

PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK
PENGUNAAN ALAT BERAT EKSKAVATOR PADA
PROYEK JALAN

SKRIPSI

Oleh

ICHSAN FACHMI R.

04 05 210 28X



SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SALAH SATU
SYARAT MENJADI SARJANA TEKNIK

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK PENGGUNAAN ALAT BERAT EKSKAVATOR PADA PROYEK PEKERJAAN TANAH.

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 07 Januari 2008

Ichsan Fachmi R

NPM 04 05 210 28X

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK PENGGUNAAN ALAT BERAT EKSKAVATOR PADA PROYEK PEKERJAAN TANAH.

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 3 Januari 2007 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 07 Januari 2008

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Yusuf Latief MT.

NIP 132 001 374

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK PENGGUNAAN ALAT BERAT EKSKAVATOR PADA PROYEK PEKERJAAN TANAH.

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 07 Januari 2008

Ichsan Fachmi R

NPM 04 05 210 28X

UNTAIAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kupanjatkan pada-Mu, ya Allah.....

Alhamdulillah, akhirnya Engkau berikan waktu ini padaku untuk ku selesaikan skripsi ini, walau kuliahku masih ada yang belum selesai.

Ya Allah, terima kasih telah membuatku lahir dari rahim ibuku yang takkan sama dengan ibu yang lain, ku takkan bisa membalasnya walaupun dengan nyawa.

Ayahku sangat kuat dan tangguh membesarkanku, motivator, dan motorku untuk menghadapi dan berperang melawan diriku sendiri,

Ya Allah, ketiga kakakku kau ciptakan menjadi cambuk bagiku. Terima kasih.

Ya Allah, kau tidak pernah mengurangi rezekiku. Walaupun sering-ku tidak patuh pada-Mu, lima waktu-Mu sering ku lupakan, oksigen-Mu tidak kusyukuri, Air tanah-Mu kusia-siakan, Matahari-Mu kuejek, Bulan-Mu kucemooh, dan makhluk-Mu yang lain kurendahkan. Tapi Engkau tetap rohman dan rohim padaku.

Ya Allah, kuberdo'a untuk keluargaku agar senantiasa dalam bahagia dan lindungan-Mu.

Ku juga ingin berucap banyak terima kasih kepada:

Dr. Ir. Yusuf Latief MT.

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi baik ilmiah dan rohani, dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

”Pak amal baikmu takkan putus sampai kau meninggalkan dunia ini”

Para pembimbingku yang tidak hanya satu orang, takkan kusebutkan satu persatu. Kau semua selalu membuat perasaanku berubah, dari waktu ke waktu kurasakan jika aku semakin kuat bertarung melawanku.

Skripsi ini kudedikasikan untuk orang yang ingin sekali melihatku sejahtera dengan titel insinyur dan untuk orang-orang yang tertarik dengan alat berat, khususnya ekskavator.

~mi~

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK PENGGUNAAN ALAT BERAT EKSKAVATOR PADA PROYEK PEKERJAAN TANAH.

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 3 Januari 2007 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 07 Januari 2008

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Yusuf Latief MT.

NIP 132 001 374

UNTAIAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kupanjatkan pada-Mu, ya Allah.....

Alhamdulillah, akhirnya Engkau berikan waktu ini padaku untuk ku selesaikan skripsi ini, walau kuliahku masih ada yang belum selesai.

Ya Allah, terima kasih telah membuatku lahir dari rahim ibuku yang takkan sama dengan ibu yang lain, ku takkan bisa membalasnya walaupun dengan nyawa.

Ayahku sangat kuat dan tangguh membesarkanku, motivator, dan motorku untuk menghadapi dan berperang melawan diriku sendiri,

Ya Allah, ketiga kakakku kau ciptakan menjadi cambuk bagiku. Terima kasih.

Ya Allah, kau tidak pernah mengurangi rezekiku. Walaupun sering-ku tidak patuh pada-Mu, lima waktu-Mu sering ku lupakan, oksigen-Mu tidak kusyukuri, Air tanah-Mu kusia-siakan, Matahari-Mu kujejek, Bulan-Mu kucemooh, dan mahluk-Mu yang lain kurendahkan. Tapi Engkau tetap rohman dan rohim padaku.

Ya Allah, kuberdo'a untuk keluargaku agar senantiasa dalam bahagia dan lindungan-Mu.

Ku juga ingin berucap banyak terima kasih kepada:

Dr. Ir. Yusuf Latief MT.

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi baik ilmiah dan rohani, dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

”Pak amal baikmu takkan putus sampai kau meninggalkan dunia ini”

Para pembimbingku yang tidak hanya satu orang, takkan kusebutkan satu persatu. Kau semua selalu membuat perasaanku berubah, dari waktu ke waktu kurasakan jika aku semakin kuat bertarung melawanku.

Skripsi ini kudedikasikan untuk orang yang ingin sekali melihatku sejahtera dengan titel insinyur dan untuk orang-orang yang tertarik dengan alat berat, khususnya ekskavator.

~mi~

Ichsan Fachmi R
NPM 04 05 210 28X
Departemen Teknik Sipil

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Yusuf Latief MT.
132 001 374

PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK PENGGUNAAN ALAT BERAT EKSKAVATOR PADA PROYEK JALAN (*FLY-OVER*).

ABSTRAK

Proses perencanaan selalu melibatkan aktivitas merinci sejumlah pekerjaan dan sejumlah sumber daya yang akan digunakan untuk memastikan bahwa proyek tersebut layak dikerjakan. Kewenangan, tanggung jawab, dan tingkat kepercayaan harus direncanakan pula, dengan begitu sejumlah tim yang bekerjasama dalam suatu proyek mengetahui kapasitas masing-masing dan bagaimana mereka berhubungan satu sama lain. Dalam hal perencanaan penggunaan alat berat data yang dibutuhkan untuk analisa adalah batasan kerja dan tujuan daripada perusahaan atas digunakannya satu atau lebih alat berat. Langkah pertama dalam penelitian ini adalah dengan mengkoleksi data dari lapangan dengan cara menyebarkan kuesioner yang berisi sejumlah pertanyaan yang berkaitan dengan rumusan masalah pada penelitian ini, kedua data yang telah terkumpul diberikan kode dan direncanakan untuk di analisa, ketiga adalah pelaksanaan analisa data, keempat membaca dan menginterpretasikan hasil analisa, dan langkah terakhir adalah menarik kesimpulan untuk dijadikan jawaban atas rumusan masalah tersebut. Dari hasil analisa dengan menggunakan teori "*Linear Programming*" yang diaplikasikan dalam program SPSS, menghasilkan sebuah persamaan linear; $y = 1,567 + 0,198x_4 + 0,161x_9$. Dimana X_4 adalah variabel bebas kedalaman galian dan X_9 adalah jumlah konsumsi solar per hari. Setelah persamaan ini di ramalkan variabel tujuannya (Y), yaitu tingkat produktifitas ekskavator per hari dengan simulasi *Monte-Carlo* didapatkan variasi tingkat keyakinan pencapaian produktifitas harian, dengan keyakinan 90% seharusnya dapat memberikan produktifitas sebesar $5,93 m^3$. Nilai yang optimal dari variabel pembatas untuk tujuan dari perusahaan tersebut didapatkan dari hasil optimasi-*Optquest*, yaitu untuk kedalaman galian (X_4) sedalam 1,725 m dan untuk konsumsi solar (X_9) sebanyak 2,5 tangki per hari. Proses pengambilan keputusan untuk penggunaan alat berat ekskavator bergantung pada kualitas dari hasil pengolahan data tersebut dan kualitas dari kelompok kerja yang bertanggung jawab dalam hal analisa dan pengambilan keputusan.

Kata kunci : variabel bebas, variabel tujuan, Ekskavator, *Linear Programming*, SPSS, Simulasi *Monte-Carlo*, optimasi-*Optquest*, pengambilan keputusan.

Ichsan Fachmi R
NPM 04 05 210 28X
Civil Engineering Department

Lecturer Counsellor
Dr. Ir. Yusuf Latief MT.
132 001 374

**DECISION-MAKING PROCESSES IN USING HEAVY-EQUIPMENT
(EKSCAVATOR) ON A ROAD (FLYOVER) PROJECT.**

ABSTRACK

Planning process is always entangle the itemize a number of works and a number of resources activity that used to ensure the project competent to be done. Authority, responsibility, and trust storey level have to be planned also, on that way a number of the teams cooperating in a project know each capacities and how do they correlate one to another. In the case of heavy equipment usage planning, required data for analysis are constrain of work and purpose of the company in using one or more heavy equipment. The first step of this research is collecting datas from the project by spreading a numbers of qusionairs containing several question that relate with the research target, second is coding each of the question that answered and plan those to be analys, third is analyzing the data, fourth are reading and interpreting the anlysis result, and the fifth step of this research is drawing the conclusions of the result. From the analysis by using theory " Linear Programming" which running by application called SPSS, will result an equation: $y = 1,567 + 0,198x_4 + 0,161x_9$. Where X_4 is depth of cut variable and X_9 is solar consumption in a day variable. The next analysis is forecasting the dependent variable (Y) that is productivity rate of ekskavator by running simulation with Monte-Carlo simulation program, this result a number of productivity rate variance, with a confidence level 90% the ekskavator should've give productivity $5,93 m^3$ a day. The optimal values of dependent variables to the intention of the company is drawn by optimizing those variables with Optquest, and the result is $1,725 m$ for digging depth variable and should expend 2,5 tank of solar a day. Decision-Making processes for the heavy equipment (excavator) usage planning basically depend on the quality of the data-processing result and the quality of team working who in charge in the case of analysis and decision making.

Keywords : independent variables, dependent variable, Excavator, Linear Programming, SPSS, Monte-Carlo Simulation, Optimizing-Optquest, Decision-making.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
PENGESAHAN	ii
UNTAIAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR ACUAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. LATAR BELAKANG	1
I.2. IDENTIFIKASI MASALAH	4
I.3. RUMUSAN MASALAH	9
I.4. MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN	10
I.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	10
I.6. MANFAAT PENELITIAN	11
I.7. KEASLIAN DARI PENELITIAN	11
I.8. KESIMPULAN	15
BAB II STUDI LITERATUR	16
II.1. PENDAHULUAN	16
II.2. PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN	16
II.3. PENGENALAN ALAT	18
II.4. EXCAVATOR	24
II.5. SIKLUS KERJA DAN WAKTU SIKLUS EXCAVATOR	27
II.6. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI BACKHOE	29
II.6.1. Jenis Material (Class of Material)	29
II.6.2. Kedalaman galian (Depth of cut)	30
II.6.3. Sudut putar horizontal (Angle of Swing)	30
II.6.4. Kondisi kerja (Job Condition)	30
II.6.5. Kondisi manajemen (Management Condition)	32
II.6.6. Dimensi tempat penumpahan (Size of Hauling Units)	32
II.6.7. Keterampilan Operator (Skill of the Operators)	33
II.6.8. Kondisi alat (Physical Condition)	34

II.7. CONTOH PERSOALAN DALAM MENGHITUNG PRODUKTIVITAS BACKHOE...	34
II.8. PENGENALAN LINEAR PROGRAMMING PADA SPSS.....	35
II.9. PENGENALAN SIMULASI.....	36
II.10. TEKNIK OPTIMASI (OPTQUEST).....	38
II.11. KESIMPULAN.....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	40
III.1. PENDAHULUAN.....	40
III.2. KERANGKA PEMIKIRAN.....	40
III.3. HIPOTESA PENELITIAN.....	41
III.4. PEMILIHAN METODE PENELITIAN.....	42
III.5. PROSES PENELITIAN.....	43
III.6. DATA LAPANGAN (VARIABEL BEBAS) YANG DITELITI.....	45
III.7. DESKRIPSI VARIABEL YANG DITELITI.....	46
III.8. METODE ANALISA UNTUK MENJAWAB RUMUSAN MASALAH.....	48
III.9. TEKNIK PENGUMPULAN DATA.....	49
III.10. KRITERIA RESPONDEN.....	50
III.11. LINEAR PROGRAMMING.....	50
III.11.1. Metodologi "Linear Programming".....	51
III.12. APLIKASI "Linear Programming" DALAM SPSS.....	53
III.12.1. Pengenalan SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).....	53
III.12.2. Instrumen Pengukuran.....	56
III.12.3. Analisa Keandalan (Reliability Test).....	58
III.12.4. Analisa Korelasi dan Interkorelasi.....	61
III.12.5. Analisa Faktor.....	63
III.12.6. Analisa Regresi.....	64
III.12.7. Pengujian Model.....	66
III.12.8. Pemilihan Model.....	69
III.12.9. Pengujian Validasi.....	69
III.13. SIMULASI PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN (CLUSTERING & CRISTAL BALL).....	70
III.13.1. Analisa Klaster (Clustering Analysis).....	70
III.13.2. Simulasi Pengambilan keputusan (Cristal Ball).....	73
III.14. OPTIMASI DENGAN MENGGUNAKAN OPTQUEST.....	75
III.15. KESIMPULAN.....	75
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN DAN ANALISA DATA.....	77
IV.1. DESKRIPSI KASUS.....	77
IV.1.1. Data Umum Proyek.....	77
IV.1.2. Data Teknis Proyek.....	77
IV.1.3. Data Alat Berat.....	78
IV.2. PROSES PELAKSANAAN PENELITIAN.....	80
IV.3. PENGUMPULAN DATA.....	80
IV.4. VALIDITAS DAN KEANDALAN.....	83
IV.5. ANALISA DESKRIFTIF.....	83

