

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 PENDAHULUAN

2.1.1 Definisi Proyek dan Manajemen Proyek

Proyek didefinisikan sebagai suatu usaha sementara yang dilakukan untuk memperoleh suatu produk, jasa atau hasil yang unik¹. Karakteristik dari Proyek bersifat Sementara, Unik dan berkembang secara berkelanjutan. Sementara disini bukan berarti waktu pengerjaan yang singkat melainkan setiap proyek memiliki awal dan akhir yang pasti. Unik dapat diartikan bahwa tidak ada proyek yang sama meskipun sejenis baik itu produk, servis maupun hasilnya, begitu pula proyek pertambangan membutuhkan sistem yang unik dari orang, mesin dan proses untuk memenuhi kebutuhan produksi untuk menghasilkan keuntungan².

Untuk mengelola suatu proyek dengan baik maka dibutuhkan sebuah Manajemen Proyek yang dapat diartikan sebagai suatu aplikasi dari pengetahuan, keahlian, alat dan teknik pada suatu aktivitas proyek untuk mendapatkan atau memenuhi kebutuhan dan harapan dari pihak yang terkait dari suatu proyek. Istilah Manajemen Proyek terkadang dideskripsikan sebagai pendekatan secara organisasi kepada pihak manajemen terhadap operasi yang sedang berjalan, sering disebut sebagai *management by projects*. Manajemen Proyek mencakup integrasi dari proses Inisiasi, Perencanaan, Pelaksanaan, *Monitoring* dan *Controlling* serta *Closing*. Mengelola proyek termasuk:

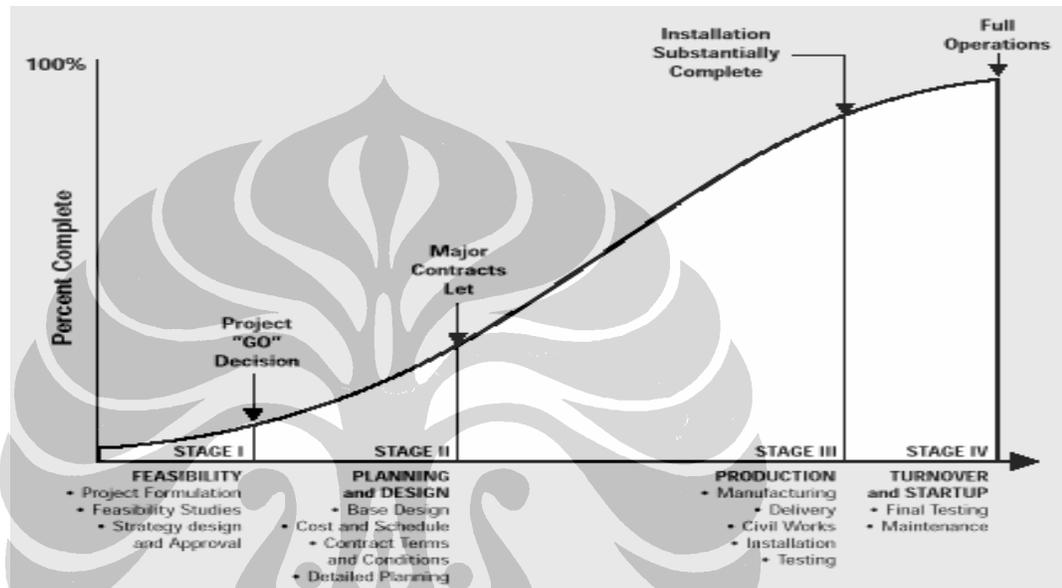
1. Mengidentifikasi kebutuhan
2. Membuat tujuan yang jelas dan dapat dicapai
3. Menyeimbangkan antara kebutuhan akan kualitas, Batasan, Waktu dan Biaya yang bersaing
4. Mengadaptasikan spesifikasi, rencana, dan pendekatan dari tuntutan stakeholder yang berbeda-beda.

¹PMBOK, A guide to the Project Management Body Of Knowledge, PMI, Inc. 3rd edition.2004

² John Wiebmer, "Different Horses for Different Courses" paper of Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc, Miners Forum

2.1.2 Project Life Cycle

Project Life Cycle adalah sebuah tahapan – tahapan yang dibagi dari sebuah proyek untuk mempermudah manajemen dalam mengatur hubungan kegiatan operasional dengan tepat. Project life Cycle menetapkan fase – fase yang menghubungkan dari awal proyek sampai ke akhir proyek.



Gambar 2.1-1 Siklus kehidupan proyek konstruksi (Morris)³

Di dalam bisnis pertambangan, secara umum dimulai dari adanya permintaan pasar akan sebuah produk khusus seperti bijih tambang seperti batu bara, nikel, timah, emas, tembaga dll yang letaknya di dalam tanah, sehingga kontraktor tambang mengembangkan sebuah proyek tambang dengan tujuan utama untuk menggali, membawa dan memproses bahan mentah menjadi barang setengah jadi ataupun barang jadi untuk kemudian dijual ke pasar dan menghasilkan keuntungan. Sama halnya dengan proyek konstruksi, dalam proyek tambang dibagi menjadi beberapa tahapan langkah atau *Project Life Cycle* sebagai berikut:

1. Eksplorasi

³ PMBOK, A guide to the Project Management Body Of Knowledge, PMI, Inc. 3rd edition.2004

Dalam tahap Eksplorasi, diketahui lokasi dan jenis dari bahan mineral atau material yang dapat ditambang dan menghasilkan keuntungan.

