : joesepal@gmail.com
- M. Ali Berawi, MEngSc., PhD., Telp.: 081218012207, e-mail : ale.berawi@gmail.com

Kami mengucapkan banyak terima kasih atas kesediaan Bapak mengisi kuesioner penelitian ini.

Hormat Kami,

Joesep Andrea Lutfi, ST.
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Salemba



Nama Responden : _____
 Institusi : _____
 Alamat Institusi : _____
 No. Telepon : _____
 No. Faximile : _____
 E-mail : _____

Berilah tanda silang (x) pada jawaban yang anda pilih :

A. Data Umum

1 Pendidikan terakhir dan keahlian profesi yang saudara miliki adalah :
 (jawaban boleh lebih dari satu)

- Sarjana
 Pasca Sarjana (S2 atau S3)
 Sertifikasi Profesi yang dimiliki, mohon diisi
 Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

2 Jabatan Saudara dalam Institusi adalah :

- Direktur Junior Manajer/Asisten Manajer
 Vice President (Kasubdit) Supervisor
 Manajer (Kepala Seksi)
 Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

4 Pengalaman saudara dalam bidang manajemen perawatan jalan kereta api adalah :

- 1-4 tahun 9-12 tahun
 5-8 tahun 13 - 16 tahun
 ≥ 16 tahun

B Organisasi

5 Bagaimana pembagian tugas pekerjaan pemeliharaan pada instansi saudara?

- Sesuai dengan uraian tugas yang telah ada
 Berdasarkan besar-kecilnya biaya pada masing-masing pekerjaan pemeliharaan
 Berdasarkan tingkat kerumitan/ kompleksitas pekerjaan
 Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

6 Bagaimana penentuan kebutuhan jumlah sumber daya manusia untuk pekerjaan pemeliharaan pada instansi saudara?

- Berdasarkan lingkup pekerjaan yang ditangani
 Berdasarkan besar-kecilnya biaya pekerjaan
 Berdasarkan tingkat kerumitan/ kompleksitas pekerjaan
 Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

C. Perencanaan Perawatan

7 Menurut saudara, sebaiknya prinsip pengumpulan data sebagai basis perawatan jalan rel berdasarkan apa? (jawaban boleh lebih dari satu)

- Sistem pengukuran yang terkomputerisasi
 Pengamatan di lapangan
 Data umur ekonomis material
 Kondisi lingkungan sekitar
 Data historis perawatan/ kerusakan
 Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

8 Dari parameter-parameter (*traffic parameters*) di bawah ini, menurut saudara, parameter apa yang paling penting untuk dianalisis terkait dengan kebutuhan perawatan jalan KA? (bila jawaban lebih dari satu, mohon untuk diurutkan sesuai tingkat kepentingan)

- Gross Tonnage* (Berat kotor sarana)

- Beban sumbu (*axle load*)
- Kecepatan KA
- Jumlah KA
- Jenis KA
- Tipe Lokomotif
- Tipe gerbong
- konfigurasi beban
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

9 Dari pilihan data yang tersedia dibawah ini, mohon dipilih data yang biasa saudara ambil sebagai dasar perencanaan perawatan jalan KA:

- Geometri (*alignment* jalan-lebar sepur, *twist*, kerataan, dll)
- Lengkung
- Beban (berat kotor, beban jalan maksimum, dll)
- Kecepatan
- Gradien
- Subgrade (kondisi geologis)
- Balas (tipe balas, data waktu penggantian material, ketebalan, dll)
- Bantalan (tipe, data waktu pemasangan, beban, dll)
- Rel (tipe rel, sambungan pada rel, beban kumulatif yang diterima rel, dlsb)
- Wesel dan perlintasan
- Data historis (penggantian material, pengelasan rel, pemecokan, dll)
- Data perawatan setempat (*spot maintenance history*)
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

10 Kereta ukur merupakan salah satu alat untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan kondisi *real* suatu geometri jalan rel, menurut saudara, dengan mempertimbangkan kondisi jalan KA yang ada sekarang ini, sebaiknya pengukuran dilakukan berapa kali dalam satu tahun?

- satu tahun sekali
- satu tahun dua kali
- satu tahun tiga kali
- satu tahun empat kali
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

11 Menurut saudara, hasil dari pengukuran geometri jalan KA (baik secara manual atau hasil pengukuran KA Ukur) adalah dimaksudkan untuk?

- Membuat prediksi kerusakan jalan rel
- Kebutuhan untuk volume dan perencanaan perawatan
- Menilai kondisi eksisting jalan rel
- Mengukur tingkat kerusakan jalan rel
- Mengukur efisiensi perawatan jalan KA (hasil pemecokan, dll)
- Renewal decision making*
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

12 Menurut saudara, apakah data dari parameter geometri jalan rel perlu di analisis lebih lanjut dengan metodologi khusus yang bertujuan supaya di dapatkan strategi perawatan yang bersifat *cost-effective* ?

- Ya, perlu
- Tidak perlu

Apabila perlu dilanjutkan ke pertanyaan No. 13, jika tidak silahkan lanjut ke pertanyaan no. 14.