1V.6. ANALISA KLAS TER (CLUSTER ANALYSIS).....	85
1V.7. ANALISA KORELASI.....	86
1V.8. ANALISA FAKTOR.....	86
1V.9. ANALISA REGRESI.....	88
1V.10. ANALISA PRODUKTIFITAS	89
1V.11. SIMULASI MONTE CARLO.....	91
1V.12. OPTIMASI DENGAN MENGGUNAKAN OPTQUEST	94
1V.13. KESIMPULAN	95
BAB V TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	97
V.1. PENDAHULUAN.....	97
V.2. TEMUAN PENELITIAN.....	97
V.3. PEMBAHASAN TEMUAN.....	98
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	99
VI.1. PENDAHULUAN.....	99
VI.2. KESIMPULAN	99
VI.3. SARAN	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN I.....	xxix
LAMPIRAN II.....	xxxvi
LAMPIRAN III.....	xxxvii
LAMPIRAN IV	xlii
LAMPIRAN V	xliv
LAMPIRAN VI.....	xlvi
LAMPIRAN VII.....	xlviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2.1 Proses pengambilan keputusan proyek jembatan Sellwood	7
Gambar 2.2.1 Struktur keputusan proyek jembatab Sellwood	17
Gambar 2.2.2 <i>Flow-chart</i> pengambilan keputusan atas ekskavator di lapangan ..	18
Gambar 2.3.1 Hubungan biaya & kapasitas	20
Gambar 2.3.2 Motorgrader	21
Gambar 2.3.3 Bulldozer	21
Gambar 2.3.4 Vibrator roller (<i>road roller</i>)	21
Gambar 2.3.5 Alat pencampur tanah dan semen kering	22
Gambar 2.3.6 Ekskavator	22
Gambar 2.3.7 <i>Mobile-crane</i>	22
Gambar 2.3.8 <i>Concrete-pump</i>	23
Gambar 2.3.9 Alat pancang	23
Gambar 2.3.10 <i>Finisher</i>	23
Gambar 2.5.1 Siklus kerja backhoe	28
Gambar 3.5.1 <i>Flow-chart</i> pelaksanaan penelitian	46
Gambar 3.12.1 <i>Flow-chart</i> analisa statistic (SPSS)	54
Gambar 3.13.1 Klasifikasi prosedur pengklasteran	73
Gambar 3.14.1 <i>Folw-chart</i> optquest	76
Gambar 4.1.3.1 Diagram alat berat yang digunakan di lapangan	78
Gambar 4.3.1 Responden pengumpulan data tahap kedua	82
Gambar 4.5.1 <i>Bar-chart</i> responden di lapangan (proyek)	85
Gambar 4.11.1 Tabel tingkat keyakinan terhadap tingkat produktifitas target	94
Gambar 4.11.2 <i>Cristal Ball output-Triangular distribution</i>	96
Gambar 4.13.1 Proses pengambilan keputusan	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.5.1 Waktu siklus (dalam detik, s)	29
Tabel 2.6.1 Produktifitas ideal dalam <i>cuyd</i> (dalam m ³)	31
Tabel 2.6.2 Faktor konversi untuk variabel kedalaman galian dan sudut putar	32
Tabel 2.6.3 Faktor konversi untuk variabel kondisi kerja dan kondisi manajemen	32
Tabel 2.6.4 Faktor <i>bucket</i> (untuk backhoe)	33
Tabel 2.6.5 Efisiensi kerja (untuk backhoe)	34
Tabel 2.6.6 Faktor konversi untuk waktu siklus (untuk backhoe)	34
Tabel 4.1.3.1 Alat berat lapangan	79
Tabel 4.3.1 Responden pengumpulan data tahap pertama	82
Tabel 4.4.1 <i>Reliability statistics</i>	83
Tabel 4.5.1 Hasil analisa deskriptif dari SPSS (posisi di proyek)	84
Tabel 4.6.1 Karakteristik klaster tanpan responden no.8	87
Tabel 4.8.1 <i>KMO and Barlett's test</i>	87
Tabel 4.10.1 Frekuensi responden terhadap variabel kedalaman galian	90
Tabel 4.10.2 Frekuensi responden terhadap variabel sudut putar	91
Tabel 4.10.3 Frekuensi responden terhadap variabel konsumsi solar per hari	91
Tabel 4.11.1 Output <i>deskriptif statistics</i> untuk kedalaman galian	92
Tabel 4.11.2 Output <i>deskriptif statistics</i> untuk konsumsi solar per hari	92
Tabel 4.11.3 Output <i>goodness of fit-Batch fit</i> untuk kedalaman galian	93
Tabel 4.11.4 Output <i>goodness of fit-Batch fit</i> untuk konsumsi solar per hari	93
Tabel 4.12.1 Output <i>opquest</i>	94

DAFTAR ACUAN

- [1] Afrizal N., “Administrasi dan Manajemen Kontrak”, Kompetensi Manajemen Konstruksi, HAMKI 2003, p.3
- [2] Iman S., “Manajemen Proyek (Dari konseptual sampai operasional)”, Erlangga 2001, p.xv
- [3] PMBOK, “A Guide to the Project Management Body of Knowledge”, Project Management Institute, Pennsylvania USA, 2004. p.9
- [4] Cleland, David I., Ireland, Lewis R., “Project Management : Statagic Design and Iplementation”, McGraw-Hill, 2002, p.317.
- [5] Curt Finch : “Project Management: Using Data to Increase Profitability and Reduce Risks Employee Benefit Plan Review “; Apr 2006; 60, 10; ABI/INFORM Global. p. 13
- [6] S Dass; H Steyn . “AN EXPLORATORY ASSESSMENT OF PROJECT DURATION IN MULTIPLE-PROJECT SCHEDULES”, South African Journal of Industrial Engineering; May 2006; 17, 1; ProQuest Science Journals. p. 39
- [7] Nan Andrews Amish; Colleen Cayes; Joy-Ellen Lipsky, “Use the Right Resource Every Time”, Consulting to Management; Mar 2006; 17, 1; BI/INFORM Global, p. 45
- [8] Iman S., “Manajemen Proyek (Dari konseptual sampai operasional)”, Erlangga 2001, p.106.
- [9] Anonymous,” Cranes Today “, News: In brief ; Jun 2007; 390; Academic Research Library p.7
- [10] Deere, John., “Construction Equipment : Attachment & Custom Engineering Guide”, Customer version 15 Edition, Deere and Company, 2001.
- [11] Sellwood Bridge Project, Multnomah County, Decision Making Structure and Process, memorandum, july 2006
- [12] Tong Zhao, Satheesh K. Sundararajan; and Chung-Li Tseng.,” Highway Development Decision-Making under Uncertainty:A Real Options Approach”, Journal of Infrastructure Systems, Vol. 10, No.1, March 1, 2004. ©ASCE, ISSN 1076-0342/2004/1-23–32/\$18.00.

- [13] David J Edwards; Hamid Malekzadeh; Silas B Yisa., "A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator", Structural Survey; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113
- [14] Sellwood Bridge Project-Multnomah County, Decision Making Structure and Process, memorandum, july 2006
- [15] David J Edwards; Hamid Malekzadeh; Silas B Yisa., "A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator", Structural Survey; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113
- [16] Majalah PROYEKSI, Edisi XII, tahun 2, 16 September-15 Oktober 2005
- [17] Majalah Industri KONSTRUKSI, No.250-Mei-A 1997.
- [18] Sarah Fisher Gale, "Tick, tick, tick..." PM Network; Dec 2005; 19, 12; ABI/INFORM Trade & Industry. P. 46
- [19] Ir. Rochamandi., "Alat-Alat Berat dan Penggunaannya", 1989, YBPPU.
- [20] Lynn Landberg., "Refinements keep excavator class tops", Construction Equipment; Mar 1998; 97, 3; ABI/INFORM Global, pg. 90
- [21] David J Edwards; Hamid Malekzadeh; Silas B Yisa., "A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator", Structural Survey; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113
- [22] UU No.13 tahun 1980 Tentang Jalan, Bab 1 Pasal 1.e
- [23] Tobing, L Tohom., "Critical Success Factor Pelaksanaan Proyek Jalan di Indonesia", Master Tesis Teknik Sipil UI, Tahun 2003, hal. 5.
- [24] Miftahudin, Moh., "Evaluasi Faktor Biaya Dalam Penggunaan Alat-Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Wadu UI", Master Skripsi Teknik Sipil UI, Tahun 2001, hal. 4.
- [25] Nursin, Afrizal., "Analisis Operasi Backhoe, Studi Menentukan Faktor Koreksi Waktu Siklus Dalam Menghitung Produksi", Master Skripsi, Tahun 1995, hal. iii.
- [26] Nuryanto, R. Bambang., "Alat-alat Berat-Pemindahan Tanah Mekanis", Diktat Alat Berat, 2000, hal. 2.
- [27] Yarman, Hamdi., "Tinjauan Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Mekanis Terhadap Waktu dan Biaya", Master Skripsi, Tahun 1999, hal. 7.

- [28] Nursin, Afrizal., “Analisis Operasi Backhoe, Studi Menentukan Faktor Koreksi Waktu Siklus Dalam Menghitung Produksi”, Master Skripsi, Tahun 1995, hal. 7.
- [29] Ir. Rochamandi., “Alat-Alat Berat dan Penggunaannya”, 1989, YBPPU.
- [30] Nursin, Afrizal., “Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat”, Buku Ajar, Tahun 1998, hal.38.
- [31] PT. UNITED TRACTOR, 1979
- [32] Peurifoy, R.L etc.”Construction Planning, Equipment Methods”, McGraw-Hill, seventh edition 2006, p.268
- [33] Nursin, Afrizal., “Analisis Operasi Backhoe, Studi Menentukan Faktor Koreksi Waktu Siklus Dalam Menghitung Produksi”, Master Skripsi, Tahun 1995, hal. 10-13.
- [34] Peurifoy, R.L,”Construction Planning, Equipment and Methods”, 1979.
- [35] Nazir, Moh., “Metode Penelitian”,GHALIA INDONESIA, 1988, hal.99
- [36] David J Edwards., Hamid Malekzadeh., Silas B Yisa., “A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator”., Structural Survey; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113
- [37] Simamora, Bilson., “Analisis Multivariat Pemasaran”., PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-71.
- [38] David J Edwards., Hamid Malekzadeh., Silas B Yisa., “A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator”., Structural Survey; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113
- [39] Fellows, R., & Liu, Anita., “ Research Methods For Construction, Blackwell Science, 1997, p.6
- [40] Simamora, Bilson., “Analisis Multivariat Pemasaran”., PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-239
- [41] Hair, Jr., Joseph. F, et. Al., 1998.,”Multivariate Data Analysis. Fifth Edition”. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- [42] Zikmund, William. G. 2000. ”Bussiness Research Method”. Sixth edition. The Dryden Press, Orlando, hal 75.
- [43] Sekarang, Uma. 2000. ”Research Method for Bussiness”. John Willey and Sons, New York, hal. 427

- [44] Simamora, Bilson., "Analisis Multivariat Pemasaran", PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-3
- [45] S. Uyanto, Stanislaus, Ph.D., "Pedoman Analisis Data dengan SPSS", Graha Ilmu, Jakarta, 2006, hal 191
- [46] Hair, Jr., Joseph. F, et. Al., 1998., "Multivariate Data Analysis. Fifth Edition". Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- [47] Zikmund, William. G. 2000. "Business Research Method". Sixth edition. The Dryden Press, Orlando, hal 75.
- [48] Sekarang, Uma. 2000. "Research Method for Business". John Willey and Sons, New York, hal. 427
- [49] S. Uyanto, Stanislaus, Ph.D., "Pedoman Analisis Data dengan SPSS", Graha Ilmu, Jakarta, 2006, hal 191
- [50] Ansori, tesis" Sumber Resiko Penurunan Kinerja Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi pada Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Diesel PT. PLN (Persero)". PPSBIT. Jakarta, Universitas Indonesia. mengacu dari Siegel, S, "StatistikNon Parametrik", Gramedia
- [51] Adinus Saleh, tesis "Resiko Politik bagi Konsultan Lokal pada Pengadaan Jasa Konsultan Jalan dan Jembatan dengan KB di Indonesia", PPSBIT-UI, Kekfaususan Manajemen Proyek, 2002 mengacu dari Dillon, W.R. and Goldstein, M, "Multivariate Analysis Methods and Applications", John Willey & Sons.
- [52] Adinus Saleh, tesis "Resiko Politik bagi Konsultan Lokalpada Pengadaan Jasa Konsultan Jalan dan Jembatan dengan ICB di Indonesia", PPSBIT-UI, Kekhususan Manajemen Prqyek, 2002 mengacu dari Katz, D.A., "Econometric Theory and Application", Prentice Hall Inc., 1982
- [53] Adinus Saleh, tesis "Resiko Politik bagi Konsultan Lokalpada Pengadaan Jasa Konsultan Jalan dan Jembatan dengan ICB di Indonesia", PPSBIT-UI, Kekhususan Manajemen Proyek, 2002 mengacu dari Draper, N., Smith, H., "AnalisisRegresi Terapan", Gramedia, 1986
- [54] Simamora, Bilson., "Analisis Multivariat Pemasaran", PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-
- [55] Walpole, R. E. & Myers, R. H. (1993) Probability and Statistics for Engineers and Scientists, New York, Mac Milan.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. LATAR BELAKANG

Pada awalnya pembangunan dilakukan sangat sederhana, dimana pemilik dan masyarakat berupa kaum kerabat melaksanakan niat pemilik bangunan tanpa melalui proses yang rumit. Sekarang sangat banyak pihak yang terkait dalam satu proyek pembangunan apakah itu berupa bank, pengawas bangunan, perencana, kontraktor, manajemen konstruksi, dinas tata kota, dsb. Selain itu, harus melalui proses yang panjang dan berbelit-belit, harus ada ijin lokasi, ijin mendirikan bangunan, ijin menggunakan bangunan, dan ijin-ijin lain yang terasa begitu mengikat.¹

Pengelolaan yang dikenal sebagai “MANAJEMEN PROYEK” adalah salah satu cara yang ditawarkan untuk menyelesaikan masalah tersebut, metode pengelolaan ini telah dikembangkan secara ilmiah dan intensif sejak pertengahan abad ke-20². Metode ini secara klasik berfungsi untuk merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan, disamping itu untuk menghadapi sifat-sifat dan perilaku yang khusus pada setiap proyek, maka masih memerlukan ”restrukturisasi” disana-sini serta menggunakan metode dan teknik baru. Manajemen proyek secara umum mencakup beberapa hal, diantaranya : integrasi proyek, lingkup proyek, manajemen waktu, *cost control management*, *quality management*, manajemen sumber daya manusia, manajemen komunikasi, manajemen resiko, dan *project procurement management*³.

Dalam suatu perencanaan proyek, dimana selalu berkaitan dengan aktivitas merinci sejumlah pekerjaan dan sejumlah sumber daya yang akan

¹ Afrizal N., “*Administrasi dan Manajemen Kontrak*”, Kompetensi Manajemen Konstruksi, HAMKI 2003, p.3

² Iman S., “*Manajemen Proyek (Dari konseptual sampai operasional)*”, Erlangga 2001, p.xv

³ PMBOK, “*A Guide to the Project Management Body of Knowledge*”, Project Management Institute, Pennsylvania USA, 2004. p.9

digunakan untuk memastikan bahwa proyek tersebut layak dikerjakan. Kewenangan, tanggung jawab, dan tingkat kepercayaan harus direncanakan pula, dengan begitu sejumlah tim yang bekerjasama dalam suatu proyek mengetahui kapasitas masing-masing dan bagaimana mereka berhubungan satu sama lain. Ada beberapa pertanyaan yang harus dipertimbangkan pada saat perencanaan, diantaranya ⁴:

1. Kapan aktivitas proyek berjalan?,
2. Berapa lama durasi dari setiap aktivitas?,
3. Sumber daya apa saja yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas dari proyek?,
4. Berapa banyak biaya yang harus dikeluarkan?,
5. Bagaimana rencana anggaran dan keuangan untuk mendukung berjalannya proyek?,

Prioritas perencanaan sumber daya yang dibutuhkan lebih tinggi dari pada perencanaan biaya.

Data selanjutnya yang diperlukan untuk perencanaan sumber daya adalah data biaya, data ini akan memberikan peringatan terhadap proyek yang sedang berjalan, bahwa proyek tersebut akan diluar kendali. Maka oleh sebab itu dapat diputuskan kapan, berapa banyak, dan sumber daya apa yang harus segera digunakan atau malah diberhentikan⁵. Perencanaan alokasi sumber daya proyek merupakan hal yang penting pada suatu proyek, baik untuk proyek yang banyak ataupun hanya satu. Jika perusahaan tidak memiliki cara yang sistematis untuk mengalokasikan sumber daya, maka seorang manajer proyek mungkin akan mengambil langkah yang berlebihan yang akan mengakibatkan kekurangan sumber daya⁶.

Sumber daya ada dua jenis, pertama (1) sumber daya manusia dan kedua (2) sumber daya bukan manusia. Salah satu contoh dari sumber daya manusia adalah; konsultan konstruksi, sedang contoh sumber daya bukan manusia adalah; alat berat (misalnya : *excavator*). Dalam satu proyek setiap sumber daya harus

⁴ Cleland, David I., Ireland, Lewis R., "*Project Management : Statagic Design and Iplementation*", McGraw-Hill, 2002, p.317.