2. Studi Kelayakan (*Feasibility Study*)

Dalam tahap studi kelayakan dilakukan:

- a. Estimasi seberapa besar jumlah dan tingkat cadangan
- b. Informasi dari segi ekonomis; meliputi permintaan pasar dan transportasi, utility, dan air, hak tanah dan mineral, isu pemerintahan
- c. Metode penambangan; meliputi pemeriksaan fisik, pemilihan metode
- d. Metode Pemrosesan
- e. Estimasi biaya; meliputi estimasi biaya kapital dan biaya operasional

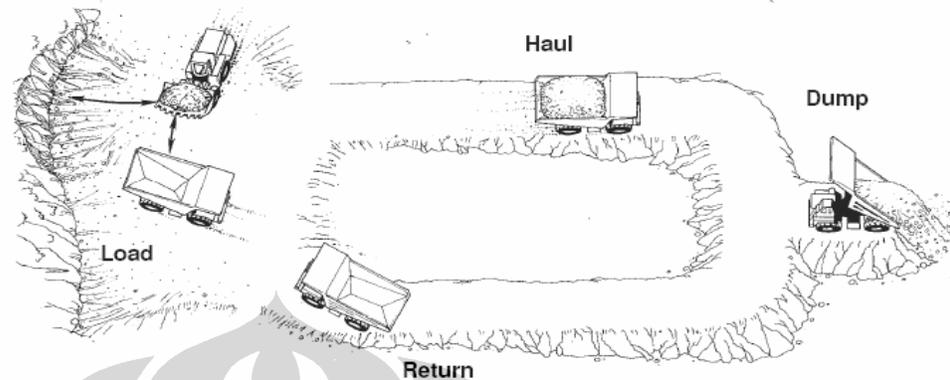
3. Pengembangan

Dalam tahap pengembangan pihak kontraktor memperoleh izin penambangan dan pendirian bangunan kemudian melakukan pendirian fasilitas bangunan kantor, fasilitas pemrosesan mineral, workshop transportasi dan lain lain.

4. Produksi

Merupakan proses pengambilan bahan mentah yang secara umum dibagi menjadi empat kategori: batu bara, batu keras, Agregates, dan mineral industri. Proses produksi penambangan itu sendiri di bagi menjadi dua jenis, yaitu permukaan dan bawah tanah. Produksi dapat dihitung dengan mengetahui nilai Ton/Hour dengan kata lain produksi berarti berapa banyak material yang dapat dipindahkan dalam sebuah periode atau waktu tertentu

Tonnes/Hour – Potential Production Cycle Time



Gambar 2.1-2 Siklus produksi *Loading, hauling* dan *dumping* (Aaron Biskaps)

5. Reklamasi

Merupakan proses *land recovery*; meliputi pengembalian kontur tanah permukaan asli, pengaturan erosi, pengembalian air, pengembalian margasatwa.⁴

2.1.3 Pengenalan Earthmoving Equipment

Pekerjaan dari *Earthmoving Equipment* secara umum dibagi menjadi 5 tahapan dalam proyek tambang:

1. *Preparing*
2. *Loading*
3. *Hauling*
4. *Dumping*
5. *Conditioning*

Kelima tahapan sangat perlu dipertimbangkan bila melihat dari segi ekonomis.⁵

a. *Preparing*

Dalam proses persiapan dilakukan *drilling & blasting, Ripping, Grading* dan Pengaturan air untuk mempermudah dan mengoptimalkan proses *Loading, hauling* dan *dumping*.

⁴ Aaron Biskaps, "Mining 101", Caterpillar Global Mining paper

⁵ Bill Morgan, "Cost – Effective Equipment Application Zones" paper of Society for Mining, Metallurgy, And Exploration, MINERS Forum Caterpillar

Alat-alat berat yang digunakan antara lain:

1. *Blast Hole Drill*



Gambar 2.1-3 Blast Hole Drill (Aaron Biskaps)

2. *Track Type Tractor*



Gambar 2.1-4 Track Type Tractor (Aaron Biskaps)

3. *Motor Graders*



Gambar 2.1-5 Motor Graders (Aaron Biskaps)

b. Loading

Jenis alat berat yang dipergunakan untuk pekerjaan Loading antara lain :

1. *Rope Shovel*



Gambar 2.1-6 Rope Shovel (Aaron Biskaps)

2. *Front Shovel*



Gambar 2.1-7 Front Shovel (Aaron Biskaps)

3. *Mass Excavator*



Gambar 2.1-8 Mass Excavator (Aaron Biskaps)

4. *Wheel Loader*



Gambar 2.1-9 Wheel Loader (Aaron Biskaps)

Ada pun perbandingan pemilihan alat berat untuk proses *Loading* adalah sebagai berikut:

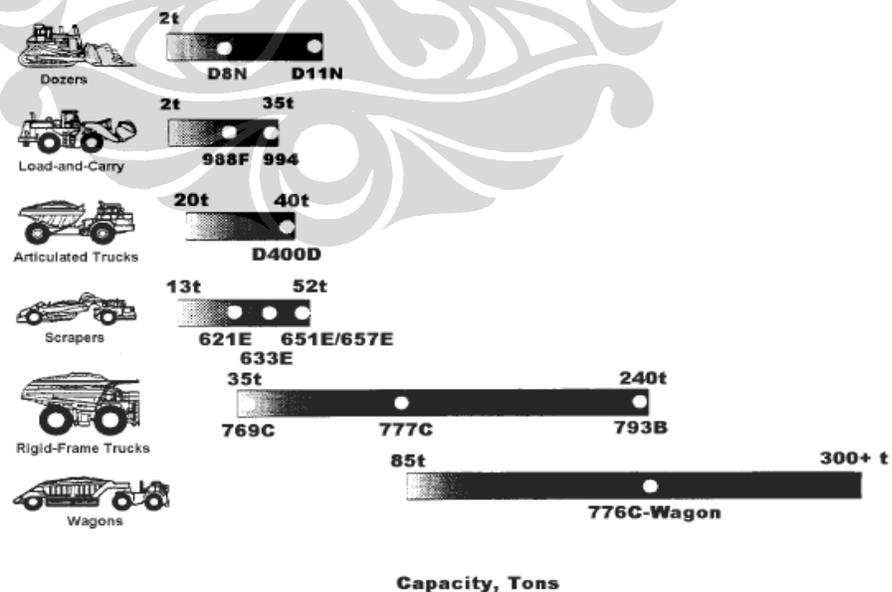
Tabel 2.1-1 Perbandingan pemilihan alat berat untuk proses Loading

	Rope Shovel	Front Shovel	Mass Excavator	Wheel Loader
Cycle time (seconds)	28-32	27-30	24-28	30-40
Fill factor (%)	100-105	90-100	90-110	90-110
Pass match	3-4	4-6	4-6	4-6
Favorable conditions	Single face Stable level floor Wide benches Well-shot material	Selective digging Tight area & material Poor floor	Truck below HEX Tight area & material Short swing	Level, dry floor Well-fragmented material Lower face profile Multi-face loading
Unfavorable conditions	Poor underfoot	Excessive tramming Low benches	High/unstable benches Excessive tramming Low angle of repose material	Poor/wet underfoot Tight load areas