-
- 13 Metodologi untuk evaluasi kualitas geometri jalan KA yang saudara ketahui?
- J Syntethic coefficient
- The Indian TGI
- European Standard EN 13848-5
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....
-
- 14 Menurut saudara, material penyusun jalan rel yang paling banyak membutuhkan dana perbaikan/ perawatan adalah? (mohon diberi peringkat sesuai dengan tingkat kepentingan)
- Rel (termasuk pengelasan, *grinding*, dll)
- Bantalan (termasuk alat penambat)
- Balas
- Wesel
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....
-
- 15 Menurut saudara, material penyusun jalan rel yang paling sering mengalami kerusakan adalah (mohon diberi peringkat sesuai dengan tingkat kepentingan)
- Rel (termasuk pengelasan, *grinding*, dll)
- Bantalan (termasuk alat penambat)
- Balas
- Wesel
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....
-
- 16 Menurut saudara, material penyusun jalan rel yang paling sulit untuk di rawat adalah (mohon diberi peringkat sesuai dengan tingkat kepentingan)
- Rel (termasuk pengelasan, *grinding*, dll)
- Bantalan (termasuk alat penambat)
- Balas
- Wesel
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....
-
- 17 Bagaimana cara saudara menentukan/ melakukan penggantian komponen material jalan rel?
- Akhir dari umur ekonomis komponen berdasarkan rekomendasi pabrik/ metodologi perhitungan umur material
- Setelah rusak
- Tidak pernah dilakukan penggantian
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....
-
- 18 Apakah pada fase perencanaan perawatan jalan rel, institusi saudara mengajak/ melibatkan bagian lain (operasi, traksi, sinyal, dll) untuk memberi masukan terkait dengan rencana perawatan jalan rel?
- Ya
- Tidak
- Jika Ya, mohon dilanjutkan ke pertanyaan No. 19, jika Tidak silahkan lanjut ke No. 20
-
- 19 Tahap perencanaan adalah sebuah tahapan dimana perencanaan dan pengelolaan ditentukan untuk keputusan pelaksanaan, menurut saudara aktifitas penting yang perlu dilakukan pada tahap tersebut adalah:
- Menetapkan ukuran kinerja dan persyaratan dapat diterimanya sebuah alternatif perawatan atau rekomendasi lain dari hasil pertemuan/ pembahasan
- Menyusun rencana dan jadwal survey lapangan
- Mengembangkan model perencanaan
- Berbagi informasi terkait dengan rencana masing-masing tiap bagian yang terlibat untuk dikaji oleh bagian lain
- Mengkaji biaya perawatan

Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

- 20 Dari proses perawatan berdasarkan model *decision support system* dibawah ini, sub-proses manakah yang pernah saudara lakukan? (jika lebih dari satu jawaban, mohon untuk diurutkan sesuai yang pernah saudara lakukan):

- Membuat perkiraan beban yang lewat pada komponen infrastruktur (rel, bantalan, balas, dll)
- Membuat estimasi volume periodik pekerjaan untuk kegiatan perawatan dan penggantian material
- Membuat estimasi biaya perawatan dan penggantian serat waktu gangguan
- Membuat estimasi *availability* dan *reliability* infrastruktur jalan KA
- Membuat perkiraan biaya *life cycle cost* untuk perawatan jalan KA
- Tidak pernah melakukan satu atau seluruh dari kegiatan yang disebutkan di atas

D. Budgeting

- 21 Apakah di dalam melakukan pemeliharaan jalan KA saudara pernah/ selalu menggunakan *life cycle cost analysis* / analisis biaya siklus hidup (LCC)?

- Ya, jika Ya lanjut ke pertanyaan No. 23
- Tidak, jika Tidak lanjut ke pertanyaan No. 22

- 22 Apakah penyebab tidak menggunakan LCC?

- Ketidakterediaan data realisasi pemeliharaan yang telah dilaksanakan
- Telah digunakan sebelumnya, namun tidak ada perbedaan antara digunakan dengan tidak menggunakan LCC
- Tidak dapat diaplikasikan pada biaya mendatang dan faktor-faktor yang mempengaruhinya
- Tidak ada standar atau pedoman formal
- Tidak mengetahui metode LCC
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