⁵ Curt Finch : "*Project Management: Using Data to Increase Profitability and Reduce Risks Employee Benefit Plan Review* "; Apr 2006; 60, 10; ABI/INFORM Global. p. 13

⁶ S Dass; H Steyn . "*AN EXPLORATORY ASSESSMENT OF PROJECT DURATION IN MULTIPLE-PROJECT SCHEDULES*", *South African Journal of Industrial Engineering*; May 2006; 17, 1; ProQuest Science Journals. p. 39

bekerja sama dan saling mendukung satu sama lain agar proyek dapat diselesaikan pada waktunya. Sumber daya manusia yang dicontohkan diatas merupakan salah satu pihak yang memberikan kontribusi terhadap tercapainya tujuan utama dari proyek dan sumber daya lainnya yang telah bekerja keras selama tahap konstruksi⁷.

Sumber daya lainnya yang bukan manusia juga memerlukan pengelolaan yang cukup menguras konsentrasi. Selain material dan peralatan yang akan menjadi bagian tetap dari instalasi, seperti penukar panas, drum, reaktor, dan lain-lain, juga tetap diperlukan alat konstruksi atau alat berat (*construction equipment/Heavy equipment*) yang digunakan untuk membantu tenaga kerja lapangan⁸ dan sumber daya tersebut tetap memerlukan pengelolaan.

Sumber daya alat berat saat ini memiliki variasi spesifikasi yang cukup banyak. Sebagai contohnya adalah varian terbaru *terrain-crane* yang bulan Januari 2007 telah diproduksi perusahaan MCG, yaitu jenis RT 530E-2 yang memiliki empat bagian lengan dengan total panjang 29 m, perusahaan tersebut mengakui bahwa mesin ini memiliki mesin yang telah mampu mengurangi panas mesin. Sedang mesin lainnya adalah Tadano GR-550 EX dan Terex-Bendini RC60, kedua *crane* ini berkapasitas 55 ton dan 60 ton, memiliki lima bagian lengan dengan panjang total 40 m dan 42 m⁹. Sumber daya alat berat ini maupun varian lainnya biasanya dikelola oleh sub-kontraktor.

Berikut merupakan beberapa contoh alat berat¹⁰ : *Backhoe loader, Compact Excvator, Crawler Dozers & Loaders, Excavators, 4WD Loaders, Wheels Loader, Landscape Loader, Motor Grader, Trucks, Articulated Dump (ADTs)*, dan lain-lain. Alat-alat tersebut dapat dikatakan sebagai alat yang “*knock-down*” karena dapat dibongkar pasang, juga di *upgrade*. Alat-alat berat lebih banyak terlihat pada proyek jalan ataupun tanah.

Uraian diatas merupakan bagian kecil dari salah satu variabel yang memerlukan proses perencanaan. Pada proses perencanaan itu sendiri disarankan

⁷ Nan Andrews Amish; Colleen Cayes; Joy-Ellen Lipsky, “*Use the Right Resource Every Time*”, *Consulting to Management*; Mar 2006; 17, 1; ABI/INFORM Global, p. 45

⁸ Iman S., “*Manajemen Proyek (Dari konseptual sampai operasional)*”, Erlangga 2001, p.106.

⁹ Anonymous,” *Cranes Today* “, News: In brief ; Jun 2007; 390; Academic Research Library p.7

¹⁰ Deere, John., “*Construction Equipment : Attachment & Custom Engineering Guide*”, Customer version 15 Edition, Deere and Company, 2001.

untuk selalu menguraikan struktur pengambilan keputusan atas berbagai hal sebelum proyek berjalan dan di evaluasi ulang di lapangan¹¹. Pada proyek jalan itu sendiri keputusan yang tepat merupakan satu hal yang sangat penting karena melibatkan sejumlah besar investasi yang tidak dapat dirubah, diperlukan sebuah model kaku dan serangkaian analisa sebelum keputusan yang diambil diimplementasikan¹². Masalah utama dari proses perencanaan sumberdaya alat berat ekskavator, adalah bagaimana memilih ekskavator yang sesuai dengan kondisi lapangan dari sejumlah sumberdaya ekskavator yang tersedia¹³. Disini tersurat bahwa struktur pengambilan keputusan dalam merencanakan pengalokasian ekskavator bukan merupakan satu hal yang sederhana dan tidak penting untuk dianalisa.

Dalam skripsi ini akan diuraikan penelitian mengenai perencanaan sumber daya (*resource planning*) alat berat pada proyek jalan. Analisa studi kasus akan dilakukan dengan teori *Linear Programming* yang diaplikasikan dalam program SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*).

I.2. IDENTIFIKASI MASALAH

Ilustrasi untuk identifikasi masalah dapat ditelusuri pada beberapa kasus pembangunan, misalnya studi kasus pada proyek pembangunan jembatan Sellwood di negara bagian Multnomah Amerika¹⁴. Ditulis pada memorandum, bahwa suatu struktur pengambilan keputusan atas satu hal merupakan pendekatan kunci untuk dihasilkannya solusi atas hal tersebut. Tujuan dari struktur proses pengambilan keputusan adalah untuk menciptakan sebuah pola logika untuk proyek yang rumit selama 2½ tahun dengan menetapkan beberapa poin keputusan utama. Pertimbangan yang bijaksana dan menyeluruh terhadap setiap keputusan dari semua *stakeholder* proyek membantu untuk memastikan kualitas dari setiap

¹¹ Sellwood Bridge Project, Multnomah County, Decision Making Structure and Process, memorandum, July 2006

¹² Tong Zhao, Satheesh K. Sundararajan; and Chung-Li Tseng., "Highway Development Decision-Making under Uncertainty: A Real Options Approach", *Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 10, No.1, March 1, 2004. ©ASCE, ISSN 1076-0342/2004/1-23-32/\$18.00.

¹³ David J Edwards; Hamid Malekzadeh; Silas B Yisa., "A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator", *Structural Survey*; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113

¹⁴ Sellwood Bridge Project-Multnomah County, Decision Making Structure and Process, memorandum, July 2006

keputusan yang tidak harus dikaji ulang di lapangan. Jadi tujuannya adalah untuk menghindari “langkah balik ke titik awal” karena beberapa hal yang signifikan telah dihilangkan. Menyusun proses seperti ini memungkinkan kelompok kerja proyek untuk menjelaskan kepada *stakeholder* mengenai bahwa mereka sedang dalam proses, apa yang telah disetujui satu sama lain, dan prakiraan kejadian yang akan terjadi selanjutnya. Sebuah identifikasi yang jelas dari setiap poin keputusan menciptakan sebuah ekspektasi pada pihak *stakeholder* untuk membicarakan *deadline* dan tetap pada jadwal sebagai jalan untuk menghindari lebih banyak *meeting*.

Melukiskan struktur keputusan—kelompok kerja yang akan terlibat dan bagaimana mereka akan berpartisipasi—menyediakan sebuah “*level playing field*” untuk semua *stakeholder* dan menjawab setiap pertanyaan tipikal dari *stakeholder*, seperti :

- Siapa yang akan mengambil setiap keputusan?
- Dapatkah *stakeholder* mempengaruhinya?
- Kapan *stakeholder* dapat mulai ikut berpartisipasi?
- Siapa yang akan mempertimbangkan masukan dari *stakeholder*?

Proses keputusan proyek ini dapat dilihat pada gambar 1.2.

Gambar diatas, menceritakan sebuah skema proses keputusan yang diajukan pada *owner*. Kemudian akan diorganisir kedalam enam poin keputusan berikut :

- *Decision Process and Structure*

Merupakan langkah awal untuk memastikan perjanjian mengenai proses, setiap peraturan, setiap tanggung jawab, dan keanggotaan dari setiap kelompok kerja yang berpartisipasi dalam proyek

- *Purpose and Need*

Merupakan langkah kedua keputusan dalam menetapkan setiap kebutuhan proyek dan untuk memperkirakan masalah yang proyek ingin tujuan untuk diselesaikan.

- *Evaluation Framework*

Langkah ke tiga, adalah menciptakan alat untuk membantu mengevaluasi setiap solusi alternatif. Kerangka kerja evaluasi akan memberikan susunan kriteria dan pengukur penampilan kinerja untuk mengukur tingkat efektivitas dari setiap solusi alternatif—sebaik manakah kerangka kerja evaluasi menyelesaikan setiap masalah yang telah diidentifikasi dan seberapa baik penampilan kerangka kerja evaluasi menghadapi serangkaian batasan dari pihak stakeholder.

- *Alternatives Development*

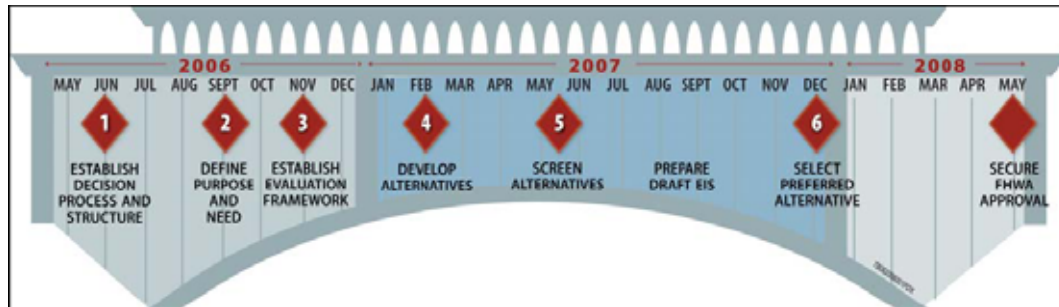
Langkah ke empat dalam satu proses keputusan adalah menentukan semua batasan dari setiap solusi alternative yang harus dipertimbangkan. Tujuannya adalah untuk meyakinkan setiap stakeholder yang telah diajak berkonsultasi dan setiap ide yang mereka berikan dikumpulkan pada langkah ini.

- *Alternatives Screening*

Langkah ke lima adalah menerapkan kriteria evaluasi terhadap setiap solusi alternatif, menyaring segala sesuatu yang tidak memenuhi syarat minimal dan membandingkan setiap alternatif yang tersedia untuk memilih alternatif yang memberikan hasil terbaik. Kemudian sejumlah kecil dipilih untuk diuraikan dalam draf EIS.

- *Preferred Alternative*

Langkah ke enam, data yang lebih terperinci di susun untuk draf *EIS* digunakan untuk mengevaluasi ulang setiap alternative yang tidak sesuai criteria yang telah disusun. Beberapa hasil evaluasi ulang digunakan untuk mendukung pemilihan beberapa solusi alternatif yang diharapkan. Setiap alternative yang diharapkan yang diambil harus disetujui oleh *FHWA* (*Federal Highway Administration*).



Gambar 1.2. 1 Proses pengambilan keputusan proyek jembatan Sellwood
(Sumber: Sellwood Bridge Project-Multnomah County-memorandum-July 2006)

Difokuskan pada pencapaian target untuk publik terhadap setiap keputusan ini, akan digunakan untuk mencapai keterlibatan publik yang sangat berarti. Warga akan disediakan sebuah kesempatan untuk mengomentari setiap isu yang dalam waktu dekat akan diputuskan, jadi hal ini sangat mudah untuk dimengerti, mengapa hal ini dianggap sangat penting untuk direspon dan untuk mempercayai masukan akan menjadi satu hal yang besar.

Disisi lain suatu proses perencanaan yang tepat yaitu tidak bertujuan selain untuk membantu meningkatkan produktifitas dari satu rangkaian konstruksi, dimana para praktisi telah melakukan peningkatan dalam hal filosofi pembuatan alat mengenai kemampuan membangun dan standarisasi dari setiap komponen konstruksi (Manser, 1994). Komponen yang utama seperti lantai, atap, kolom, balok, dan struktur dinding seringkali dibuat diluar proyek. Yang ketika setelah diangkut kemudian didirikan oleh beberapa operator yang kurang ahli (Harris, 1994). Proses seperti ini seringkali mengakibatkan "chain-reaction", reaksi rantai terhadap setiap proses yang berjalan pada satu proyek. Akhirnya akan mengakibatkan biaya konstruksi berkurang, kemudian keuntungan perusahaan meningkat, dan kemampuan perusahaan untuk bersaing dan bertahan dapat dipastikan (Nannally, 2000). Keuntungan yang dihasilkan dari proses penggunaan mekanisasi dalam satu sistem konstruksi tidak oleh diremehkan. Dari sejumlah besar proyek yang terlaksana di Inggris, alat berat ekskavator telah mendominasi (Jepson, 2000). Ini karena kelebihan dari ekskavator yang serbaguna, relatif mudah digunakan, dan produktif. Selain itu dari segi alat untuk Bergeraknya yang dapat digunakan pada kondisi tanah yang jelek atau memiliki kemiringan,

sementara itu kemampuan lengan untuk berputar 360° membuat ekskavator dapat bekerja pada area yang terbatas¹⁵.

Keberadaan alat berat di dalam industri konstruksi sangat penting, karena alat berat merupakan sarana utama bagi pekerjaan konstruksi bangunan, pertambangan, maupun konstruksi jalan¹⁶. Perencanaan terhadap alat berat apa saja yang akan digunakan untuk mendukung metode kerja konstruksi, merupakan langkah awal yang tepat sekaligus awal dari datangnya masalah lain. Disinilah masalah yang berkaitan dengan alat berat timbul.

Jika dipelajari dari segi spesifikasi alat berat yang disyaratkan untuk sub-kontraktor yaitu sertifikat APPAKSI (Asosiasi Perusahaan Pengelola Alat berat / Alat Konstruksi Indonesia) dan ternyata sulit untuk mencari sub-kontraktor yang memilikinya, contoh studi kasus lainnya terjadi pada proyek pembangunan terowongan Lundby di kota Guthenberg-Swedida dimana rencananya terowongan akan memfasilitasi banyak rute perjalanan, sedangkan kondisi lapisan tanah yang kritis. Tentunya hal ini memberikan masalah baru dalam hal pemilihan alat berat yang cocok digunakan untuk mendukung metode kerja yang dipilih dan tidak membahayakan, Masalah pemilihan alat berat yang lain timbul pada saat proyek pembangunan bendungan Wonorejo dimana metode kerja “*cut off wall*” harus dikerjakan dengan alat bor yang mampu bekerja dalam ruangan yang terbatas, dan alat bor tipe BW 5580 merupakan salah satu alat bor *ring wall* di dunia yang bisa digunakan dengan kondisi seperti itu¹⁷. Dalam proyek jalan, khususnya yang menggunakan beragam jenis alat berat, akan cukup merepotkan bila tidak direncanakan dengan baik. Progres kerja mungkin tidak akan memenuhi target dan tidak sesuai dengan kurva-S. Sebenarnya tidak pernah ada waktu yang cukup untuk sebuah proyek dengan hasil yang sempurna, paham kapan harus bergerak secara efisien dari perencanaan sampai pembangunan dan pengantaran¹⁸.

Contoh aplikasi perencanaan sumber daya proyek, khususnya terhadap alat berat dapat diamati pada proyek jalan. Disana terlibat bermacam alat berat, dari

¹⁵ David J Edwards; Hamid Malekzadeh; Silas B Yisa.,” *A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator*”, *Structural Survey*; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113

¹⁶ Majalah PROYEKSI, Edisi XII, tahun 2, 16 September-15 Oktober 2005

¹⁷ Majalah Industri KONSTRUKSI, No.250-Mei-A 1997.