(Sumber: Aaron Biskaps)

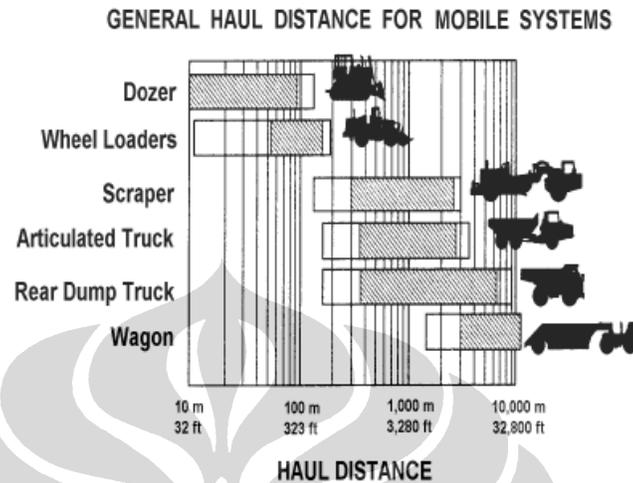
c. *Hauling dan Dumping*

Berdasarkan kapasitas (ton) yang diangkut atau dipindahkan oleh alat berat, tipe dan jenis alat berat dapat dikategorikan sebagai berikut:



Gambar 2.1-10 Jenis alat berat berdasarkan kapasitas yang diangkut atau dipindahkan (Catterpillar handbook)

Sedangkan berdasarkan jarak haul, tipe dan jenis alat berat dapat dikategorikan sebagai berikut:



Gambar 2.1-11 Alat berat berdasarkan jarak haul (Catterpillar handbook)

2.2 ALAT BERAT DIPANDANG DARI SEGI EKONOMIS DAN INVESTASI

Fungsi dari *heavy earthmoving equipment* adalah untuk memindahkan atau membantu proses pemindahan tanah dan batu dari poin A ke point B. Pembelian dari alat merupakan investasi yang besar dari pembeli. Pembeli tidak dapat masuk ke dalam bisnis atas kepemilikan alat-alat berat ini tanpa adanya cadangan keuangan yang kokoh dan atau dengan dukungan finansial. Kebanyakan unit alat berat berharga setidaknya \$100,000 – Alat berat yang lebih besar lagi bisa seharga 1 juta-an dollar. Pemilik alat berat mempunyai investasi pribadi dalam memastikan equipment digunakan secara benar, dirawat dan di kelola dengan baik. Secara umum pemakai dari earthmoving equipment ini dikategorikan menjadi dua, yaitu: Perusahaan Tambang dan Perusahaan Konstruksi. Meskipun aplikasi dari alat-alat berat yang dilakukan oleh kedua perusahaan itu sama tapi kondisinya sangat berbeda. Mesin di tambang melakukan pekerjaan yang sama di bawah kondisi yang sama hari demi hari. Operasional dan pengelolaan dari equipment seringkali beroperasi dilokasi yang sama. Berbeda untuk industri konstruksi, mesin seringkali digunakan untuk melakukan pekerjaan bervariasi dengan kondisi lokasi yang berbeda juga.

Ada 3 tingkat dari life cycle dari sebuah *earthmoving equipment*: Pembelian, Pengoperasian dan Penjualan. Keputusan pembelian hanya terjadi sekali dalam umur setiap alat berat – Manajer alat harus berusaha melakukan pembelian sejarang mungkin mengingat modal biaya pengeluaran yang sangat besar. Keputusan Pengeoperasian setelah pembelian terjadi lebih sering, dengan tujuan mengoperasikan alat semurah mungkin tapi membantu produksi. Keputusan menjual mungkin saja dievaluasi lebih dari sekali, namun keputusan ”ya” hanya diambil sekali dan equipment harus bisa dijual semahal mungkin. Dari ketiganya terdapat hubungan dinamis yang kompleks dan setiap keputusan yang diambil dapat berakibat sangat besar pada keputusan lainnya. Meskipun sangat mahal membeli alat baru, namun biaya operasi sangat kecil pada awal pemakaian. Dengan berjalannya waktu, akibat pemakaian alat berat, biaya operasi meningkat, keputusan penjualan harus mulai dipertimbangkan.

Kombinasi pembelian dan penjualan membantu menentukan *Owning Costs*. *Owning Cost* adalah biaya yang tumbuh (*accrue*) atau telah tumbuh tepat pada adanya potensi untuk menggunakan alat berat. Masukan lain selain harga beli dan harga jual adalah biaya asuransi dan atau pajak. *Owning Cost* sangat baik digolongkan berdasarkan waktu kalendar. *Owning Cost* di *accrue* baik alat berat digunakan atau tidak. Semakin lama equipment dimiliki, semakin murah *owning cost* rata-rata per period, sebaliknya jika alat dimiliki dalam waktu yang singkat, rata-rata biaya kepemilikan per period relatif besar karena fakta bahwa equipment baru kehilangan nilai sangat cepat dalam periode awal.

Operating cost bertambah seiring dengan penggunaan alat berat. Ini adalah biaya yang terjadi hari ke hari tergantung dari tugas alat berat. Jika alat berat tidak beroperasi, *operating cost* bisa hampir tidak ada. Jika alat bekerja berat, maka *operating cost* dapat naik tinggi. Untuk mengetahui seberapa tinggi pemakaian alat berat diketahui dari berapa jam operasi alat berat (*hour usage*). Contoh pengeluaran *operating cost* yang kecil, misalnya bahan bakar dan maintenance. Pengeluaran lain terjadi dalam periode tertentu dengan biaya yang besar, misalnya ban, perbaikan dan *rebuilt* atau *component replacement*. *Operating cost* rata-rata akan kecil ketika unit masih baru. Seiring dengan berjalannya waktu, *operating cost* rata-rata meningkat. Penurunan *owning cost* berbarengan dengan peningkatan

operating cost memberikan kenaikan pada umur ekonomis. Secara teori, umur optimum pada saat penggantian mesin. Pada umur ini adalah umur pada saat kombinasi dari rata-rata owning dan operating cost diminimasi. Untuk menganalisa umur ekonomis secara tepat, seseorang harus dibekali pengetahuan lengkap dari komposisi dan sifat dari *owning* dan *operating cost*. *Owning Cost* tidak sulit untuk dipahami dan dikuantifikasikan. Komponen *Owning Cost* terdiri dari: harga beli, harga jual, lisensi, asuransi, pajak, dan bunga. *Operating cost* lebih kompleks karena data yang berubah dari hari ke hari dan harus direcord secara intensif.⁶