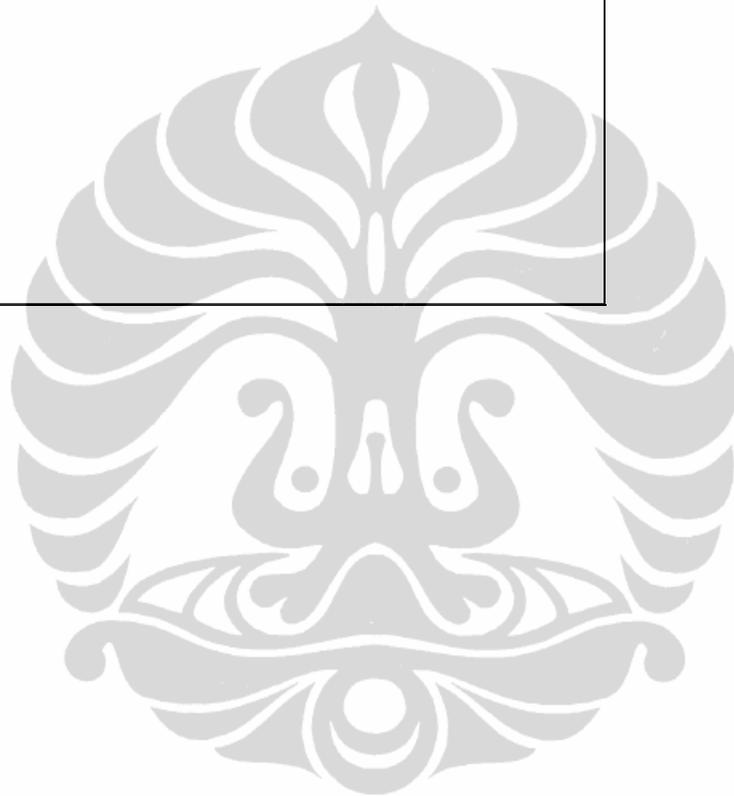
- 23 Pada saat menggunakan metode LCC, kriteria apa yang saudara gunakan pada pekerjaan perawatan?

- Biaya (awal dan residual)
- Desain
- Model perawatan
- Pekerjaan-pekerjaan yang dianggap penting
- Tidak ada peraturan
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

- 24 Dalam membuat perkiraan biaya perawatan, metode yang biasa saudara lakukan adalah: (jawaban boleh lebih dari satu)

- Engineering method* (membuat analisis volume dan material per komponen dengan menggunakan faktor harga pasar)
- Analogous cost method* (berdasar data historis dari pekerjaan sebelumnya)
- Parametric cost method* (menggunakan perhitungan yang berdasarkan pada parameter dan variabel tertentu yang dicari hubungannya untuk dibuat persamaan matematik)
- Gabungan butir 1 dan 2
- Gabungan butir 1 dan 3
- Gabungan 2 dan 3
- Gabungan 1, 2 dan 3
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

Saran/ Masukan/ Perbaikan/ Komentar/ Tanggapan terhadap Pilot Kuisisioner:





LAMPIRAN II

KUISISIONER



UNIVERSITAS INDONESIA

**EFISIENSI BIAYA PERAWATAN INFRASTRUKTUR
JALAN REL KERETA API
DENGAN PENERAPAN *VALUE ENGINEERING***

KUISIONER

JOESEP ANDREA LUTFI

NPM. 0806477466

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI MANAJEMEN TEKNIK
KEKHUSUSAN MANAJEMEN PROYEK
JAKARTA**



UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN MANAJEMEN PROYEK
2010

KUISIONER

SURVEI IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR DOMINAN PADA PERAWATAN JALAN REL YANG DAPAT DILAKUKAN PENERAPAN *VALUE ENGINEERING*

ABSTRAK

Kereta api sampai dengan saat ini merupakan moda transportasi unggulan di berbagai wilayah di belahan dunia manapun. Kelebihan kereta api dalam hal mengangkut penumpang maupun barang dalam jumlah besar di dalam satu perjalanan tidak dapat disaingi oleh angkutan moda darat lainnya. Dengan demikian, efisiensi dan efektifitas kegiatan perangkutan dengan kereta api sangat besar nilainya, dan bila diteliti lebih lanjut lagi akan ditemukan berbagai penghematan, dalam hal ini nilai ke-ekonomian, yang akan dihasilkan sebagai akibat penggunaan transportasi massal ini.

Beberapa kecelakaan, keterlambatan jadwal perjalanan dan penurunan kecepatan operasional KA sudah sangat mengganggu aktifitas bisnis utama perusahaan dalam menyediakan jasa transportasi angkutan KA. Salah satu penyebab dari tidak andalnya operasional kereta berasal dari kurang baiknya performansi prasarana jalan rel yang disebabkan tertundanya beberapa program pemeliharaan jalan rel. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan alat bantu manajemen di dalam perawatan jalan KA dengan melakukan penerapan *Value Engineering* (VE) yang sesuai dengan prinsip-prinsip dan teknik standar internasional VE.

Penelitian dilakukan dengan meneliti faktor-faktor dominan pada perawatan jalan rel dan penerapan VE dalam rangka efisiensi biaya perawatan jalan rel. Selain itu juga dibuat pemodelan VE untuk perawatan jalan rel.

Kuesioner terdiri dari 27 pertanyaan yang diperkirakan akan memakan waktu lebih kurang 15 menit.