¹⁸ Sarah Fisher Gale, “*Tick, tick, tick...*” *PM Network*; Dec 2005; 19, 12; ABI/INFORM Trade & Industry. P. 46

mulai *grader* untuk *stripping* sampai *finisher* untuk mengamparkan material yang telah diproses (aspal). Target pekerjaan yang baik dengan tingkat ketelitian yang tinggi pada pekerjaan tanah dapat direalisasikan dengan bantuan *Excavator*. Karena alat berat ini mampu memberikan hasil pekerjaan yang lebih presisi daripada *dragline* ataupun *clamshell* yang fungsinya hampir sama. Selain itu excavator dapat juga digunakan sebagai alat pemuat¹⁹. Sebagaimana peningkatan kemampuan dari ekskavator yang selalu dilakukan oleh setiap produsen alat berat, tujuannya adalah untuk mengakomodir sejumlah variasi penggalian, untuk mengerjakan pekerjaan yang membutuhkan waktu sedikit, dan untuk peningkatan produktifitas ekskavator sendiri, lebih spesifik mengenai peningkatan kinerja dapat diamati pada ekskavator buatan Kobelco dimana sistem tenaga telah dikomputerisasi (dinamakan KPPS), sehingga mampu mengontrol aliran pelumas yang hasilnya akan memberikan kinerja yang efisien²⁰. Oleh sebab itu alat berat yang seringkali terlihat bekerja untuk pekerjaan tanah adalah *excavator*.

Di setiap kondisi ataupun karakteristik proyek yang berbeda, juga akan muncul *predictor-predictor* (variabel bebas) yang tidak sama terhadap sumber daya yang dipakai. Hal ini menjadi menarik, karena akan terlihat perbedaan pengambilan keputusan untuk mengakomodir setiap *predictor* yang muncul dari setiap segmen kelompok kerja yang terlibat dalam satu proyek.

I.3. RUMUSAN MASALAH

Bagaimana proses pengambilan keputusan mengenai “*resource planning*” khususnya untuk alat berat memberikan hasil yang signifikan terhadap progres pada proyek jalan (*fly-over*). Ada dua pertanyaan yang harus dijawab oleh penelitian ini, yaitu :

¹⁹ Ir. Rochamandi., “Alat-Alat Berat dan Penggunaannya”, 1989, YBPPU.

²⁰ Lynn Landberg.,” *Refinements keep excavator class tops*”, *Construction Equipment*; Mar 1998; 97, 3; ABI/INFORM Global, pg. 90

1. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pengambilan keputusan dalam hal penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*), baik dari sudut waktu dan biaya.
2. Bagaimana proses penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*) di lapangan pada setiap segmen kelompok kerja.

I.4. MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Maksud penelitian ini adalah memberikan informasi dan masukan-masukan tentang hambatan, manfaat, peran dan tindakan koreksi pada penggunaan sumberdaya (alat berat).

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pengambilan keputusan untuk penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*), baik dari sudut waktu dan biaya.
2. Untuk melakukan kajian mengenai proses penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*) di lapangan pada setiap segmen kelompok kerja.

I.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH

Penelitian ini dilakukan pada pelaksana proyek yaitu perusahaan kontraktor.

Adapun masalah penelitian dibatasi pada :

1. Penelitian dibatasi pada tingkat produktifitas ekskavator.
2. Penelitian terbatas pada pekerjaan jalan.
3. Objek penelitian adalah *excavator*.
4. Studi kasus pada proyek jalan (*fly-over*) JL. Arif Rahman Hakim
5. Proyek sedang dikerjakan dan waktu rencana penyelesaian pekerjaan adalah Februari 2008.

I.6. MANFAAT PENELITIAN

Secara umum manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah memberikan informasi terbaru mengenai penggunaan sumber daya alat berat ekskavator pada setiap segmen kelompok kerja dan mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi perencanaan penggunaan alat tersebut.

I.7. KEASLIAN DARI PENELITIAN

Proyek adalah serangkaian pekerjaan yang satu sama lain memiliki keunikan tersendiri. Penelitian yang sama tidak akan memberikan hasil yang sama karena keunikan tersebut. Pada penelitian ini sendiri terdapat kesamaan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan, namun tetap pada keasliannya.

Tulisan-tulisan dari penelitian sebelumnya ataupun dari jurnal-jurnal yang memiliki kesamaan dengan penelitian ini, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Skripsi dengan judul "OPTIMALISASI ALAT BERAT PADA PROYEK JALAN TOL DENGAN PENEKANAN EFISIENSI WAKTU DAN BIAYA. STUDI KASUS : JALAN TOL CIPULARANG".

Yang ditulis oleh Laura D. Marpaung Fakultas Teknik UI, 8 Januari 2007.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Merencanakan alternatif- alternatif kombinasi alat berat beserta metode konstruksi yang memberikan keuntungan yang optimum dalam hal waktu dan biaya pada proyek konstruksi jalan tol.
- b. Mengetahui berapa besar penghematan waktu dan biaya (%) dari alternatif- alternatif yang telah didapatkan sehingga dapat diketahui alternatif- alternatif kombinasi alat berat yang optimal.

Sedangkan hasil yang dihasilkan dari penelitian ini adalah :

- a. Optimalisasi pada alat *dozer* dapat dilakukan dengan menggunakan *bulldozer* tipe D11T-110, D11T CD, D10T-10U dan D9R / D9T-9U. Masing-masing lima (5) buah. Sedangkan optimalisasi terhadap alat *compactor* dalam hal biaya dapat dilakukan dengan menggunakan tiga (3) buah alat *compactor* tipe PF-300B dan untuk penghematan waktu

dari alternatif *compactor* versi dealer dicapai dengan tiga (3) alat *compactor* tipe CP-663E.

- b. Optimalisasi terhadap *excavator* dan *dumptruck* tidak dapat dilakukan karena hasilnya negatif.

2. Tesis dengan judul "PERENCANAAN KEBUTUHAN PERALATAN PADA PEKERJAAN TANAH DITINJAU DARI PRODUKTIFITAS DAN BIAYA ALAT. STUDI KASUS : PROYEK J.O.R.R SECTION S"

Yang ditulis oleh Sigit A. Yuwono Fakultas Teknik UI, Januari 2001.

Tujuan dari penulisan tesis ini adalah sebagai berikut :

- a. Mencari produktifitas aktual yang bisa didapatkan dari data-data penghematan waktu siklus dari masing-masing alat sehingga dapat menentukan faktor operasi.
- b. Mencari formulasi keseimbangan kombinasi peralatan, yaitu *excavator*, *dumptruck*, *motor grader*, dan *vibrator roller*.
- c. Mencari harga satuan pekerjaan pelaksanaan alat berat yang dapat dipakai.

Dan hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Hasil analisa penelitian dan metode yang diterapkan merupakan pendekatan praktis, namun demikian diharapkan dapat membantu para kontraktor nasional dalam perencanaan konfigurasi peralatan, penghitungan produktifitas aktual, dan dapat digunakan untuk perencanaan biaya alat, serta dapat digunakan untuk memprediksi kontrak kedepan mengenai harga satuan pekerjaan tanah.

3. Jurnal dengan judul "USE THE RIGHT RESOURCE EVERY TIME". Yang ditulis bersama-sama oleh Nan Andrews Amish, Colleen Cayes, Joy-Ellen Lipsky (*Consulting to Management*; Mar 2006; 17, 1; ABI/INFORM Global. P. 45).

Jurnal ini berisi mengenai faktor-faktor yang mampu memberikan kontribusi dalam merumuskan perencanaan terhadap sumber daya yang akan digunakan pada suatu proyek.

4. Jurnal dengan judul “THE ANALYSIS OF EXCAVATOR OPERATION BY SKILLFUL OPERATOR”. Yang ditulis oleh Yuki Sakaida dari School of Engineering The University of Tokyo dan kelompoknya (ISARC 2006).

Jurnal ini berisi mengenai penelitian terhadap penggunaan *excavator* dengan membandingkan dua orang operator yang memiliki keahlian khusus dalam mengoperasikan excavator dengan operator yang tidak memiliki keahlian khusus.

5. Jurnal dengan judul “AN EXPLORATORY ASSESSMENT OF PROJECT DURATION IN MULTIPLE-PROJECT SCHEDULES”. Yang ditulis Dass S. dan Steyn H. (*South African Journal of Industrial Engineering*; May 2006; 17, 1; ProQuest Science Journals.P. 39).

Jurnal ini memaparkan penelitian terhadap perencanaan pengalokasian sumber daya proyek. Seberapa pentingkah perencanaan terhadap sumber daya, untuk proyek tunggal sampai proyek yang lebih dari satu, di paparkan dalam tulisannya.

6. Memorandum yang ditulis oleh FHMA (*Federal Highway Agency*) Multnomah County, USA. Yang berisi uraian struktur pengambilan keputusan untuk berbagai hal yang akan dihadapi dari proyek di mulai sampai selesainya proyek, bagaimana membangun kerangka kerja evaluasi terhadap setiap keputusan yang akan diambil, siapa saja yang berhak menentukan suatu keputusan, bagaimana proses pengambilan satu keputusan.
7. Jurnal dengan judul “*Highway Development Decision-Making under Uncertainty: A Real Options Approach*”. Yang ditulis oleh Tong Zhao; Satheesh K. Sundararajan; and Chung-Li Tseng (*Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 10, No.1, March 1, 2004. ©ASCE, ISSN 1076-0342/2004/1-23–32/\$18.00.).

Jurnal ini berisi uraian pentingnya kualitas dari satu keputusan atas satu masalah yang akan dihadapi ataupun yang sedang dihadapi dimana studi kasus yang menjadi target adalah proyek peningkatan infrastruktur jalan.

8. Jurnal dengan judul “*A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator*”. Yang ditulis oleh David J Edwards; Hamid Malekzadeh; Silas B Yisa (*Structural Survey*; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113).

Jurnal ini berisi bagaimana sebuah program linear menganalisa masalah pengambilan keputusan atas ekskavator yang diharapkan mampu memberikan produktifitas yang optimal dengan beberapa variable seperti biaya, waktu, ruang kerja, kondisi alat, kemampuan operator, dan lain-lain.

9. Jurnal dengan judul “*A sacrifice worth making*”. Yang ditulis oleh Colin Sowman (*PMJ*; Nov 2006; 33, 10; ABI/INFORM Trade & Industry, pg. 25).

Jurnal ini berisi bagaimana pengaruh dari kondisi ekskavator, khususnya gigi-gigi yang menempel pada *bucket* terhadap kinerja alat dan pengaruhnya untuk mempertahankan penyewa.

10. Jurnal dengan judul “*Q&A: What not to wear*” (*PMJ*; Jul 2007; 34, 7; ABI/INFORM Trade & Industry, pg. 35).

Jurnal ini berisi kriteria pemilihan bentuk dan dimensi dari gigi-gigi dengan variabel kondisi lapangan (tanah). Pada jurnal ini ditulis bahwa kondisi gigi-gigi tersebut sangat mempengaruhi produktivitas alat.

11. Jurnal dengan judul “*Refinements keep excavator class tops*”. Yang ditulis oleh Lynn Landberg (*Construction Equipment*; Mar 1998; 97, 3; ABI/INFORM Global, pg. 90).

Jurnal ini berisi artikel tentang peningkatan kemampuan dari ekskavator oleh setiap produsennya. Hal ini membuat sumberdaya alat

berat khususnya ekskavator tetap hadir di lapangan untuk mengakomodir setiap kondisi pekerjaan.

12. Jurnal dengan judul “*Renting lets small contractor take on larger jobs*”. Yang ditulis oleh Mike West; Jason West (*Construction Equipment*; May 1997; 95, 5; ABI/INFORM Global, pg. 60).

Jurnal ini berisi artikel tentang bagaimana kontaktor kecil mampu menangani dan menyelesaikan proyek skala besar. Pada artikel ini pemilik perusahaan memaparkan bahwa dengan mengaplikasikan teori “*Flexible Equipment Nukleus*”, maka perusahaan mereka mampu mengerjakan proyek skala besar.

I.8. KESIMPULAN

Dengan beberapa hasil penelitian, buku, maupun jurnal diatas yang secara umum telah dipublikasikan di internet, perpustakaan, ataupun pusat-pusat bacaan. Maka dapat disimpulkan bahwa keunikan dari penelitian ini terdiri atas:

1. Studi kasus yang diambil,
2. Objek penelitian adalah ekskavator, bukan alat berat lainnya ataupun kombinasi dari setiap alat berat untuk mengerjakan satu item pekerjaan,
3. Diagram alir penelitian merupakan hasil reka dan cipta penulis, dengan mengacu pada beberapa diagram alir yang dihasilkan oleh hasil-hasil penelitian diatas,
4. Metode penelitian yang digunakan dibantu dengan program stastitik (SPSS), Simulasi Monte-Carlo, dan Optimasi-*Optquest*.

BAB II

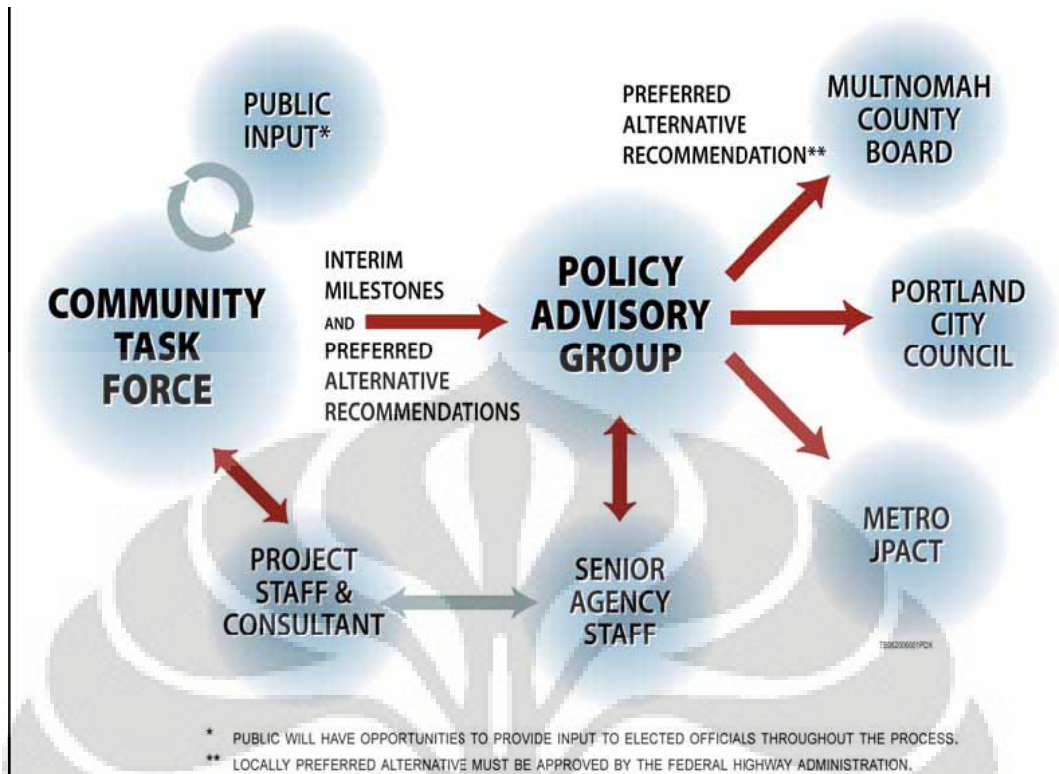
STUDI LITERATUR

II.1. PENDAHULUAN

Studi literatur merupakan sarana yang baik dalam proses penyusunan sebuah karya tulis (penelitian ilmiah). Pada bab ini penulis akan memaparkan beberapa landasan teori yang berkaitan dengan topik penelitian yang diangkat kedalam beberapa sub-bab. Dimana nantinya akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti, yang berkaitan dengan perencanaan penggunaan alat berat (*excavator*) dalam sebuah proyek jalan (*fly-over*). Adapun teori-teori yang akan dibahas pada sub-bab dalam BAB II ini antara lain, pada sub-bab II.2. berisi uraian mengenai proses pengambilan keputusan khususnya pada proyek jalan, sub-bab II.3 akan dikenalkan mengenai alat berat secara umum, sub-bab II.4. akan dikenalkan secara khusus mengenai alat berat *excavator*, sub-bab II.5. akan dibahas mengenai siklus kerja dan waktu siklus dari *excavator*, sub-bab II.6. akan diterangkan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi produktifitas dari *backhoe*, sub-bab II.7. akan diberikan contoh perhitungan produktivitas *backhoe*, sub-bab II.8. akan dikenalkan mengenai *Linear Programming* pada program SPSS, sub-bab II.9. mengenalkan maksud dari simulasi, sub-bab II.10. menguraikan teknik optimasi yang digunakan dan sub-bab II.11 adalah kesimpulan dari keseluruhan BAB II.