2.3 PENGELOLAAN ALAT BERAT

Strategi pengelolaan alat berat berbeda-beda tergantung pada besar kecilnya kontraktor. Kontraktor besar memberikan perhatian yang lebih besar pada strategi *outsourcing* dalam pengelolan equipment. Mereka seringkali membuang atau mengganti equipment lama yang sudah tidak efisien. Sebaliknya kontraktor kecil atau menengah cenderung memberikan perhatian pada ketersediaan keuangan dan budget dalam strategi pembelian, khususnya dalam pembelian unit lama atau bekas. Secara keseluruhan pengelolaan equipment pada kontraktor besar lebih sukses dibandingkan kontraktor lebih kecil dalam meminimalkan masalah pengelolaan alat berat⁷

2.3.1 Pengadaan Alat Berat

Alat berat dalam sebuah perusahaan tambang adalah merupakan salah satu investasi utama di dalam proyek. Perusahaan mengharapkan keuntungan yang besar dari menginvestasi peralatan.⁸ Pengadaan peralatan untuk kebutuhan proyek tambang khususnya alat berat tergantung dari kondisi kemampuan keuangan dari kontraktor, dilihat dari mana yang paling menguntungkan apakah

⁶ Zane W. Mitchell, Jr, "A Statistical Analysis Of Construction Equipment Repair Cost Using Field Data & The Cumulative Cost Mode" I, Ph D dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University – Civil Engineering, 1998

⁷ Mr. Thanapun Praserttrunguang, "Equipment Downtime is a burden for highway contractors", Journal of Management in Engineering (ASCE)

⁸ Amir Tavakoli, Johanes J. Masehi, S.C. Cyntia, "Equipment Management System" Journal of Management, Vol.6 No.2 April, 1990, p.213

dengan membeli atau menyewa. Pengadaan tersebut nantinya dapat dilihat dari rencana metode yang dipilih. Ada 3 (tiga) metode dalam pengadaan peralatan, yaitu :⁹

1. Pembelian (*purchase*)
2. Menyewa (*rent*)
3. Menyewa dan merencanakan membeli di kemudian hari (*rent and Option to purchase at later date*)

Masing-masing metode diatas memiliki keuntungan dan kekurangan, dengan pertimbangan dari pembuat keputusan. Antara kontraktor yang satu dengan yang lain, kebutuhan untuk pengadaannya belum tentu sama. Kontraktor mengadakan peralatan tergantung pada jumlah fekuensi pemakaian.

Tidak ada definisi peralatan standard. Peralatan standard bagi satu kontraktor, mungkin menjadi peralatan khusus bagi kontraktor lainnya, tergantung dari sistem operasi dari metode konstruksi . Walaupun pemilihan alat berat sudah dilakukan secara teliti, namun apabila terdapat kesalahan dalam pengoperasiannya maka akan berakibat biaya tinggi. Setiap alat berat didesain untuk peralatan untuk pekerjaan tertentu sehingga jika peralatan dioperasikan pada kondidi yang tidak tepat akan mengakibatkan pengoperasional alat tidak mendapatkan hasil yang optimal dan bahkan tidak aman.

2.3.2 Produktivitas Alat Berat

Dalam perencanaan proyek yang menggunakan alat berat, satu hal yang paling penting adalah bagaimana menghitung kapasitas operasi alat berat. Hasil perhitungan perencanaan kemudian dibandingkan dengan pengalaman yang nyata dari pekerjaan yang pernah dilakukan dari pekerjaan sejenis. Atas dasar perbandingan tersebut terutama efisiensi kerjanya, kita dapat menentukan harga besaran estimasi kapasitas alat yang paling sesuai untuk proyek yang bersangkutan, sehingga estimasi biaya proyek tidak terlalu optimis atau terlalu pesimis. Faktor – faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas alat berat per

⁹Peurifoy, R.I., "Construction Planning Equipment, and Methods" , McGraw Hill Inc, Third Edition, 1979, p.83

satuan waktu dapat dikategorikan antara lain type dan ukuran peralatan, efisiensi peralatan, kondisi tempat kerja, tipe pekerjaan dan pengalaman operator.¹⁰

Pemilik alat berat selalu menginginkan kemungkinan biaya terendah untuk setiap produksinya, untuk itu peralatan harus selalu dalam kondisi yang baik. Penggunaan alat berat yang telah melewati umur ekonomisnya, akan mengurangi produktivitas alat tersebut.¹¹ Meskipun suatu jenis peralatan dioperasikan pada dua proyek yang berbeda, tetapi tingkat produksi peralatan tersebut berbeda tergantung dari jenis pekerjaan, jarak, dan kondisi jalan. Tiap jenis peralatan (berdasarkan tipe maupun ukurannya) harus diperhitungkan kemampuan tingkat produksinya sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan. Pengalaman perusahaan dalam pelaksanaan dalam perencanaan operasional alat ke depan secara efisien.

Dalam pengoperasian alat berat, hal – hal yang perlu diperhatikan antara lain adalah: Penjadwalan alat berat, Operator, Kemampuan dan Batasan alat berat, Keamanan dan Operasional alat, dan Pengawas Operasional alat .¹² Dari hal – hal tersebut maka dapat diperkirakan dengan tepat penyelesaian suatu volume pekerjaan yang akan dikerjakan. Umumnya produktivitas alat berat dinyatakan m^3/jam . Produktivitas didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan per siklus waktu dan jumlah siklus dalam satu jamnya. Rumus umum produktivitas dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$Q = q \times N \times E = q \times 60/Cm \times E^{41} \quad 2.3-1$$

Dimana :

- Q = Produktivitas / jam
- q = Produksi dalam satu siklus kemampuan alat untuk memindahkan
- N = Jumlah siklus dalam satu jam ($N = 6/Cm$)
- E = Efisiensi kerja
- Cm = Waktu siklus per menit