TUJUAN PENELITIAN

- a. Mengidentifikasi faktor-faktor dominan pada perawatan jalan rel yang dapat dilakukan penerapan *value engineering*;
- b. Evaluasi penerapan VE pada industri transportasi khususnya perkeretaapian di Indonesia;
- c. Membuat konsep penerapan VE untuk perawatan jalan rel dilihat dari faktor-faktor perawatan jalan rel.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Jawaban merupakan persepsi Bapak/Ibu terhadap pernyataan faktor-faktor dominan pada perawatan jalan rel.
2. Mengisi kolom kosong jika ada tambahan faktor yang mempengaruhi pada perawatan jalan rel.
3. Mengisi kolom keterangan di halaman terakhir kuisisioner jika ada tambahan penjelasan/komentar/ terhadap perawatan jalan rel.

Semua informasi yang Bapak/Ibu berikan dalam survey ini dijamin kerahasiaannya dan hanya akan dimanfaatkan untuk keperluan penelitian.

Lampiran 2. Lanjutan

Apabila Bapak/Ibu memiliki pertanyaan atau memerlukan keterangan lebih lanjut mengenai penelitian ini, silakan hubungi kami :

- Joesep Andrea Lutfi, ST., Telp.: 0818223671, e-mail : joesepal@gmail.com
- M. Ali Berawi, MEngSc., PhD., Telp.: 081218012207, e-mail : ale.berawi@gmail.com

Kami mengucapkan banyak terima kasih atas kesediaan Bapak mengisi kuesioner penelitian ini.

Hormat Kami,

Joesep Andrea Lutfi, ST.
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Salemba



Nama Responden : _____
 Institusi : _____
 Alamat Institusi : _____
 No. Telepon : _____
 No. Faximile : _____
 E-mail : _____

Berilah tanda silang (x) pada jawaban yang anda pilih :

A. Data Umum

1. Pendidikan terakhir dan sertifikasi keahlian profesi yang saudara miliki adalah :
 (jawaban boleh lebih dari satu)

- Diploma 3/ Akademi/ Politeknik
- Sarjana
- Pasca Sarjana (S2 atau S3)
- Sertifikasi Profesi yang dimiliki, mohon diisi
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

2. Jabatan Saudara dalam Institusi adalah :

- Direktur
- Vice President* (Kasubdit)
- Manajer (Kepala Seksi)
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....
- Junior Manajer/Asisten Manajer
- Supervisor

3. Pengalaman saudara dalam bidang manajemen perawatan jalan kereta api adalah :

- 1-4 tahun
- 5-8 tahun
- ≥ 16 tahun
- 9-12 tahun
- 13 - 16 tahun

B Organisasi

4. Bagaimana pembagian tugas pekerjaan pemeliharaan pada instansi saudara?

- Sesuai dengan uraian tugas yang telah ada
- Berdasarkan besar-kecilnya biaya pada masing-masing pekerjaan pemeliharaan
- Berdasarkan tingkat kerumitan/ kompleksitas pekerjaan
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

5. Untuk menentukan strategi pemeliharaan/ perawatan, berasal dari manakah sumber daya manusia pada instansi saudara?
(berikan tanda hanya pada salah satu pilihan)

- Pegawai sendiri keseluruhan
- Tenaga ahli dari luar keseluruhan (*outsourcing*)
- Beberapa tenaga dari luar dan pegawai sendiri

6. Bagaimana penentuan kebutuhan jumlah sumber daya manusia untuk pekerjaan pemeliharaan pada instansi saudara? **(jawaban dapat lebih dari satu)**

- Berdasarkan lingkup pekerjaan yang ditangani
- Berdasarkan besar-kecilnya biaya pekerjaan
- Berdasarkan tingkat kerumitan/ kompleksitas pekerjaan
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

7. Dalam rangka peningkatan kemampuan sumber daya yang ada untuk mendukung manajemen perawatan jalan KA, berapa kali rata-rata penyelenggaraan pelatihan/diklap (pendidikan lapangan) pada instansi saudara dilaksanakan?

- Sering (setahun 3 kali atau lebih)
- Kadang-kadang (setahun 2 kali)
- Jarang (setahun satu kali)
- Tidak pernah