II.2. PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN

Dari studi kasus pembangunan jembatan Sellwood negara bagian Multnomah, Amerika serikat. Dapat dicermati bagaimana mereka melakukan perencanaan dalam hal pengambilan keputusan atas setiap masalah yang mungkin timbul pada saat proyek berjalan. *Flow-chart* dari proses keputusan proyek tersebut adalah sebagai berikut :

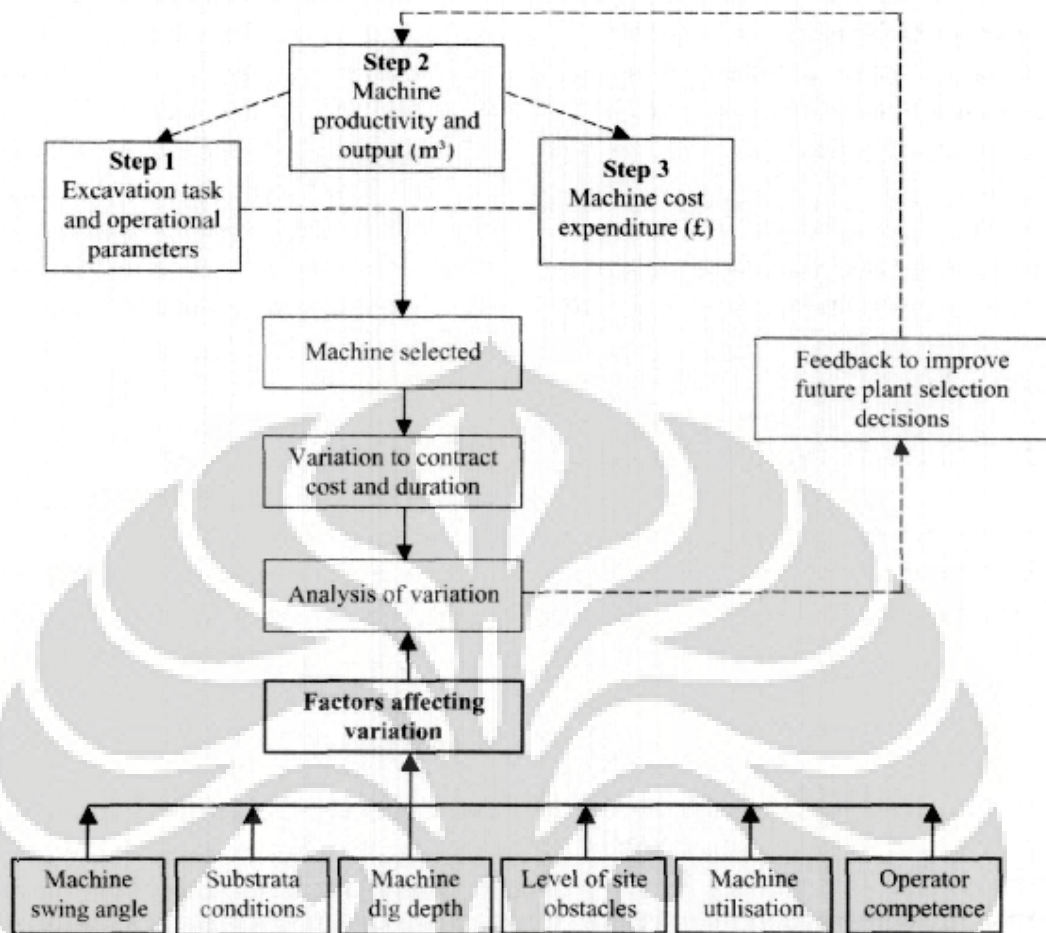


Gambar 2.2. 1 Struktur Keputusan Proyek Jembatan Sellwood
 (Sumber: Sellwood Bridge Project-Multnomah County-memorandum-July 2006)

Dari *flow-chart* diatas dapat disimpulkan bahwa setiap keputusan yang akan diambil selalu telah dibahas sebelumnya pada tahap perencanaan keputusan. Dan dapat juga dilihat bahwa banyak sekali pihak yang terlibat walaupun hanya untuk melakukan perencanaan keputusan.

Sedangkan dalam hal proses perencanaan alat berat, dengan kata lain adalah pengambilan keputusan terhadap jenis dan jumlah alat berat yang akan digunakan untuk mengakomodir sejumlah pekerjaan dan masalah yang mungkin terjadi terkait dengan hal teknis ataupun masalah lainnya. Berikut adalah *flow-chart* proses pengambilan keputusan atas ekskavator di lapangan²¹.

²¹ David J Edwards; Hamid Malekzadeh; Silas B Yisa.,” A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator”., *Structural Survey*; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113



Gambar 2.2. 2 Flow-chart pengambilan keputusan atas ekskavator di lapangan
(Sumber: David J Edwards; Hamid Malekzadeh; Silas B Yisa-2001)

II.3. PENGENALAN ALAT

Undang-undang No.13 tahun 1980 tentang jalan mendefinisikan jalan sebagai berikut :

” Jalan adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun, meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas”²²

Jalan merupakan salah satu prasarana penting dalam transportasi darat. Hal ini karena fungsi strategis yang dimilikinya, yaitu sebagai penghubung antar satu daerah dengan daerah lainnya. Jalan sebagai penghubung anantara sentra-sentra

²² UU No.13 tahun 1980 Tentang Jalan, Bab 1 Pasal 1.e

produksi dengan pemasaran, sangat dirasakan manfaatnya dalam meningkatkan perekonomian suatu wilayah.²³

Dalam pekerjaan pembangunan jalan khususnya *flyover* ada beberapa tahapan pekerjaan yang harus dilaksanakan, diantaranya :²⁴

a. Pekerjaan persiapan.

Yang didalamnya menyangkut mobilisasi dan demobilisasi alat

b. Pekerjaan tanah.

Meliputi *clearing*, *stripping*, penggalian, pengangkutan, perataan, dan pemadatan

c. Pekerjaan struktur.

Meliputi penggalian pondasi, pengecoran, pengangkatan *pierhad*, dan pengangkatan gelagar memanjang dan melintang.

d. Pekerjaan Finishing

Meliputi pekerjaan pengaspalan, pemasangan atribut jalan (marka jalan, penerangan dan lain-lain).

Pekerjaan-pekerjaan tersebut diatas lebih efektif dan efisien ketika dilakukan dengan bantuan alat-alat berat konstruksi. Dalam pemakaiannya, biasanya alat berat disewa satu paket dengan operator (sumberdaya manusia) yang mampu mengoperasikan alat berat dengan handal dan presisi. Alat-alat berat yang ada di Indonesia umumnya berasal dari luar negeri, dan biasanya alat tersebut dilengkapi dengan tabel-tabel yang disusun berdasarkan kondisi dan budaya pabrik pembuatnya. Karena alat tersebut digunakan di Indonesia, maka tabel waktu siklus yang ada harus dikoreksi untuk mendapatkan angka yang sesuai²⁵. Adapun beberapa alat berat yang lazim digunakan adalah : *Bulldozer*, *Wheel Loader*, *Excavator (Back hoe)*, *Dumptruck*, *Crane*, dan lain-lain.

Beberapa poin yang harus dijadikan bahan pemikiran dalam hal penggunaan alat-alat berat, adalah sebagai berikut ²⁶:

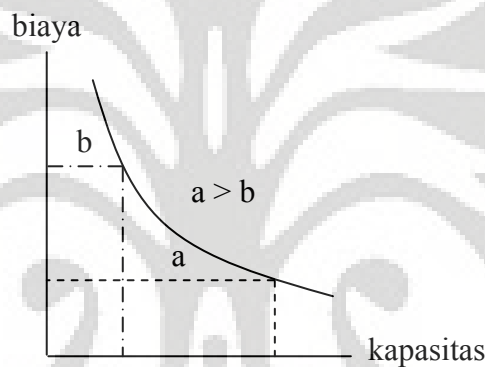
²³ Tobing, L Tohom., “*Critical Success Factor Pelaksanaan Proyek Jalan di Indinesia*”, Master Tesis Teknik Sipil UI, Tahun 2003, hal. 5.

²⁴ Miftahudin, Moh., “*Evaluasi Faktor Biaya Dalam Penggunaan Alat-Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Wadu UI*”, Master Skripsi Teknik Sipil UI, Tahun 2001, hal. 4.

²⁵ Nursin, Afrizal., “*Analisis Operasi Backhoe, Studi Menentukan Faktor Koreksi Waktu Siklus Dalam Menghitung Produksi*”, Master Skripsi, Tahun 1995, hal. iii.

²⁶ Nuryanto, R. Bambang., “*Alat-alat Berat-Pemindahan Tanah Mekanis*”, Diktat Alat Berat, 2000, hal. 2.

- a. Keputusan dalam hal penggunaan alat-alat berat didasari oleh skenario :
”peralatan harus memberikan penghasilan yang lebih besar dari biaya yang dikeluarkan (termasuk biaya operasi/pemilikan) jika tidak demikian, maka tidak perlu dilakukan pembelian”.
- b. Pengetahuan mengenai alat-alat berat juga harus dikuasai oleh seorang insinyur, baik informasi terbaru mengenai perkembangan peralatan terbaru maupun kemampuannya untuk memilih dengan tepat alat berat yang mana yang cocok untuk suatu metoda pelaksanaan secara tepat guna.
- c. Grafik 2.3.1. menginformasikan bahwa dengan adanya alat-alat berat dilapangan, seharusnya mampu meningkatkan kapasitas pekerjaan dan meminimalkan biaya yang dikeluarkan.



Gambar 2.3. 1 Hubungan Biaya & Kapasitas
(Sumber:Nuryanto, R. Bambang-2000)

- d. Masalah-masalah yang mungkin timbul dan harus direncanakan :
 - pengeluaran untuk pembelian atau pemeliharaan peralatan,
 - biaya pengawasan (periodik),
 - perlunya operator yang terampil dan pelatihan bagi pekerja yang lainnya,
 - peningkatan cara-cara penggunaan secara efektif.

Secara umum alat-alat berat yang sering terlihat dan cocok untuk proyek jalan adalah sebagai berikut²⁷ :

- *Motorgrader*, alat berat yang digunakan untuk pekerjaan *stripping*.

²⁷ Yarman, Hamdi., “Tinjauan Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Mekanis Terhadap Waktu dan Biaya”, Master Skripsi, Tahun 1999, hal. 7.

- *Bulldozer*, berfungsi untuk meratakan tanah sampai elevasi yang ditentukan.
- *Vibrator roller*, untuk memadatkan tanah setelah diratakan.
- Mesin pencampur tanah dengan semen kering, untuk mendapatkan kepadatan tanah sesuai spesifikasi yang telah direncanakan.



Gambar 2.3. 2 Motorgrader



Gambar 2.3. 3 Bulldozer



Gambar 2.3. 4 Vibrator roller (road roller)



Gambar 2.3. 5 Alat pencampur tanah dan semen kering

- Pada tahap pekerjaan penggalian saluran drainase, ataupun pada pekerjaan *sub-way* dan terowongan sering digunakan *excavator*, alat berat ini ada juga yang dapat di modifikasi menjadi alat penghancur beton.



Gambar 2.3. 6 Excavator

- *Mobile-crane*, alat berat yang sering digunakan pada saat pengangkatan segmen struktur *pre-cast* maupun *pre-stress*.



Gambar 2.3. 7 Mobile-crane

- *Concrete pump*, biasanya digunakan untuk memompakan beton baik untuk kolom maupun pondasi dan struktur lainnya yang tidak *pre-cast*.



Gambar 2.3. 8 Concrete pump

- Alat pancang, biasanya digunakan bila dibutuhkan tiang pondasi untuk struktur pondasi jalan.



Gambar 2.3. 9 Alat pancang

- *Finisher*, alat berat ini digunakan untuk menyelesaikan tahap akhir pekerjaan. Diantaranya adalah untuk pengambaran aspal, dengan elevasi yang ditentukan.



Gambar 2.3. 10 Finisher

II.4. EXCAVATOR

Excavator (alat gali) merupakan fungsi lain dari *backhoe* atau *pullshovel*. Alat berat ini juga dapat digunakan untuk memuat dan mengangkat material tanpa berpindah tempat terlalu banyak. *Backhoe* sangat tepat sekali digunakan untuk menggali parit-parit saluran air atau pipa (*pipeline*). Dengan menggantikan perlengkapan tambahan (*attachment*), alat ini dapat juga dipakai untuk pemecah batu, mencabut tunggul atau pokok-pokok pohon, membongkar aspal dan lain-lain.

Backhoe ini digerakkan oleh penggerak utama (*prime mover*) berupa traktor, dan perlengkapan tambahan (*attachment*). Perlengkapan tambahan inilah yang dapat merubah fungsi dari alat dan juga kegunaan alat ini. Pada awalnya *backhoe*, digerakkan dengan sistem mekanik, yaitu menggunakan kabel dan roda gigi. Tetapi sekarang dengan ditemukannya sistem hidrolik, maka *backhoe* lebih banyak atau sudah sepenuhnya menggunakan sistem hidrolik. Sistem ini sangat membantu dalam meningkatkan produksi *backhoe*, sebab gerakan-gerakan yang dilakukan oleh *backhoe* lebih sederhana dan lebih mirip dengan gerakan tangan manusia. Kelemahan pengendalian dengan sistem hidrolik kurang efektif dalam penggantian *attachment*, sedangkan pengendalian dengan kabel akan memudahkan penggantian *attachment*.²⁸

Adapun perincian dari bagian-bagian utama dari *excavator* adalah sebagai berikut²⁹ :

1. *Revolving unit*, yaitu bagian atas dari *backhoe* yang mampu berputar 360°.

Ada tiga (3) bagian penting dari *Revolving unit* ini, diantaranya :

- a. Kabin operator dengan *control levers* (panel pengungkit) dan *operation seat*.
- b. Mekanisme bagian atas (*upper mechanism*).
- c. Mekanisme bagian bawah (*lower mechanism*).