¹⁰ Schutte, SD and Liska, RW, "Building Construction Estimating", P.99

¹¹ A. Jaafari, V.K.Mateffy, "Realistic for Equipment Replacement" Journal of Constuction Engineering and Management, Vol. 116, No.3 September, 1990

¹² O'Brien JJ, and Zilly, RG, "Contractor Management Handbook" Second Edition, p.13.1

2.3.3 Pemilihan Alat Berat

Perusahaan tambang memiliki pilihan alat berat yang luas untuk memenuhi kebutuhan operasional. Untuk mendapatkan hasil yang efektif dan maksimal maka perusahaan kontraktor tambang harus memilih equipment yang tepat untuk melakukan tugas di lokasi tertentu. Setiap jenis alat berat seperti, *Electric Cable Shovel*, *Hydraulic Shovel*, *Excavator* atau sebuah *Wheel Loader* memiliki kelebihan sesuai dengan area aplikasinya masing-masing.¹³ Pemilihan penggunaan alat berat yang tepat pada pelaksanaan proyek adalah untuk mendapatkan hasil produktivitas yang tinggi dan dengan biaya yang relatif rendah.¹⁴

2.3.4 Equipment Downtime

Equipment downtime adalah waktu sebuah equipment tidak dapat beroperasi diakibatkan oleh adanya perawatan, perbaikan atau modifikasi, termasuk di dalamnya waktu untuk inspeksi, diagnosa, delay, waktu menunggu operator, *tools*, *repair support equipment* dan lain-lain. *Equipment Downtime* bisa dikategorikan menjadi 2 jenis, yaitu: *Scheduled* dan *Unscheduled*. Downtime merupakan sebuah masalah yang kompleks; dan pengaruhnya terjadi dalam sebuah model *loop feedback*. Dengan kata lain semakin sering actual downtime yang terjadi dalam proyek, maka akan semakin sering downtime ke depan yang akan terjadi akibat mengabaikan perawatan equipment dan tidak membudgetkan *unplanned equipment maintenance*.¹⁵

Downtime disebabkan *machine breakdown* atau *Unscheduled* selalu mempunyai pengaruh yang penting pada kinerja proyek dan perusahaan secara keseluruhan, khususnya pada kontraktor tambang yang memiliki investasi yang besar pada alat berat. Untuk mengurangi downtime dan memperpanjang umur equipment, disarankan kontraktor memberikan perhatian khusus pada *equipment*

¹³ John Wiebmer, "Different Horses for Different Courses" paper of Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc, Miners Forum

¹⁴ Athanase I Tsimberdonis, E Lile Murphre Jr, "Failure Costs", Journal of Construction of Engineering and Management, Vol. 120 No.3 September, 1994

¹⁵ Mr. Thanapun Prasertungruang, "Equipment Downtime is a burden for highway contractors", Journal of Management in Engineering (ASCE)

maintenance dan mengamati secara cermat life cycle dari mesin sebagai integrasi dari *multiple feedback processes*. Untuk mengurangi downtime dan juga memperbaiki status budget – actual Cost, ada bermacam variasi peraturan yang direkomendasikan untuk diimplementasikan, termasuk standardisasi mesin, pengembangan kualitas *Team building*, Strategy pemilihan Supplier dan tukar tambah untuk *new disposal*.¹⁶

2.4 OWNING DAN OPERATING COST

Secara umum pengguna alat berat harus menyeimbangkan antara produktivitas dan biaya untuk mencapai kinerja yang optimum, dengan kata lain mencapai produksi yang diinginkan dengan biaya terendah. Pendekatan yang paling sering digunakan untuk mengukur kinerja alat berat adalah persamaan sederhana berikut:

$$\frac{\text{Biaya – perjam – terendah – yang – mungkin}}{\text{Pr oduktivitas – tertinggi – perjam – yang – mungkin}} \equiv \text{Kinerja – me sin– terbaik}$$

2.4-1

Biaya Owning dan Operating per jam dari alat berat dapat bervariasi karena mereka dipengaruhi oleh banyak faktor; Tipe dari pekerjaan yang dilakukan oleh mesin, lama period kepemilikan alat berat, hargabahan bakar lokal, dan labor (pekerja), biaya *repair* dan *maintenance*, biaya pengiriman dari pabrik, *interest rate*. Metodologi yang disarankan menggunakan beberapa prinsip dasar:

- Digunakan biaya per jam (CPH) Repair dan Maintenance oleh customer dan Daeler lokal
- Untuk estimasi yang lebih tepat, biaya untuk labor dan bahan bakar harus disesuaikan dengan kondisi lokal
- Karena perbedaan perbandingan standardisasi, maka aplikasi tinggi pada satu unit di pemilik tertentu bisa jadi tidak atau menengah di pemilik lainnya.

¹⁶ Mr. Thanapun Prasertungruang, “Equipment Downtime is a burden for highway contractors”, Journal of Management in Engineering (ASCE)

- Kata "hours" berarti operating hours bukan Service meter unit¹⁷

Untuk melindungi investasi equipment mereka, dan dapat menggantinya, pemilik alat berat harus memperoleh kembali periode kepemilikan sejumlah uang, sama dengan nilai kehilangan pada saat penjualan ditambah biaya – biaya lainnya termasuk bunga, asuransi, dan pajak. Pemilik alat berat, untuk kebutuhan akunting, memperkirakan nilai kehilangan dari penjualan di depan dan mengembalikan nilai investasi equipment awal dengan melakukan depresiasi. Lama kepemilikan dalam tahun, hours (*operating hours*) per tahun, total hours per tahun adalah factor penting dalam menentukan *Owning dan Operating Cost*.

Adapun komponen – komponen biaya yang mempengaruhi *Owning Cost* adalah sebagai berikut:

1. Harga pengiriman ke pelanggan

Biaya pengiriman termasuk di dalamnya adalah biaya transportasi, dan pajak penjualan.

2. Nilai Sisa pada saat penggantian

Tiap alat berat akan mempunyai nilai sisa pada saat di jual. Pemilik lain lebih suka untuk mendepresiasi equipment mereka ke nilai nol, sedangkan yang lain merecognize nilai sisa. (*residual value / trade in value*). Untuk sebagian besar customer nilai jual potensial menjadi factor kunci dalam pengambilan keputusan dalam pembelian alat berat, karena dengan begitu untuk mengurangi investasi mereka harus mengembalikan dengan pembebanan depresiasi. Nilai harga jual yang tinggi pada equipment akan mengurangi pembebanan depresiasi per jam, mengurangi jumlah total *owning costs* dan meningkatkan posisi competitive pemilik. Faktor yang mempengaruhi harga jual equipment yang telah digunakan adalah, sbb: umur equipment (tahun), jumlah hours equipment pada saat di jual, tipe dari pekerjaan dan kondisi operasional dan kondisi fisik mesin.