C. Perencanaan Perawatan

8. Sistem Perawatan Jalan KA Terencana (PERJANA) merupakan sebuah sistem perawatan jalan KA yang mempunyai fungsi Perencanaan, Pengorganisasian, Pelaksanaan, dan Pengawasan (*Planning, Organizing, Actuating, Controlling*) berdasarkan pengalaman saudara, apakah penerapan PERJANA sudah berjalan dengan baik (seluruh fungsi dijalankan)?
- Ya (jika Ya, mohon dilanjutkan pada pertanyaan no. 10)
- Tidak (jika tidak, mohon dilanjutkan pada pertanyaan no. 9)
-
9. Menurut saudara, pada fungsi yang mana dari sistem PERJANA yang belum dapat dilakukan sesuai aturan PERJANA? (jawaban dapat lebih dari satu)
- Perencanaan (*planning*)
- Pengorganisasian (*organizing*)
- Pelaksanaan (*actuating*)
- Pengawasan (*controlling*)
-
10. Menurut saudara, sebaiknya prinsip pengumpulan data sebagai basis perawatan jalan rel berdasarkan apa? (jawaban boleh lebih dari satu)
- Sistem pengukuran yang terkomputerisasi
- Pengamatan di lapangan
- Data umur ekonomis material
- Kondisi lingkungan sekitar (termasuk kondisi drainase)
- Data historis perawatan/ kerusakan
- Gabungan dari seluruh jawaban di atas
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....
-
11. Dari parameter-parameter (*traffic parameters*) di bawah ini, menurut saudara, parameter apa yang paling penting untuk dianalisis terkait dengan kebutuhan perawatan jalan KA? (bila jawaban lebih dari satu, mohon untuk diurutkan sesuai tingkat kepentingan)
- Gross Tonnage/ Passing tonnage
- Beban sumbu (*axle load*)
- Kecepatan KA
- Jumlah KA
- Jenis KA
- Tipe Lokomotif
- Tipe gerbong
- konfigurasi beban
- Faktor curah hujan (karena konstruksi jalan KA bersifat *flexible pondation*, bukan *fix pondation*)
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....
-
12. Dari pilihan data yang tersedia dibawah ini, mohon dipilih data yang biasa saudara ambil sebagai dasar perencanaan perawatan jalan KA (bila jawaban lebih dari satu, mohon untuk diurutkan sesuai tingkat kepentingan) :
- Geometri (*alignment* jalan-lebar sepur, *twist*, kerataan, dll)
- Lengkung
- Beban (berat kotor, beban jalan maksimum, dll)
- Kecepatan
- Gradien
- Subgrade (kondisi geologis)
- Balas (tipe balas, data waktu penggantian material, ketebalan, dll)
- Bantalan (tipe, data waktu pemasangan, beban, dll)
- Rel (tipe rel, sambungan pada rel, beban kumulatif yang diterima rel, dlsb)
- Kondisi Drainase
- Wesel dan perlintasan

Lampiran 2. Lanjutan

- Data historis (penggantian material, pengelasan rel, pemecokan, dll)
- Data perawatan setempat (*spot maintenance history*)
- Faktor curah hujan (karena konstruksi jalan KA bersifat flexible pondation, bukan fix pondation)
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

13. Kereta ukur merupakan salah satu alat untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan kondisi *real* suatu geometri jalan rel, menurut saudara, dengan mempertimbangkan kondisi jalan KA yang ada sekarang ini, sebaiknya pengukuran dilakukan berapa kali dalam satu tahun?

- satu tahun sekali
- satu tahun dua kali
- satu tahun tiga kali
- satu tahun empat kali
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

14. Menurut saudara, hasil pengukuran geometri jalan KA (baik secara manual atau hasil pengukuran KA Ukur) adalah dimaksudkan untuk: **(Jawaban dapat lebih dari satu)**

- Membuat prediksi kerusakan jalan rel
- Kebutuhan untuk volume dan perencanaan perawatan
- Menilai kondisi eksisting jalan rel
- Mengukur tingkat kerusakan jalan rel
- Mengukur efisiensi perawatan jalan KA (hasil pemecokan, dll)
- Renewal decision making*
- Fungsi check dari sistem manajemen pemeliharaan Jalan KA
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

15. Menurut saudara, apakah data dari parameter geometri jalan rel perlu di analisis lebih lanjut dengan metodologi khusus yang bertujuan supaya di dapatkan strategi perawatan yang bersifat *cost-effective* ?

- Ya, perlu
- Tidak perlu

Apabila perlu dilanjutkan ke pertanyaan No. 16, jika tidak silahkan lanjut ke pertanyaan no. 17.

16. Metodologi yang biasa Saudara gunakan untuk membuat evaluasi kualitas geometri jalan KA adalah?

- J Syntethic coefficient
- The Indian TGI
- European Standard EN 13848-5
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

17. Berdasarkan pengalaman Saudara, material penyusun jalan rel yang paling banyak membutuhkan dana perbaikan/ perawatan? **(Apabila jawaban lebih dari satu, mohon diberi peringkat sesuai dengan tingkat kepentingan)**

- Rel (termasuk pengelasan, *grinding* , dll)
- Bantalan Beton (termasuk alat penambat)
- Bantalan Kayu (Termasuk penambat)
- Bantalan Besi (Termasuk penambat)
- Balas
- Wesel
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

18. Berdasarkan pengalaman Saudara, material penyusun jalan rel yang paling sering mengalami kerusakan adalah **(Apabila jawaban lebih dari satu, mohon diberi peringkat sesuai dengan tingkat kepentingan)**

- Rel (termasuk pengelasan, *grinding* , dll)

- Bantalan Beton (termasuk alat penambat)
- Bantalan Kayu (Termasuk penambat)
- Bantalan Besi (Termasuk penambat)
- Balas
- Wesel
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

19. Berdasarkan pengalaman Saudara, material penyusun jalan rel yang paling sulit untuk di rawat?
(Apabila jawaban lebih dari satu, mohon diberi peringkat sesuai dengan tingkat kepentingan)

- Rel (termasuk pengelasan, *grinding*, dll)
- Bantalan Beton (termasuk alat penambat)
- Bantalan Kayu (Termasuk penambat)
- Bantalan Besi (Termasuk penambat)
- Balas
- Wesel
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

20. Berdasarkan pengalaman Saudara, cara penentuan untuk melakukan penggantian komponen material jalan rel:

- Akhir dari umur ekonomis komponen berdasarkan rekomendasi pabrik/ metodologi perhitungan umur material
- Setelah rusak
- Tidak pernah dilakukan penggantian
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

21. Apakah pada fase perencanaan perawatan jalan rel, institusi saudara mengajak/ melibatkan bagian lain (operasi, traksi, sinyal, dll) untuk memberi masukan terkait dengan rencana perawatan jalan rel?