Antara mekanisme bagian bawah dan atas dipisahkan oleh alas (*deck*) dari *revolving unit*.

²⁸ Nursin, Afrizal., "Analisis Operasi Backhoe, Studi Menentukan Faktor Koreksi Waktu Siklus Dalam Menghitung Produksi", Master Skripsi, Tahun 1995, hal. 7.

²⁹ Ir. Rochamandi., "Alat-Alat Berat dan Penggunaannya", 1989, YBPPU.

2. *Travel unit*, yaitu bagian bawah yang berfungsi untuk berjalan bagian ini berfungsi untuk berpindah tempat. Bagian ini atas dua macam, yaitu roda karet (*wheel*) dan roda kelabang (*crawler*). Kedua macam roda ini masing-masing mempunyai pengaruh terhadap kecepatan gerak, daya tarik mesin, dan tekan roda terhadap permukaan tanah. Roda kelabang mempunyai kemampuan mengambang (*floating*), tekanannya lebih kecil terhadap landasan kerja, sehingga sangat baik untuk dipergunakan pada kondisi tanaha yang lunak. Sedangkan roda karet mempunyai tekanan yang lebih besar karena bidang kontak antara ban dan landasan kerja lebih kecil. Kecepatan berpindah pada backhoe tidak terlalu mempengaruhi produksi, sebab backhoe tidak memerlukan gerakan berpindah yan cepat dan kekuatan tarik yang besar.
3. *Attachment*, dapat berupa *bucket (deepeer)* yang dapat diganti dengan bentuk lain sesuai dengan kebutuhan pekerjaan.

Sebagaimana penjelasan diatas, bahwa *backhoe* ada yang dikendalikan dengan kabel ataupun hidrolik. Pengendalian dengan hidrolik kurang efektif dalam penggantian *attachment*, sedangkan pengendalian dengan kabel akan memudahkan penggantian *attachment*³⁰. Untuk menghitung produktivitas *backhoe* ada dua pendekatan (kedua rumus berikut menggunakan tabel)³¹ :

Rumus produktifitas ideal per jam 1

$$Q = Q_{id} \times Fk_1 \times Fk_2 \times E \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : Q = Kapasitas produktivitas nyata per-jam ($m^3 / jam; Cuyd / jam$)

Q_{id} = Kapasitas produktivitas ideal per-jam (*tabel 2.6.1..*)

Fk_1 = faktor koreksi 1 (*tabel 2.6.2.*)

Fk_2 = faktor koreksi 2 (*tabel 2.6.3.*)

$$E = \frac{\text{jam kerja efektif}}{\text{jumlah jam kerja riil}} = \text{faktor operasi}$$

³⁰ Nursin, Afrizal., “Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat”, Buku Ajar, Tahun 1998, hal.38.

³¹ PT. UNITED TRACTOR, 1979

Rumus produktifitas ideal per jam 2

$$Q = q \times \left(\frac{3600}{C} \right) \times E \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana: Q = Kapasitas produktivitas per-jam ($m^3 / jam; Cuyd / jam$)

$$q = q_1 \times k$$

q_1 = faktor *bucket*

$$C = C_m \times F_p$$

C_m = Waktu siklus (*tabel 2.5.1.*)

F_p = faktor penumpahan dan kedalaman galian (*tabel 2.6.4.*)

E = faktor operasi

$$E = \frac{\text{jam kerja efektif}}{\text{jumlah jam kerja riil}}$$

Dilihat dari susunan bagian-bagian utama peralatan *backhoe*, maka hubungan ketiganya dengan rumus produktivitas di atas adalah :

- a. Bagian atas (*revolving unit*) dimana tempat mesin dengan kapasitas dan umur tertentu berada, mempunyai hubungan yang erat dengan waktu siklus (C_m) dan efisiensi kerja (E). Makin baru mesin dan makin sesuai kapasitas mesin dengan jenis pekerjaan yang dilakukan, maka efisiensi kerja semakin tinggi dan waktu siklus semakin cepat. Begitu pula sebaliknya.
- b. Bagian bawah (*travel unit*), dimana terdapat roda (*wheel*) atau roda kelabang (*crawler*), mempunyai hubungan yang erat dengan dengan waktu siklus (C_m) dan efisiensi kerja (E). Sebab waktu siklus dan efisiensi kerja sangat tergantung kepada kondisi medan kerja yang dilalui *backhoe*. Jika penggunaan peralatan dengan roda karet atau roda kelabang tidak sesuai dengan kondisi daerah operasi, maka waktu siklus akan lebih lama dan efisiensi kerja akan semakin rendah. Begitu pula sebaliknya.
- c. Bagian perlengkapan (*attachment*), dimana terdapat *bucket* sangat erat hubungannya dengan produksi per waktu siklus (q) pada rumus di atas. Kapasitas dari *bucket* merupakan ukuran volume produksi setiap waktu

siklus, walaupun masih harus dikalikan dengan faktor koreksi sebagaimana rumus diatas. Bagian ini tidak berhubungan langsung dengan waktu siklus.

Ada beberapa hal yang perlu dijadikan pertimbangan untuk suatu proyek dalam memilih *backhoe*, diantaranya³² :

1. Kedalaman galian maksimum yang disyaratkan.
2. Radius kerja maksimum yang disyaratkan untuk penggalian dan penumpahan.
3. Ketinggian penumpahan maksimum yang disyaratkan.
4. Kemampuan pengangkatan yang disyaratkan (jika dapat dilakukan, contohnya mengangkat pipa ataupun kontainer)

II.5. SIKLUS KERJA DAN WAKTU SIKLUS EXCAVATOR³³

Siklus kerja *backhoe* ialah gerakan yang dilakukan selama proses produksi yang terdiri dari :

1. Menggali (mengisi *bucket*),
2. Memutar (*swing*, dalam keadaan isi),
3. Menumpah (*load*, mengosongkan *bucket*),
4. Memutar (*swing*, dalam keadaan kosong kembali pada posisi mengisi),

Gerakan tersebut dapat ditambah dengan gerakan mundur (dalam keadaan isi) dan maju (dalam keadaan kosong). Gerakan tambahan terjadi karena tempat penggalian dengan tempat penumpahan terletak berjauhan. Dalam perencanaan produksi *backhoe*, sebaiknya gerakan ini dikurangi, sebab hal tersebut akan mempengaruhi produktivitas *backhoe*. Siklus kerja ini dilakukan secara berulang kali sesuai dengan urutan diatas.

Jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan penggalian disebut **waktu siklus**. Waktu siklus ini memberikan informasi dan

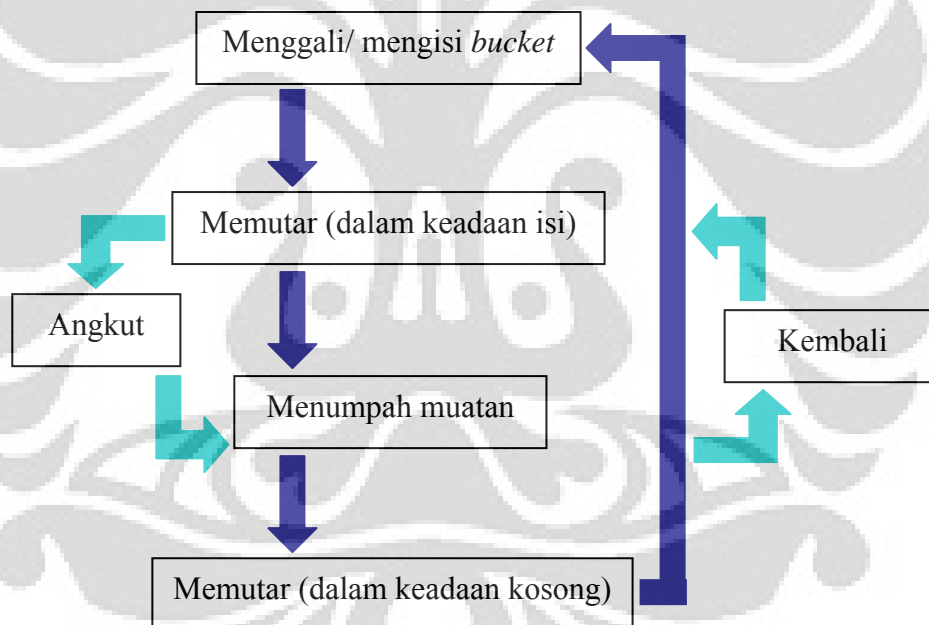
³² Peurifoy, R.L etc.”Construction Planning, Equipment Methods”, McGraw-Hill, sevent edition 2006, p.268

³³ Nursin, Afrizal., “Analisis Operasi Backhoe, Studi Menentukan Faktor Koreksi Waktu Siklus Dalam Menghitung Produksi”, Master Skripsi, Tahun 1995, hal. 10-13.

digunakan sebagai dasar perhitungan produksi alat berat. Secara rinci waktu siklus tersebut terdiri dari :

- a. Waktu menggali (mengisi *bucket*).
- b. Waktu memutar (dalam keadaan isi).
- c. Waktu menumpah (mengosongkan *bucket*).
- d. Waktu memutar (kembali pada posisi menggali).
- e. Waktu tunggu (*delay time*).
- f. Waktu angkut (dalam keadaan isi).
- g. Waktu kembali (dalam keadaan kosong).

Khusus untuk waktu tunggu (*delay time*) terjadi pada saat kombinasi alat gali dengan alat angkut tidak optimum, sehingga *backhoe* harus menunggu *dumptruck*, karena jumlah *dumptruck* lebih sedikit dari yang diperhitungkan.



Gambar 2.5. 1 Siklus kerja backhoe
(sumber : Nursin, Afrizal-1995)

Tabel 2.5. 1 Waktu siklus (dalam detik, s)

Type <i>backhoe</i>	Sudut putar (<i>Swing</i>)	
	45°-90°	90°-180°
PC 180	13 – 16	16 – 19
PC 200	13 – 16	16 – 19
PC 240	15 – 18	18 – 21
PC 280	15 - 18	18 – 21
PC 300	15 – 18	18 – 21
PC 360	16 – 19	19 – 21
PC 400	16 - 19	19 - 21

(Sumber: PT.United Tractor-1979)

II.6. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI BACKHOE

Produksi *backhoe* dihitung berdasarkan waktu siklus dan produksi per siklus. Produksi *backhoe* per siklus secara umum sangat dipengaruhi berbagai variabel, diantaranya :

II.6.1. Jenis Material (*Class of Material*)³⁴

Beberapa sifat fisik material yang penting yang dapat mempengaruhi produksi *backhoe* adalah sebagai berikut :

- a. Sifat kembang susut dari material (*swell and shrinkage*)
- b. Berat material.
- c. Bentuk material.
- d. Kohesivitas material.
- e. Kekerasan material.
- f. Daya dukung tanah.

Berikut adalah tabel yang digunakan untuk mencari produktivitas ideal berdasarkan kapasitas volume *bucket* dan jenis material.

³⁴ Peurifoy, R.L., "Construction Planning, Equipment and Methods", 1979.

II.6.2. Kedalaman galian (*Depth of cut*)³⁵

Kedalaman galian sangat menentukan terhadap produktivitas alat. Semakin dalam galian dilakukan, maka semakin kecil produktivitas alat, sebab gerakan menggali akan semakin memerlukan waktu yang lebih lama dan tingkat kesulitan gerakan akan semakin tinggi.

Kedalaman galian ini diukur dalam bentuk prosentase dengan membandingkan antara kedalaman galian nyata dengan kedalaman galian maksimum yang dapat dilakukan oleh peralatan. Semakin besar prosentase kedalaman galian ini, maka semakin kecil produksi peralatan.

II.6.3. Sudut putar horizontal (*Angle of Swing*)³⁶

Sudut putar horizontal adalah sudut yang dibentuk oleh *revolving unit* mulai dari posisi mengisi sampai kepada posisi menumpah. Besarnya sudut *swing* sangat mempengaruhi produksi alat. Besar sudut *swing* ini terdiri dari 45° sampai dengan 90° dan dari 90° sampai dengan 180°. Sudut putar maksimum adalah 180°.

Besar sudut putar horizontal ini sangat mempengaruhi pada waktu siklus. Semakin besar sudutnya maka waktu siklus akan menjadi semakin besar. Dan pada akhirnya juga akan berpengaruh kepada produksi alat.

Berikut adalah tabel yang digunakan untuk mencari faktor konversi dari variabel kedalaman galian dan sudut putar.

II.6.4. Kondisi kerja (*Job Condition*)³⁷

Kondisi kerja atau medan kerja memberikan gambaran tentang keadaan lokasi operasi alat. Kondisi kerja sangat berpengaruh terhadap waktu siklus, lahan yang sempit, kontur lahan, keadaan masyarakat sekitar. Merupakan variabel yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan waktu siklus yang akhirnya akan mempengaruhi produktivitas alat berat.

³⁵ *ibid*

³⁶ *ibid*

³⁷ *ibid*

Tabel 2.6. 1 Produktivitas ideal dalam Cuyd (dalam m^3)

Kelas Material	Ukuran bucket, Cuyd (dalam m^3)								
	$\frac{3}{8}$ (0.29)*	$\frac{1}{2}$ (0.29)*	$\frac{3}{4}$ (0.29)*	1 (0.29)*	$1\frac{1}{4}$ (0.29)*	$1\frac{1}{2}$ (0.29)*	$1\frac{3}{4}$ (0.29)*	2 (0.29)*	$2\frac{1}{2}$ (0.29)*
Lempung lembab atau berpasir	3.8 (1.1)* ['] 85 (65) [']	4.6 (1.4)* ['] 115 (88) [']	5.3 (1.6)* ['] 165 (126) [']	6.0 (1.8)* ['] 205 (157) [']	6.5 (2.0)* ['] 250 (190) [']	7.0 (2.1)* ['] 285 (218) [']	7.4 (2.2)* ['] 320 (244) [']	7.8 (2.4)* ['] 355 (272) [']	8.4 (2.6)* ['] 405 (309) [']
Pasir dan kerikil	3.8 (1.1) 80 (61)	4.6 (1.4)* ['] 110 (84) [']	5.3 (1.6)* ['] 165 (126) [']	6.0 (1.8)* ['] 205 (157) [']	6.5 (2.0)* ['] 230 (176) [']	7.0 (2.1)* ['] 270 (206) [']	7.4 (2.2)* ['] 300 (229) [']	7.8 (2.4)* ['] 330 (252) [']	8.4 (2.6)* ['] 390 (298) [']
Tanah biasa	4.5 (1.4)* ['] 70 (54) [']	5.7 (1.7)* ['] 95 (173) [']	6.8 (2.1)* ['] 135 (103) [']	7.8 (2.4)* ['] 175 (134) [']	8.5 (2.6)* ['] 210 (160) [']	9.2 (2.8)* ['] 240 (183) [']	9.7 (2.9)* ['] 270 (206) [']	10.2 (3.1)* ['] 300 (229) [']	11.2 (3.4)* ['] 350 (268) [']
Lempung keras	6.0 (1.8)* ['] 50 (38) [']	7.0 (2.1)* ['] 75 (57) [']	8.0 (2.4)* ['] 110 (84) [']	9.0 (2.7)* ['] 145 (111) [']	9.8 (3.0)* ['] 180 (137) [']	10.7 (3.3)* ['] 210 (156) [']	11.5 (3.5)* ['] 235 (180) [']	12.2 (3.7)* ['] 265 (202) [']	13.3 (4.0)* ['] 310 (236) [']
Lempung basah	6.0 (1.8)* ['] 50 (19) [']	7.0 (2.1)* ['] 40 (30) [']	8.0 (2.4)* ['] 70 (53) [']	9.0 (2.7)* ['] 95 (72) [']	9.8 (3.0)* ['] 120 (91) [']	10.7 (3.3)* ['] 145 (110) [']	11.5 (3.5)* ['] 165 (125) [']	12.2 (3.7)* ['] 185 (141) [']	13.3 (4.0)* ['] 230 (175) [']
Batu gradasi baik	40 (30) [']	60 (46) [']	95 (72) [']	125 (95) [']	155 (118) [']	180 (137) [']	205 (156) [']	230 (175) [']	275 (210) [']
Batu gradasi jelek	15 (11) [']	25 (19) [']	50 (38) [']	75 (57) [']	95 (73) [']	115 (88) [']	140 (107) [']	160 (122) [']	195 (149) [']

(Sumber: Peurifoy, R.L-1979)

* Nilai ini adalah ukuran dari bucket dalam m^3

*' Nilai ini adalah kedalaman galian dalam m

'' Nilai ini adalah produktivitas ideal dalam m^3

Tabel 2.6. 2 Faktor konversi untuk variabel kedalaman galian dan sudut putar

Prosentase kedalaman optimum	Sudut putar, derajat						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
40	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60	1.10	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.86	0.77	0.69
100	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.70
140	1.12	1.04	0.97	0.91	0.81	0.73	0.66
160	1.03	0.96	0.90	0.85	0.75	0.67	0.62

(Sumber: Peurifoy, R.L-1979)

II.6.5. Kondisi manajemen (*Management Condition*)³⁸

Kondisi ini lebih menekankan pada sistem manajemen yang mengatur perencanaan pengalokasian alat berat yang dipakai, dimana nantinya hasil dari kombinasi alat berat yang bekerja menjadi optimal dan menurunkan waktu tunggu (*delay time*), sehingga waktu kerja menjadi singkat dan akhirnya meningkatkan produktivitas alat berat.