3. *Value to be recovered through Work*

¹⁷ Catterpillar Performance Handbook 38th Edition

Biaya pengiriman (P) lebih kecil dari nilai sisa (S) menghasilkan nilai *Value to be recovered through Work* dibagi dengan *total usage hours* menghasilkan biaya per jam untuk melindungi nilai aset

4. Bunga (*Interest*)

Pembebanan bunga menjadi bagian dari biaya owning dan operating per jam, atau bisa juga dianggap sebagai biaya overhead dari keseluruhan operasi. Jika mesin digunakan untuk waktu tertentu, N tahun, Investasi tahunan rata-rata selama periode pemakaian dengan adanya interest rate dan expected annual usage:

$$\frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \text{Simple Int. \% Rate}}{\text{Hours/Year}} \quad 2.4-2$$

5. Asuransi

Dapat dihitung sebagai berikut:

$$\frac{\text{Insurance}}{N = \text{No. Years}} \times \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \text{Insurance \% Rate}}{\text{Hours/Year}} \quad 2.4-3$$

6. Pajak

Dapat dihitung sebagai berikut:

$$\frac{\text{Property Tax}}{N = \text{No. Years}} \times \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \text{Tax Rate \%}}{\text{Hours/Year}} \quad 2.4-4$$

Adapun komponen – komponen biaya yang mempengaruhi *Operating Cost* adalah sebagai berikut:

1. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar aktual harus diukur, jika tidak maka konsumsi dapat diperkirakan apabila aplikasi mesin diketahui. Untuk mengetahui estimasi biaya bahan bakar per jam dapat dihitung dengan rumus sbb:

$$\text{Hourly Consumption} \times \text{Local Unit price of fue l} = \text{Hourly Fuel Cost}$$

2.4-5

2. *Planned Maintenance* (PM), Lube Oils, Filter, Grease, Labor

Biaya perawatan terencana dapat diperoleh dari dealer Brand, dengan masukan dari customer untuk aplikasi spesifik. Biaya PM termasuk biaya *parts* dan *Labor* pada spesifik interval pada dalam manual Operation dan Perawatan yang disediakan tiap alat. Biaya PM tiap mesin bisa saja bervariasi tergantung kebutuhan spesifik customer.

3. Ban (*tires*)

Biaya ban adalah bagian penting dalam biaya per jam. Biaya ban merupakan salah satu hal yang paling sulit untuk diprediksi. Penghitungan

biaya ban per jam:

$$\text{Hourly Tire Cost} = \frac{\text{Replacement Cost of Tires}}{\text{Estimating Tire Life in Hours}}$$

2.4-6

4. Undercarriage

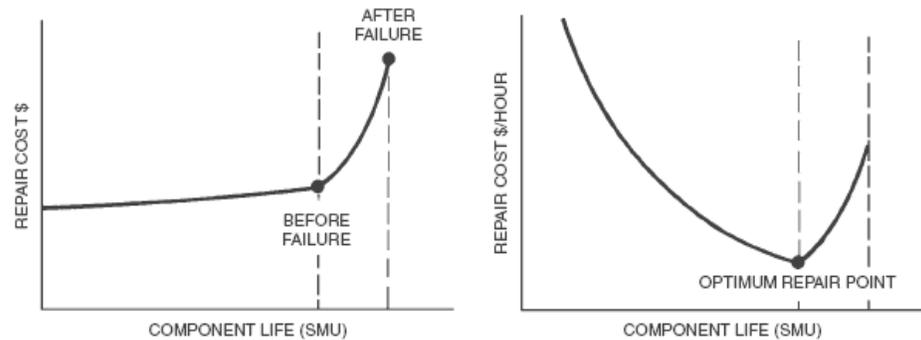
Biaya pengeluaran untuk Undercarriage dapat menjadi bagian utama dari operating cost untuk *track type machines* dan biaya ini bervariasi secara independent dari biaya basic machine. Cara memprediksi biaya Undercarriage adalah dengan cara mencari basic factor, menentukan impact (I), Abrassiveness (A), dan “Z” condition factor (Z)

Undercarriage Cost = Basic factor x (I + A + Z)

2.4-7

5. *Repair Cost*

Biaya repair cost per hour dikelola oleh dealer. Biaya cost per hour PM, dan repair dipengaruhi secara signifikan oleh aplikasi spesifik dan situasi. Aplikasi mesin, Kondisi operasi, lama kepemilikan alat, umur komponen, dan perhatian perawatan menentukan biaya *repair*. Perbaikan dan penggantian komponen secara normal merupakan komponen biaya terbesar dari *Operating Cost* dan termasuk seluruh part dan direct labor (kecuali gaji operator)



Gambar 2.4-1 Efek Repair Cost terhadap Component life¹⁸

6. Special Wear Items

Semua biaya untuk komponen *high – wear* misalnya *cutting edges, ripper tips, bucket teeth, body liners, router bits* dll dan biaya welding untuk boom stick termasuk ke dalam biaya ini. Biaya ini bervariasi tergantung aplikasi, material, dan operasi.

7. Gaji operator per jam¹⁹

2.5 PROSES REPAIR DAN MAINTENANCE

Dalam hal pengelolaan repair dan maintenance alat berat manajer equipment harus memutuskan apakah suatu komponen harus dilakukan *repair*, *rebuild* ataupun *replace*. Setiap keputusan yang diambil akan berpengaruh terhadap umur komponen dan biaya. Berikut di bawah ini merupakan hal-hal pekerjaan apa saja yang dilakukan dan diputuskan dalam suatu kontrak perbaikan dan perawatan alat berat dan akan mempengaruhi kinerja biaya alat berat.