- Ya
- Tidak

Jika Ya, mohon dilanjutkan ke pertanyaan No. 22, jika Tidak silahkan lanjut ke No. 23

22. Tahap perencanaan adalah sebuah tahapan dimana perencanaan dan pengelolaan ditentukan untuk keputusan pelaksanaan, menurut pendapat saudara aktifitas penting yang perlu dilakukan pada tahap tersebut adalah:

- Menetapkan ukuran kinerja dan persyaratan dapat diterimanya sebuah alternatif perawatan atau rekomendasi lain dari hasil pertemuan/ pembahasan
- Menyusun rencana dan jadwal survey lapangan
- Mengembangkan model perencanaan
- Berbagi informasi terkait dengan rencana masing-masing tiap bagian yang terlibat untuk dikaji oleh bagian lain
- Mengkaji biaya perawatan
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

23. Dari proses perawatan berdasarkan model *decision support system* dibawah ini, sub-proses manakah yang pernah saudara lakukan? (jika lebih dari satu jawaban, mohon untuk diurutkan sesuai yang pernah saudara lakukan)

- Membuat perkiraan beban yang lewat pada komponen infrastruktur (rel, bantalan, balas, dll)
- Membuat estimasi volume periodik pekerjaan untuk kegiatan perawatan dan penggantian material
- Membuat estimasi biaya perawatan dan penggantian serat waktu gangguan
- Membuat estimasi *availability* dan *reliability* infrastruktur jalan KA
- Membuat perkiraan biaya *life cycle cost* untuk perawatan jalan KA
- Tidak pernah melakukan satu atau seluruh dari kegiatan yang disebutkan di atas

D. Budgeting

24. Apakah di dalam melakukan pemeliharaan jalan KA saudara pernah/ selalu menggunakan *life cycle cost analysis* / analisis biaya siklus hidup (LCC)?

- Ya, jika Ya lanjut ke pertanyaan No. 26
- Tidak, jika Tidak lanjut ke pertanyaan No. 25

25. Apakah penyebab tidak menggunakan LCC?

- Ketidakterediaan data realisasi pemeliharaan yang telah dilaksanakan
- Telah digunakan sebelumnya, namun tidak ada perbedaan antara digunakan dengan tidak menggunakan LCC
- Tidak dapat diaplikasikan pada biaya mendatang dan faktor-faktor yang mempengaruhinya
- Tidak ada standar atau pedoman formal
- Tidak mengetahui metode LCC
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

26. Pada saat menggunakan metode LCC, kriteria apa yang saudara gunakan pada pekerjaan perawatan?

- Biaya (awal dan residual)
- Desain
- Model perawatan
- Pekerjaan-pekerjaan yang dianggap penting
- Tidak ada peraturan
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

27. Dalam membuat perkiraan biaya perawatan, metode yang biasa saudara lakukan adalah: (jawaban boleh lebih dari satu)

- Engineering method* (membuat analisis volume dan material per komponen dengan menggunakan faktor harga pasar)
- Analogous cost method* (berdasar data historis dari pekerjaan sebelumnya)
- Parametric cost method* (menggunakan perhitungan yang berdasarkan pada parameter dan variabel tertentu yang dicari hubungannya untuk dibuat persamaan matematik)
- Gabungan butir 1 dan 2
- Gabungan butir 1 dan 3
- Gabungan 2 dan 3
- Gabungan 1, 2 dan 3
- Bila ada jawaban lain, mohon diisi.....

KOMENTAR

LAMPIRAN III

CONTOH ANGGARAN BIAYA PENGELASAN UNTUK PERAWATAN JALAN KA DAN DAFTAR HARGA MATERIAL & UPAH YANG DIGUNAKAN

Lampiran 3. Lanjutan

BAGIAN JALAN REL DAN JEMBATAN
DAERAH OPERASI I JAKARTA
Nomor : 66 /R.14 /VII/2008

PT. KERETA API (Persero)

DAOP : 1 Jakarta.
RESORT 14. Tpk
DISTRIK
Kode Pekerjaan : E.9

RENCANA BIAYA

a. Pekerjaan : Perawatan Lingkungan Jalan

b. Pekerjaan : Mengganti rel Patah dan sambungan tidak siku, Las elektroda serta angkat lestreng di km 6+870 s.d 6+900
sp hu/hi antara Pasarsenenen - Kramat lintas Jak - Jng.