Berikut adalah tabel yang digunakan untuk mencari faktor konversi dari variabel kondisi kerja dan kondisi manajemen.

Tabel 2.6. 3 Faktor konversi untuk variabel kondisi kerja dan kondisi manajemen

Kondisi kerja	Kondisi manajemen			
	Sempurna	Baik	Cukup	Kurang
Sempurna	0.84	0.81	0.76	0.70
Baik	0.78	0.75	0.71	0.65
Cukup	0.72	0.69	0.65	0.60
Kurang	0.63	0.61	0.57	0.52

(Sumber: Peurifoy, R.L-1979)

II.6.6. Dimensi tempat penumpahan (*Size of Hauling Units*)³⁹

Sesudah penggalian dilakukan, maka selanjutnya adalah proses penumpahan. Proses ini harus didukung dengan tempat penumpahan yang

³⁸ *ibid*

³⁹ *ibid*

sesuai dengan volume pekerjaan, baik dengan menggunakan bak *dumtruck* maupun dengan menyediakan tempat penumpahan khusus dekat dengan lokasi penggalian. Dimensi tempat penumpahan berkaitan dengan waktu siklus yang akan tercipta, semakin sempit maka waktu siklus yang dihasilkan akan semakin besar. Begitu pula sebaliknya.

II.6.7. Keterampilan Operator (*Skill of the Operators*)⁴⁰

Keterampilan ini dapat ditunjukkan dengan kemampuan pekerja dalam mengoperasikan alat berat. Variabel ini berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas alat berat.

Aspek-aspek yang termasuk pada keterampilan operator adalah sebagai berikut :

- Pendidikan formal terakhir yang dilalui operator.
- Pengalaman kerja operator menjalankan alat gali *backhoe*.
- Tingkat latihan dari operator yang menunjukkan bahwa operator tersebut telah dilatih (*trained*) sampai dengan keterampilan tertentu.
- Sikap (*attitude*) dari operator.

Tabel 2.6. 4 Faktor bucket (untuk backhoe)

Kondisi penggalian		Faktor <i>bucket</i>
Mudah	Menggali lapisan lempung dari kondisi asli.	1.1 - 1.2
Rata-rata	Menggali tanah asli seperti tanah berpasir atau tanah kering.	1.0 – 1.1
Cukup sulit	Menggali tanah berpasir berkerikil dari kondisi asli.	0.8 – 0.9
Sulit	Memuat batuan hasil peledakan	0.7 – 0.8

(Sumber: *Peurifoy, R.L-1979*)

⁴⁰ *ibid*

Tabel 2.6. 5 Efisiensi kerja (untuk backhoe)

Kondisi kerja	Efisiensi kerja
Baik	0.83
Rata-rata	0.75
Cukup	0.67
Kurang	0.58

(Sumber: Peurifoy, R.L-1979)

Tabel 2.6. 6 Faktor konversi untuk waktu siklus (untuk backhoe)

Kondisi penggalian	Kondisi penumpahan material			
	Mudah (menumpah ke tempat penumpahan)	Normal (lokasi penumpahan luas)	Cukup sulit (lokasi penumpahan sempit)	Sulit (lokasi sempit dan jauh, butuh jangkauan)
dibawah 40%	0.7	0.9	1.1	1.4
40 -75%	0.8	1.0	1.3	1.5
lebih dari 75%	0.9	1.1	1.5	1.8

(Sumber: Peurifoy, R.L-1979)

II.6.8. Kondisi alat (*Physical Condition*)⁴¹

Perbedaan antara peralatan yang baru dan usang adalah tingkat produktivitas, biaya *maintenance*, dan biaya investasi.

Berikut adalah tabel-tabel standar dari variabel kondisi alat, diantaranya :

II.7. CONTOH PERSOALAN DALAM MENGHITUNG PRODUKTIVITAS *BACKHOE*.

Sebuah proyek memerlukan 750.000 m³ Ukuran Kondisi Asli (UKA) tanah biasa. Untuk penggalian digunakan *backhoe* dengan ukuran *bucket* 0.95 m³, kedalaman galian rata-rata 3 m, sudut putar 135°, kondisi kerja cukup, kondisi manajemen cukup, efisiensi kerja 45²/jam, biaya sewa alat Rp. 150.000.-/jam.

Berapakah biaya penggalian dan waktu pelaksanaannya jika akan digunakan 10 alat sekaligus?.

PENYELESAIAN :

- Masukan data jenis tanah dan kapasitas *bucket*, kedalam tabel 2.6.1 maka data yang didapatkan adalah sebagai berikut :

$$Q_{id} = 160 \text{ m}^3$$

⁴¹ *ibid*

- b. Cari prosentase optimum galian, kemudian data yang didapatkan dengan data sudut putar dimasukkan ke tabel 2.6.2. Maka akan didapatkan data Fk_1 .

$$\% q = \{(\text{galian rata-rata}) / (\text{galian optimum})\} \times 100\% = 115\%$$

$$\text{Sudut putar} = 135^\circ$$

$$Fk_1 = 0.82$$

- c. Masukkan data kondisi kerja dan kondisi manajemen ke dalam tabel 2.6.3, maka akan didapatkan data Fk_2 .

$$Fk_2 = 0.65$$

- d. Hitung efisiensi kerja.

$$E = 45/60 = 0.75$$

- e. Hitung nilai produktivitas *backhoe*.

$$Q = 160 \times 0,82 \times 0,65 \times 0,75 = 63,96 \text{ m}^3 \text{UKA} / \text{jam}$$

- f. Hitung harga satuan pekerjaan

$$HSP = \frac{\text{Rp.}150.000,-}{63,96} = \text{Rp.}2345,20 / \text{m}^3 \text{UKA}$$

- g. Hitung biaya yang dibutuhkan.

$$\begin{aligned} \text{Biaya yang harus dikeluarkan} &= 750.000 \text{ m}^3 \times \text{Rp.} 2345,20 / \text{m}^3 \text{UKA} \\ &= \text{Rp. } 1.758.911.820,- \end{aligned}$$

- h. Hitung jumlah hari yang dibutuhkan.

$$\text{Durasi yang dibutuhkan} = (750.000 \text{ m}^3) / \{(63,96 \times 7 \times 10)\} = \mathbf{168 \text{ hari}}$$

II.8. PENGENALAN *LINEAR PROGRAMMING* PADA SPSS.

Linear Programming selanjutnya disebut LP merupakan istilah yang dipakai untuk sebuah persamaan linear. Sebagaimana halnya persamaan linear, secara matematis tentu akan dapat disebut persamaan linear jika persamaan

tersebut memiliki variabel terikat yang dipengaruhi oleh satu atau lebih variabel bebas. Persamaan dasar dari LP dapat dilihat pada BAB III, rumus III.5.1.. LP dan SPSS memiliki hubungan matematis pada analisa regresi, sedang SPSS sendiri merupakan paket *software* statistika untuk analisa data⁴². Paket program ini dapat digunakan untuk setiap penelitian yang bersifat statistik. Untuk skripsi ini materi yang dapat dianalisa dengan SPSS adalah variabel bebas dan terikat kemudian segmentasi kelompok kerja, SPSS mampu melakukan analisa keandalan (*Reliability Test*) dari setiap variabel bebas yang telah dikoleksi sampai ke analisa segmentasi (*Cluster Analysis*). Hasil analisa akan memberikan jawaban terhadap rumusan masalah yang telah ditetapkan pada BAB I. LP ataupun SPSS akan dipaparkan lebih lanjut pada BAB III.

II.9. PENGENALAN SIMULASI.

Simulasi merupakan proses pembentukan matematis atau model logis dari sistem atau masalah keputusan, dimana eksperimen dengan model bertujuan untuk menghasilkan pemahaman terhadap kebiasaan dari sistem untuk menjawab masalah keputusan. Simulasi menyediakan pemahaman yang berarti dari suatu sistem dengan perubahan nilai dan parameter secara signifikan dan konsekuensi pengamatan terhadap perubahan output dari model. Fokus utama dari simulasi adalah eksperimen dengan model kemudian menganalisa hasilnya.

Dalam perencanaan dan manajemen konstruksi, simulasi dapat memberikan keuntungan dari berbagai situasi. Situasi dimana simulasi digunakan sebagai suatu kelebihan adalah : perkiraan durasi waktu tiap-tiap aktivitas dan proyek secara keseluruhan setelah memperhitungkan efek acak (seperti cuaca); performa dari peralatan; perkiraan jumlah dan biaya material.

Simulasi merupakan suatu pendekatan yang bertujuan mempelajari cara kerja dari sistem secara akurat. Simulasi berhadapan dengan persiapan pemodelan dari sistem nyata, dan dengan manipulasi dapat menghasilkan pemahaman yang mendalam dari kompleksitas sistem nyata. Akurasi hasil yang didapat dari simulasi bergantung pada keakurasian statistik yang dilakukan. Suatu simulasi

⁴² S. Uyanto, Stanislaus, Ph.D., "Pedoman Analisis Data dengan SPSS", Graha Ilmu, Jakarta, 2006, hal.1.

sangat dipengaruhi oleh ketepatan data dan hasil analisisnya juga dipengaruhi oleh kebenaran dari data⁴³. Inti dari simulasi adalah prosedur yang iteratif. Masing-masing iterasi dibuat dengan perubahan input dan output yang dibandingkan dengan suatu nilai spesifik atau dengan hasil dari nilai yang sebelumnya.

Model adalah abstraksi atau representasi dari suatu sistem nyata, ide, atau benda.⁴⁴ Suatu model menyajikan proses dengan kombinasi data, formula dan fungsi. Model dapat digunakan untuk mempelajari sistem nyata, untuk memprediksikan hasil dari suatu sistem baru ataupun untuk mengontrol dan meningkatkan sistem yang lama. Model diklasifikasikan menjadi tiga⁴⁵ :

1. Model Gambar (fisik)

Model lambang atau gambar menyajikan kandungan yang relevan dari sistem nyata terhadap kandungan dari model, biasanya hanya dengan perubahan skala.

2. Model Analog dan Skematik (grafik)

Model ini memiliki abstraksi yang lebih besar dari model lambang. Pada model ini kandungan dari sistem nyata direpresentasikan dengan beberapa kandungan dari model. Contoh dari model analog adalah elektrik dari sistem hidraulik, dan contoh dari sistem skematik adalah network diagram dari proyek konstruksi.

3. Model Simbolik

Model simbolik diambil dari persamaan dan non persamaan matematika, menggunakan simbol-simbol huruf, angka dan simbol-simbol untuk merepresentasikan variabel. Model simbolik dibagi lagi menjadi tiga :

- *Naive*, model simbolik yang paling sederhana, yang mengasumsikan bahwa respon dari masa yang akan datang dari suatu sistem akan mengikuti kecenderungan yang sama dengan masa lalu.

⁴³ Manesh Varma, op.cit., hal. 284

⁴⁴ James R. Evans, David L. Olson, op.cit., hal. 3.

⁴⁵ Manesh Varma, op.cit., hal. 283

- *Correlative*, Suatu hubungan dari beberapa variabel dengan berdasar pada observasi masa lalu, biasanya melalui prosedur statistik.
- *Causal*, mereperentasikan efek dari beberapa variabel yang disebabkan perubahan oleh beberapa variabel lainnya.

James dan David (1998) membedakan tipe simulasi menjadi dua : model simulasi Monte Carlo dan model sistem simulasi. Model simulasi Monte Carlo pada dasarnya adalah suatu percobaan sampel yang bertujuan untuk memperkirakan distribusi dari keluaran variabel yang bergantung pada beberapa probabilitas variabel yang dimasukkan.⁴⁶ Sedangkan model sistem simulasi secara eksplisit adalah urutan dari kejadian yang waktunya selalu berulang⁴⁷. Yang termasuk dalam model simulasi adalah proses manufaktur material, antrian dan inventori. Model harus mewakili semua komponen variabel bebas dan variabel terikat, serta bagaimana pengaruhnya terhadap resiko proyek. Dalam hal ini perlu dibuat beberapa model selama analisa dilakukan, dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana berbagai sumber dari ketidakpastian dapat mempengaruhi keseluruhan atau sebagian dari biaya atau jadwal yang diperkirakan.⁴⁸

II.10. TEKNIK OPTIMASI (*OPTQUEST*)⁴⁹.

Optimasi merupakan teknik untuk mendapatkan proporsi variabel-variabel bebas dengan batasan variabel terikat yang harus di maksimalkan ataupun di minimalkan sesuai dengan tujuan awal dari optimasi terhadap suatu kasus. Istilah optimasi dapat juga diaplikasikan dalam suatu model LP; misal $y \leq a + bx_1 + cx_2 + \dots + nx_n$ untuk model minimasi variabel y , dan secara sederhana dengan merubah operasi matematis menjadi $y \geq a + bx_1 + cx_2 + \dots + nx_n$ maka fungsi ini dapat digunakan untuk maksimasi variabel y . Teknik optimasi untuk penelitian ini dilakukan dengan bantuan program ”*Optquest*”. Program *optquest* menganalisa variabel bebas dengan acuan bahwa setiap variabel memiliki sepuluh nilai yang mungkin, jika terdapat dua variabel yang berpengaruh maka kombinasi

⁴⁶ James R. Evans, David L. Olson, op.cit., hal. 6.

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ Christopher P. Caddel, Sherri R. Crepisenk, Gerald P. Klanac, loc. cit.