- Penggantian Komponen, *Replace*

Keputusan *replace* terutama dilakukan pada komponen-komponen utama, misalnya engine, transmisi, Final drive dan lainnya. *Replace* dilakukan sebelum terjadinya komponen *breakdown* atau bisa disebut dengan istilah *before failure*. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan

¹⁸ Zane W. Mitchell, Jr, A Statistical Analysis Of Construction Equipment Repair Cost Using Field Data & The Cumulative Cost Model, 1998

¹⁹ Caterpillar Performance Handbook 38th Edition

komponen – komponen lain yang lebih besar yang berpengaruh pada biaya. Pertimbangan strategy replace dilakukan dengan risiko biaya paling tinggi, namun diharapkan umur komponen lebih panjang sehingga Availability unit lebih dapat dipertahankan.

2.5.1 *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance didefinisikan sebagai pekerjaan yang dilakukan secara rutin dan periodik untuk meminimalkan biaya perbaikan dan memperpanjang umur mesin, salah satu contohnya adalah melakukan penggantian oli.²⁰ Seorang manajer equipment harus menentukan seberapa banyak dan seberapa sering *preventive maintenance* secara rutin dilakukan

2.5.2 *Repair*

Keputusan tingkat berikutnya yang dilakukan adalah *Repair* atau perbaikan. Ketika mesin atau salah satu komponennya *breaks down* atau rusak selama operasi, maka mesin harus diperbaiki untuk mengembalikan ke kondisi operasi semula. *Repair* tidak memperpanjang umur mesin tapi mengembalikan mesin ke kondisi operasional.

2.5.3 *Rebuild*

Keputusan *Rebuild* memberikan perhatian pada memperbaharui komponen utama yang dapat memperpanjang umur equipment. *Rebuild* dapat dilakukan pada keseluruhan mesin atau hanya komponen kritis, misalnya *drivetrain*. Biasanya untuk *rebuild* menghadirkan investasi yang cukup besar pada mesin. Dari sudut pandang pemilik, modal yang dihabiskan untuk *rebuild* dapat sebagian ter-cover melalui depresiasi. Keputusan *rebuild* dapat dibuat setiap waktu dan tidak harus menunggu mesin rusak.

2.6 ASSET DAN RISK MANAGEMENT

Dalam sebuah perusahaan ada beberapa hal yang dapat disebut dengan aset, contohnya:

²⁰ Zane W. Mitchell, Jr, "A Statistical Analysis Of Construction Equipment Repair Cost Using Field Data & The Cumulative Cost Mode", Ph D dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University – Civil Engineering, 1998

1. *Capital*
2. *Equipment*
3. *Karyawan*
4. *Customer base*
5. *Sturuktur Corporate*
6. *Brand*

Pada sebuah survei pada sebuah paper menunjukkan bahwa asset management berkaitan terutama fokus pada alat-alat berat. Aset utama yang ditangani adalah yang bersifat fisik yang memiliki umur ekspektasi lebih dari satu tahun. Dari survei pada sebuah paper berkaitan dengan aspek asset management, bahwa tujuan dari Asset management adalah untuk menangani aset fisik dengan cara yang optimal untuk memenuhi tujuan perusahaan dengan mempertimbangkan resiko. Biasanya jika organisasi itu adalah perusahaan, tujuannya adalah memaksimalkan profit dengan mengelola resiko yang ada dan asset management menjadi jalan ke arah itu dengan cara meng-*handle aset fisik*. Ada beberapa tindakan yang berhubungan dengan asset management:

- *Acquire, Peroleh*
- *Maintain, Rawat*
- *Dispos, Buang*
- *Replace, Ganti*
- *Redisign/Rebuild*

Risiko, disini didefinisikan Suatu peristiwa atau keadaan yang belum pasti, dan bila terjadi akan memberikan pengaruh negatif terhadap sasaran proyek. (atau probabilitas terjadinya kerusakan di kali dengan konsekuensinya). Metode Asset Management biasanya terdiri dari langkah-langkah untuk menjaga risiko pada level konstan dimana menurunkan cost (maksimalkan profit). Hal ini diraih dengan cara utilisasi yang lebih baik dari aset yang tersedia, misalnya dengan melakukan tindakan terbaik pada waktu yang terbaik. Untuk melakukan ini

metode dan sistem yang berbeda digunakan. Berikut ini gambar ilustrasi *profit vs risk*.²¹



Gambar 2.6-1 Keuntungan vs risiko

Dalam paper yang dilakukan Patrick Hilber (2005) dalam perlunya mengoptimasi maintenance pada asset management dalam *electrical supply industry* teridentifikasi konsep penting, yaitu:

- *Ageing process*
- *Condition Monitoring*
- *Risk management* dalam portfolios lebih besar
- *Strategi Replacement*
- *Strategi Investment*
- *Strategy Technology*

Adapun tujuan Manajemen Risiko Proyek secara umum adalah:

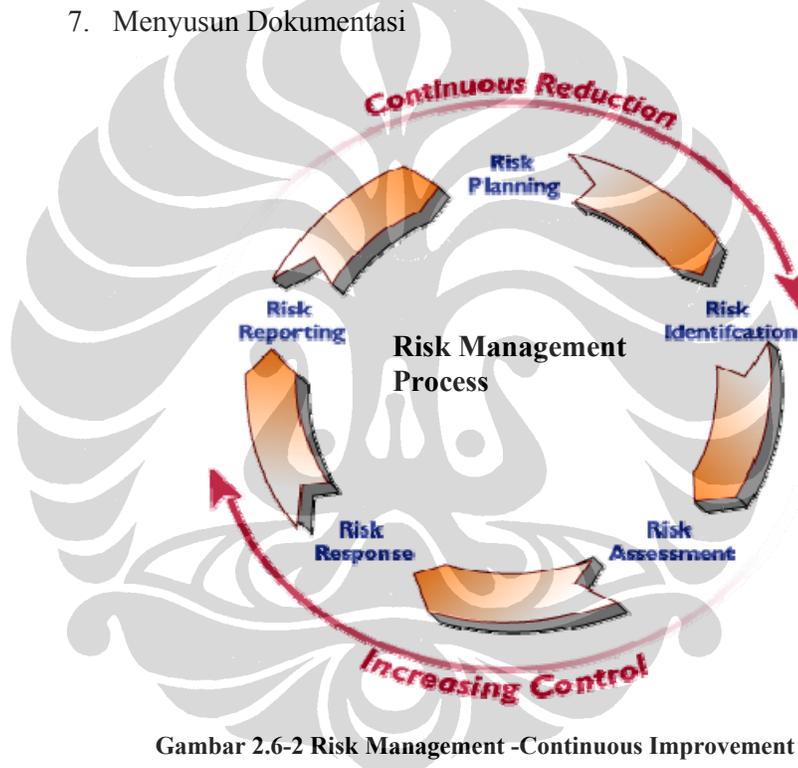
- Secara khusus mengidentifikasi faktor-faktor yang mempunyai impact kepada project scope, quality, time and cost.
- Mengkuantifikasi besar impact dari faktor-faktor tersebut
- Memberi batasan pada resiko proyek yang tidak bisa dikontrol
- Mengurangi impact dengan mengurangi faktor ketidakpastian pada project