No	banyaknya	Satuan	Uraian pekerjaan	Harga satuan		Nilai pekerjaan = RP			
				Jasa/Upah	Bahan	Jasa/Upah		Bahan	
						PPN DTP (7=2x5)	PPN NON DTP (8=2x5)	PPN DTP (9=2x6)	PPN NON DTP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	oh	Ukur mengukur di lokasi pekerjaan	45.000			180.000		-
2	4	btg	Langsir rel 54 dari penimbunan ke lokasi pekerjaan	573.003	880		2.292.010		3.520
3	72	m'sp	Membongkar spur lama R 42	6.050			435.600		-
4	72	m'sp	Mengganti rel R 42 dengan rel R 54 di oprit Plt 31 dan menyikukan sambungan rel	5.693	7.326		409.860		527.472
5	52	titk	Mengelas rel R 54 dengan las elektroda	208.025	201.640		10.817.300		10.485.280
6	80	m'sp	Angkat lestreng untuk kec. 40 km/jam dari sampai 20 km/jam	35.475			2.838.000		-
7	4	oh	Perapihan lokasi kerja	45.000			180.000		-
			Jumlah				17.152.770		11.016.272
			Tambah PPN 10%				1.715.277		1.101.627
			Jumlah + PPN %				18.868.047		12.117.899
			Total Jumlah Netto						30.985.946
			dibulatkan						30.986.000
			Terbilang : tiga puluh juta sembilan ratus delapan puluh enam ribu rupiah.						

Lampiran 3. Lanjutan

ANALISA HARGA SATUAN Lampiran RPO No. 66/R.14/VII/2008

Mengganti rel Patah dan sambungan tidak siku, Las elektroda serta angkat lestreng di km 6+870 s.d 6+900 sp hu/hi antara Pasarsenen - Kramat lintas Jak - Jng.

1	Ukur mengukur di lokasi pekerjaan	oh	Rp	45.000
2	#REF!	/ ton		
	Upah :			
	a. Sortir			
	0,4 pekerja	Rp	45.000	Rp 18.000
	0,07 mandor	Rp	65.000	Rp 4.550
			Jumlah	Rp 22.550
	b Muat / bongkar rel R 54 tiap m' / 54 kg			
	0,055 pekerja	Rp	45.000	Rp 2.475
	0,026 mandor	Rp	65.000	Rp 1.690
			Jumlah	Rp 4.165
	untuk 1 ton = 1000 kg : 54 kg = 18.50			
	18,5 x	Rp	4.165	Rp 77.053
	Jadi = 0.5 x	Rp	77.053	Rp 38.526
	c Angkutan rel ke lokasi pasang.			
	5 pekerja	Rp	45.000	Rp 225.000
	0,5 mandor	Rp	65.000	Rp 32.500
	5 biaya pengawalan	Rp	45.000	Rp 225.000
	5 kayu ganjal	Rp	5.500	Rp 27.500
	0,05 muat / bongkar	Rp	38.526	Rp 1.926
			Jumlah	Rp 511.926
			jumlah a+b+c	Rp 573.003
	Bahan :			
	0,05 kg. kawat pengikat	Rp	17.600	Rp 880
3	Membongkar spur rel R 42 / m' sp			
	upah : 0,12 pekerja	Rp	45.000	Rp 5.400
	0,01 mandor	Rp	65.000	Rp 650
			Jumlah b.	Rp 6.050
4	Mengganti spur dengan rel R 54 / m' sp			
	upah : 0,12 pekerja	Rp	45.000	Rp 5.400
	0,0045 mandor	Rp	65.000	Rp 293
			Jumlah b.	Rp 5.693
	bahan :			
	0,09 Bor ayu	Rp	80.000	Rp 7.200
	0,009 ter	Rp	14.000	Rp 126
			Jumlah b.	Rp 7.326
5	Mengelas rel R 54 dengan las Elektroda / ttk			
	a. <u>Las elektroda untuk rel R. 54</u>			
	1 Bahan pendukung			
	7 ltr solar	Rp	5.500	Rp 38.500
	0,15 tbg oxygen	Rp	90.000	Rp 13.500
	0,07 tbg acetylin	Rp	104.500	Rp 7.315