Langkah-langkah pengelolaan risiko adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan sasaran
2. Identifikasi Resiko
3. Melakukan *Risk assesment* (Penilaian Risiko)
 - a) Menganalisis Risiko
 - b) Mengevaluasi Risiko
4. Memberi Tanggapan & Perlakuan atas Risiko

1. ²¹ Patrick Hilber, *Component reliability importance indices for maintenance optimization of electrical networks*, Ph D dissertation, Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden, 2005

1. Menerima Risiko
 - a) *Mempertahankan Risiko*
2. Tidak Menerima Risiko
 - a) *Mengurangi Kemungkinan (Likelihood)*
 - b) *Mengurangi Akibat (Consequences)*
 - c) *Men-transfer Risiko ke Pihak Lain*
 - d) *Menghindari Risiko*
5. Memantau dan Mengkaji-Ulang
6. Komunikasi dan Konsultasi
7. Menyusun Dokumentasi



Gambar 2.6-2 Risk Management -Continuous Improvement Process

2.7 KESIMPULAN KAJIAN TEORI

Landasan teori penelitian yang dibuat diharapkan dapat membuka wawasan dan pandangan serta dapat menjadi bahan referensi untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah dibuat. Adapun garis besar struktur pembuatan landasan teori adalah sebagai berikut:

1. Pengertian proyek dan life cycle proyek secara umum serta proses siklus produksi proyek tambang secara khusus.

2. Pengenalan pekerjaan dan jenis-jenis *earthmoving equipment* untuk pengerjaan proyek tambang
3. Mengetahui definisi tentang *equipment downtime*, *produktivity alat berat* proses serta *strategy repair* dan *maintenance*.
4. Mengetahui Strategy Pengelolaan alat berat bagi kontraktor
5. Mengetahui apa saja yang menjadi komponen *operating cost*
6. Mengetahui difinisi risiko dan proses pengelolaan risiko secara benar

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah kami lakukan, maka diperoleh matriks studi literatur untuk menjawab *research question*, sebagai berikut di bawah:

Tabel 2.7-1 Reference Literatur

Research Question	Indikator	Pengelolaan permasalahan	Referensi
1. Apa saja risiko yang mengakibatkan dampak – dampak rendahnya produktivitas dan biaya tinggi pada pengelolaan alat berat dalam proyek.	Pengenalan Project, Life Cycle dan proses bisnis Proyek tambang	Mengetahui definisi Proyek secara umum	PMBOK 3rd edition textbook
		Mengetahui Life Cycle Project secara umum	Morris
		Mengetahui Proses bisnis proyek tambang secara umum	Aaron Biskaps
	Pengenalan Earthmoving equipment	Mengenal pekerjaan dan jenis-jenis alat berat yang akan diteliti	Bill Morgan
		Mengetahui kriteria pemilihan alat berat	Aaron Biskaps
		Mengetahui jenis alat berat berdasarkan kapasitas yang diangkut/dipindahkan	Cattterpillar Performance handbook edition 38
		Mengetahui jenis alat berat berdasarkan jarak haul	Cattterpillar Performance handbook edition 38
	Definisi Asset dan Risiko	Mengetahui definisi Asset Management	Patrick Hilber
		Mengetahui definisi Risiko dan pengelolaan risiko	Patrick Hilber & diktat perkuliahan Risk management
	2. Berapa besar pengaruh repair dan maintenance terhadap total biaya alat berat dalam proyek tambang	Alat berat dipandang dari segi Investasi dan Ekonomis	Mengetahui komonen biaya pada alat berat
Definisi Owning Cost dan impactnya pada total cost alat berat			Zane W. Mitchell, Jr
Equipment Down time		Definisi Downtime	Mr. Thanapun Prasertungruang
		Penyebab dan dampak downtime	Mr. Thanapun Prasertungruang
Produktivitas Alat Berat		Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas alat berat per satuan waktu	Schutte, SD and Liska, RW
		Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian alat berat	A. Jaafari, V.K.Mateffy
		Rumus perhitungan dan cara mengukur produktivitas alat berat	O'Brien JJ, and Zilly, RG
Repair dan Maintenance Process		Mengetahui proses dan jenis-jenis strategy maintenance dan repair	Aaron Biskaps

Research Question	Indikator	Pengelolaan permasalahan	Referensi
3. Apa tindakan corrective dan action dalam hal perbaikan dan perawatan yang tepat pada sebuah equipment untuk menekan biaya dan mengurangi risiko dan memaksimalkan keuntungan bagi perusahaan, termasuk diantaranya menentukan umur ekonomis optimum alat berat kapan alat berat harus di bantu, di repair atau di rebuild.	Teori strategi pengadaan dan pengelolaan alat berat	Strategy Pengelolaan alat berat bagi kontraktor	Mr. Thanapun Prasertrunguang
		Investasi alat berat dalam proyek	Amir Tavakoli
		Mengetahui apa saja Strategy pengadaan alat berat	Peurifoy, R.I
		Pemilihan alat berat sesuai dengan kriteria kondisi dan aplikasi	John Wiebmer dan 10. Athanase I Tsimberdonis
	Perhitungan biaya Owning dan Operating	Mengetahui komponen biaya Owning	Cattterpillar Performance handbook edition 38
		Mengetahui komponen biaya Operating	Cattterpillar Performance handbook edition 38
	Metodologi Penelitian	Melakukan pendekatan penelitian, menyusun kerangka berfikir, kerangka penelitian, memilih metode penelitian, mengidentifikasi variabel penelitian dan mengalisa model penelitian	Arikunto
			Singarimbun
			Moh. Nazir, Ph.D