Lampiran 3. Lanjutan

1,5 ltr bensin campur	Rp	6.500	Rp	9.750
0,05 ltr olie SAE 40	Rp	29.000	Rp	1.450
0,05 lbr kain lap	Rp	8.500	Rp	425
0,3 bh batu gerinda tangan	Rp	44.000	Rp	13.200
0,02 bh batu gerinda profil	Rp	325.000	Rp	6.500
1,2 kg elektroda untuk layer	Rp	62.500	Rp	75.000
0,3 kg elektroda untuk pengerasan	Rp	120.000	Rp	36.000
		Jumlah Bahan	Rp	201.640
2 Sewa mesin				
0,2 mesin las 400 Amp	Rp	130.000	Rp	26.000
0,2 mesin gerinda profil	Rp	65.000	Rp	13.000
0,2 Perlengkapan/alat kerja	Rp	22.000	Rp	4.400
		Jumlah	Rp	43.400
4 Upah kerja malam hari				
0,3 pengawas	Rp	65.000	Rp	19.500
0,6 tukang las	Rp	60.000	Rp	36.000
0,6 tukang gerinda	Rp	55.000	Rp	33.000
0,3 pekerja (pembantu tukang)	Rp	45.000	Rp	13.500
0,25 sewa genset untuk penerangan	Rp	82.500	Rp	20.625
		Jumlah	Rp	122.625
5 Lain - lain				
0,2 transportasi	Rp	60.000	Rp	12.000
0,6 pengamanan operasi	Rp	50.000	Rp	30.000
		Jumlah	Rp	42.000
Upah Pada malam hari =			Rp	208.025
6 Angkat lestreng bantalan beton /m'sp untuk kec. 40 km/jam dari kec. 20 km /jam.				
upah : 0,68	Rp	45.000	Rp	30.600
0,075	Rp	65.000	Rp	4.875
		Jumlah	Rp	35.475
7 Perapihan lokasi				
	oh		Rp	45.000



LAMPIRAN IV

RISALAH SIDANG



UNIVERSITAS INDONESIA

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN MANAJEMEN PROYEK
SALEMBA**

PERNYATAAN PERBAIKAN TESIS

Dengan ini dinyatakan bahwa pada :

Hari : Selasa, 4 Januari 2011

Jam : 10.00 s/d selesai

Tempat : Ruang Rapat Lt. 1 Salemba

Telah berlangsung Ujian Tesis Semester Genap 2010/2011 Program Studi Teknik Sipil Reguler, Program Pendidikan Magister Bidang Ilmu Teknik Manajemen Proyek, Fakultas Teknik Universitas Indonesia dengan peserta :

Nama : Joesep Andrea Lutfi

NPM : 0806477466

Judul Tesis : Efisiensi Biaya Perawatan Infrastruktur Jalan Rel Dengan
Simulasi *Value Engineering*

Dan dinyatakan harus menyelesaikan perbaikan tesis yang diminta oleh Dosen Penguji, yaitu:

Dosen Penguji I: M. Ali Berawi, M.EngSc, PhD.

No	Pertanyaan/ Saran	Keterangan/ Penjelasan
-	-	-

Dosen Penguji II : Prof. DR. Ir. Yusuf Latief, MT

No	Pertanyaan/ Saran	Keterangan/ Penjelasan
1	Hitungan Biaya Siklus Hidup (LCC) belum masuk di dalam Laporan, agar dilengkapi.	Sudah dilengkapi, di BAB 4 halaman 187 s.d 190.
2	<i>Research Question</i> 1 dan jawabannya perlu dilengkapi.	Sudah dilengkapi di BAB 6, halaman 209 s.d 211.
3	Model Penerapan VE diganti oleh rencana strategis penerapan VE berdasarkan survey dan referensi, dan pembahasan analisis perlu dilengkapi.	Sudah diganti dan dimasukkan di BAB 4, 5 dan 6.

Dosen Penguji III : Ir. Wisnu Isvara, MT.

No	Pertanyaan/ Saran	Keterangan/ Penjelasan
1	Siapa saja <i>stakeholder</i> di dalam perawatan jalan KA.	Dijelaskan di BAB 2 halaman 13.
2	Sumber data/ perhitungan diperoleh dari mana?	Tercantum pada Lampiran III
3	Istilah implementasi VE agar diganti menjadi simulasi VE saja.	Sudah diganti menjadi 'simulasi'

Penguji IV : DR. Ir. Ismeth S. Abidin

No	Pertanyaan/ Saran	Keterangan/ Penjelasan
1	Mengapa judul ini penting untuk diteliti?	Dijelaskan di BAB 1, halaman 3 s.d 5.
2	Apakah ada model penelitian VE nya?	Dijelaskan di BAB 4, halaman 191.
3	Data untuk pemodelan di dapat dari mana saja?	Tercantum pada Lampiran III.
4	Bagaimana cara memvalidasi dari model FAST Diagram yang dibuat?	Dijelaskan di BAB 5 halaman 206

Penguji V : Dipl. Ing. Moh. Ichsan Damiat, MT., PMP

No	Pertanyaan/ Saran	Keterangan/ Penjelasan
1	Apa yang didapat dari penelitian ini?	Dijelaskan di BAB 6, Sub Bab 6.1, halaman 209.

Tesis ini sudah diperbaiki dan telah disetujui sesuai dengan keputusan sidang Ujian Tesis tanggal 4 januari 2011 dan telah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing.

Menyetujui,
Pembimbing I,

Pembimbing II,

M. Ali Berawi, M.EngSc., PhD

Prof. DR. Ir. Yusuf Latief, MT.

Penguji,

Penguji,

Penguji,

DR. Ir. Ismeth S. Abidin

Ir. Wisnu Isvara MT.

Dipl. Ing. Moh. Ichsan Damiat, MT.,PMP.