⁴⁹ *Optquest User Manual*, Decision engineering, Inc. Copyright (c) 2005.

yang mungkin adalah dari seratus ($100 = 10^2$) simulasi yang disyaratkan. Dengan kecepatannya dalam mencari variasi yang paling optimal dan kemudahannya untuk digunakan, maka metode ini dipilih untuk menyelesaikan penelitian ini. Tahapan daripada analisa nilai optimal dengan menggunakan optquest, diuraikan pada sub-bab IV.12.

II.11. KESIMPULAN

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, maka teori-teori dan jurnal-jurnal berikut contoh permasalahan dan penyelesaiannya yang telah dikaji dalam BAB II ini, yaitu mengenai perencanaan penggunaan alat berat (*excavator*). Maka dapat disimpulkan bahwa proses perencanaan penggunaan alat berat khususnya *excavator*, memerlukan pengetahuan yang baik mengenai mesin yang bersangkutan sampai siklus kerjanya juga faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat tersebut. Yang akhirnya dapat diputuskan apa jenis alat berat yang dibutuhkan, jumlahnya berapa, dan kapan waktu kerja untuk alat berat (*excavator*).

Adapun faktor-faktor yang telah di uraikan diatas merupakan faktor-faktor yang unik. Pada setiap kasus yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda, akan memiliki variabel atau faktor-faktor "mostlikely" yang berbeda juga. Khususnya yang berpengaruh terhadap produktifitas alat berat. Ataupun produktifitas sumber daya lainnya yang terlibat di lapangan. Penelitian terhadap setiap *predictor* atau variabel bebas yang paling berpengaruh terhadap variabel terikat (dalam penelitian ini adalah produktifitas ekskavator) dapat dilakukan dengan bantuan SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Sedang untuk simulai dan optimasi masing dapat dilakukan dengan bantuan program *Cristal Ball* dan *Opquest*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. PENDAHULUAN

Penelitian merupakan salah satu pendekatan ilmiah yang memiliki proses sistematis untuk menyingkap solusi ataupun kesimpulan dari satu atau banyak rumusan masalah. Beberapa penelitian memerlukan sarana yang tepat dan waktu yang relatif lama, oleh sebab itu peneliti harus menetapkan beberapa metode yang efektif, efisien, dan cepat yang akan digunakan. Metode ilmiah merupakan metode penelitian yang dapat disusun dari kreatifitas peneliti dengan dasar studi kasus yang memiliki kemiripan inti masalah, digabung dengan standar-standar penelitian yang *valid* dan relevan.

Untuk menerapkan metode ilmiah dalam pelaksanaan penelitian maka diperlukan suatu desain penelitian, yang sesuai dengan kondisi dan seimbang dengan dalam-dangkalnya penelitian yang akan dikerjakan. Desain penelitian harus mengikuti metode penelitian.⁵⁰

Selanjutnya pada sub-bab 3.2 akan dipaparkan mengenai kerangka pemikiran untuk penelitian secara keseluruhan.

III.2. KERANGKA PEMIKIRAN

Berdasarkan landasan teori yang telah dipaparkan sebelumnya dan dipadukan dengan hasil penelitian yang memiliki keterkaitan (relevan), maka kerangka berpikir untuk menjawab rumusan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut :

- Dalam suatu proyek konstruksi, salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi rentang waktu penyelesaian pekerjaan adalah dengan melibatkan sejumlah alat berat.

⁵⁰ Nazir, Moh., “Metode Penelitian”, GHALIA INDONESIA, 1988, hal.99

- Pada proyek jalan ataupun proyek pekerjaan tanah, alat berat yang digunakan tentunya bisa apa saja dengan jumlah yang juga dapat direncanakan, tergantung kebutuhan dan rencana proyek.
- Alat berat yang memiliki tingkat kemampuan kerja yang lebih variatif adalah ekskavator. Dan tentunya setiap sumberdaya akan berhadapan dengan sejumlah batasan, ketika dia dilepas bekerja di lapangan.
- Sedangkan proses perencanaan penggunaan sumber daya alat berat yang harus dilakukan sebelum proyek berjalan, telah menjadi tabir yang menjadi rahasia setiap perusahaan. Untuk evaluasi dan efisiensi, analisa terhadap setiap variabel bebas yang paling berpengaruh terhadap tingkat produktifitas ekskavator harus dilakukan.

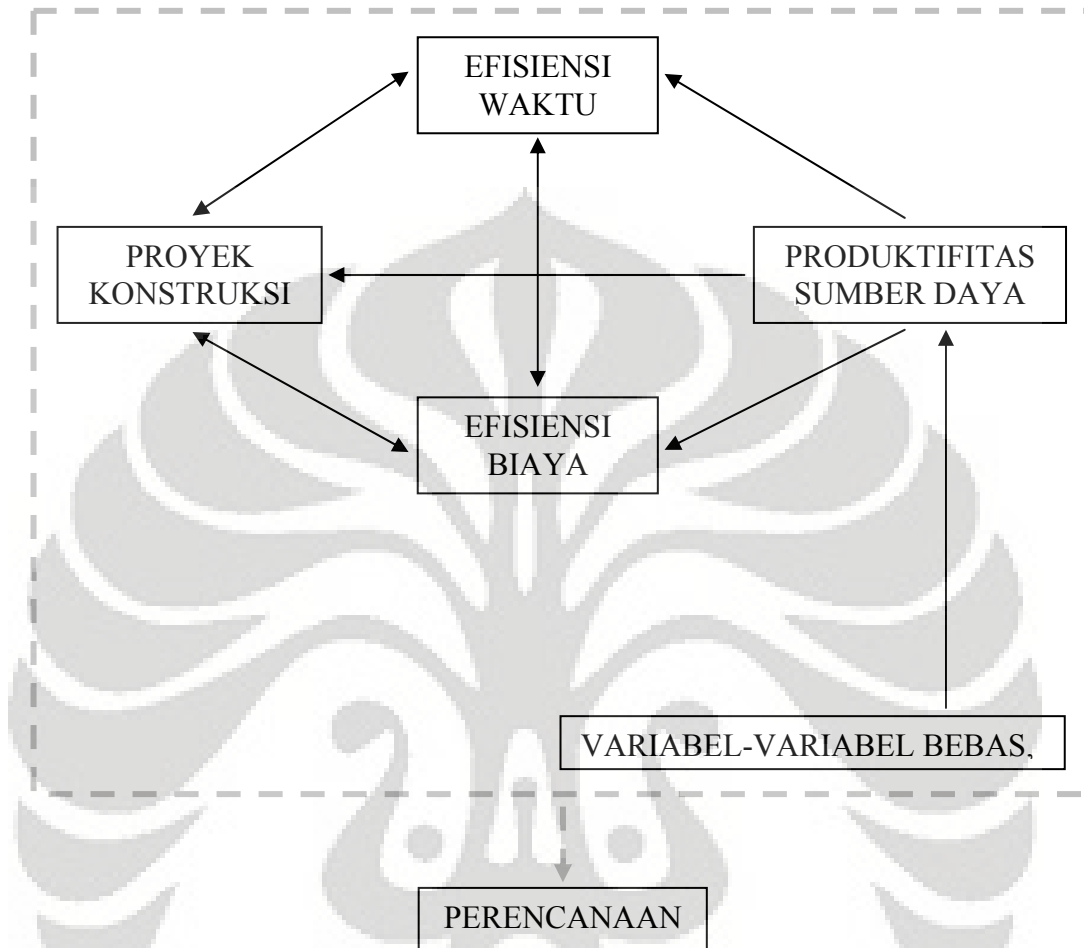
Flow-chart dari kerangka pemikiran dari skripsi ini dapat dilihat pada gambar 3.2.1;

III.3. HIPOTESA PENELITIAN

Hipotesa yang mungkin untuk rumusan masalah dengan landasan teori yang telah dipaparkan diatas, adalah sebagai berikut :

1. Hubungan linear yang terjadi dapat merupakan satu fungsi multivariabel, karena tidak mungkin produktifitas ekskavator dilapangan hanya dipengaruhi oleh satu variabel bebas. Maka faktor-faktor yang mempengaruhi adalah lebih dari satu, hal ini dapat diselesaikan dengan pendekatan analisa regresi linier berganda (*Multilinier Regretion Analysis*) dimana pengambilan keputusan dalam proses perencanaan sumber daya alat berat (*excavator*) berdasar pada fungsi yang paling optimal dengan variabel terikat produktifitas (yang menjadi dasar konversi terhadap waktu siklus dan jumlah biaya sewa).
2. Dasar penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*) di lapangan untuk setiap perusahaan akan berbeda-beda, tidak ada satupun perusahaan yang memiliki landasan baku dalam merencanakan penggunaan alat berat khususnya ekskavator. Satu kelompok kerja terdiri atas latar belakang posisi kerja yang

bervariasi, hal ini dapat dijadikan dasar untuk memberikan ilustrasi dalam proses pengambilan keputusan untuk penggunaan ekskavator.



Gambar 3.2.1. Flow-chart kerangka pemikiran

(Sumber: Hasil pemikiran)

III.4. PEMILIHAN METODE PENELITIAN

Pemilihan metode penelitian harus didasarkan pada identifikasi masalah yang telah dijelaskan pada BAB I, beberapa jenis pertanyaan yang akan digunakan adalah :

1. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pengambilan keputusan dalam penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*), baik dari sudut waktu dan biaya yang dipresentasikan oleh tingkat produktifitas sumber daya..

2. Bagaimana proses pengambilan keputusan untuk perencanaan penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*) di lapangan, menurut segmentasi kelompok kerja.

Menurut strategi penelitian yang disarankan oleh Yin (1994), maka pertanyaan pertama di atas dapat dijawab dengan pendekatan survey studi kasus. Dan untuk menjawab pertanyaan kedua dilakukan pendekatan dengan pengelompokan responden yang terlibat pada studi kasus yang ditinjau.

Kemudian metode penelitian dapat dipilih berdasarkan jenis data yang diinginkan dan mudah untuk dikumpulkan, apabila tidak maka dapat dilakukan simulasi. Berdasarkan data yang bersifat kuantitatif dari alat berat ekskavator ada beberapa variabel yang harus diperhatikan, diantaranya; jenis pekerjaan yang diberikan, tingkat produktifitas yang dihasilkan mesin, dan biaya operasional mesin⁵¹. Sedang jika dari sudut manajemen khususnya dalam hal pengambilan keputusan yang didasarkan atas studi kasus, maka data primer yang mungkin untuk dikumpulkan berupa variabel *desicion maker*, jenis keputusan, dan hubungan antara *owner* dengan keputusan yang diambil.

Untuk mengakomodir beberapa variabel bebas (*predictor*) yang bersifat kualitatif, yang mungkin menjadi “*mostlikely*” pada kasus yang diambil. Maka analisa dapat dilakukan dengan metode regresi berganda (*Multiple Linear Regresion Analysis*) dengan variabel kualitatif “*n*” kategori. Metode ini dapat diaplikasikan dengan SPSS⁵².

III.5. PROSES PENELITIAN

Acuan pelaksanaan penelitian yang dipilih sudah lazim dalam dunia penelitian, yaitu dengan menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif dimana pengumpulan data sekunder dan interview langsung ke kontraktor ataupun pakar menjadi hal yang penting untuk dilakukan, metode penelitian ini sendiri

⁵¹ David J Edwards., Hamid Malekzadeh., Silas B Yisa., “A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator”., *Structural Survey*; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113

⁵² Simamora, Bilson., “Analisis Multivariat Pemasaran”., PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-71.

merupakan rangkaian dari berbagai aktifitas yang pada akhirnya akan merumuskan suatu kesimpulan. Penelitian ini memerlukan studi kasus pada proyek-proyek yang menggunakan dominasi alat berat dibandingkan manusia untuk pekerjaan-pekerjaan yang dituntut waktu yang cepat dan produktifitas yang tinggi tanpa mengurangi kualitas dari hasil pekerjaan. Kemudian dari studi kasus tersebut akan didapatkan data-data yang berupa variabel-variabel lapangan yang secara nyata akan mempengaruhi kesimpulan dari penelitian.

Untuk masalah hasil kerja dari alat berat ekskavator, telah banyak metode-metode yang dipilih para peneliti pada penelitian serupa sebelumnya. Akan tetapi metode tersebut tidak mampu untuk mengakomodir masalah sebenarnya di lapangan⁵³. Atas dasar literatur tersebut, maka peneliti harus seksama dalam memilih suatu metodologi penelitian, hal yang penting untuk diketahui adalah metodologi tersebut dapat membantu mengetahui semua variabel-variabel, bagaimana mekanismenya dan berapa jumlah dari pengaruh yang kuat tersebut⁵⁴.

Secara sederhana proses dari penelitian ini dibagi menjadi dua (2) tahap. Tahap pertama (1) adalah menyusun hubungan antar variabel yang ada untuk analisa data (analisa korelasi) dimana target analisa (variabel terikat) adalah data optimal (data optimal produktifitas) dari ekskavator di lapangan. Analisa tahap pertama ini memerlukan data variabel yang biasa muncul di lapangan dan cukup mempengaruhi hasil kerja dari ekskavator dan kebutuhan biaya (ditinjau dari harga sewa rata-rata dan jumlah konsumsi solar) yang terkait dengan mesin tersebut atas sejumlah pekerjaan yang dilaksanakannya. Kesimpulan dan data-data yang diharapkan dari analisa tahap pertama ini adalah variabel-variabel bebas (*predictor*) yang tereduksi karena pengaruhnya yang tinggi atas sejumlah variasi pekerjaan terhadap tingkat produktifitas ekskavator. Kemudian dapat disimpulkan prediksi jawaban atas rumusan masalah nomor satu (1) pada BAB I.

Sedangkan analisa tahap dua (2) adalah simulasi pengambilan keputusan dimana kesimpulan yang ditargetkan adalah prediksi jawaban atas rumusan masalah nomor dua (2). Analisa ini mengacu pada segmentasi kelompok kerja di lapangan untuk mengambil keputusan atas sejumlah variasi variabel yang saling

⁵³ David J Edwards., Hamid Malekzadeh., Silas B Yisa., "A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator"., *Structural Survey*; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113

⁵⁴ Fellows, R., & Liu, Anita., "Research Methods For Construction, Blackwell Science, 1997, p.6

mempengaruhi dan berpengaruh pada variabel terikat (produktifitas ekskavator). Variabel-variabel yang digunakan diambil dari hasil wawancara dengan pakar, dan di validasi oleh pakar. Variabel-variabel bebas tersebut kemudian di analisa keandalannya (*Reliability Test*). Karena suatu pengukuran mungkin dapat disimpulkan andal tetapi tidak layak (*valid*), tetapi suatu pengukuran tidak bisa disimpulkan layak apabila tidak andal. Ini berarti keandalan merupakan syarat perlu tetapi tidak cukup (*necessary but not sufficient condition*) untuk validitas⁵⁵, tes ini akan dipaparkan lebih lanjut pada sub-subbab III.6.3.. Gambar 3.5.1. mempresentasikan *flow-chart* pelaksanaan penelitian secara umum.

III.6. DATA LAPANGAN (VARIABEL BEBAS) YANG DITELITI

Data-data yang diambil dari lapangan adalah data yang berpengaruh terhadap tingkat produktifitas alat berat ekskavator. Dan data-data ini akan disaring untuk mendapatkan data-data “*mostlikely*” untuk analisa produktifitas alat berat ekskavator. Penyaringan data dilakukan dengan koleksi data responden kemudian dianalisa oleh program. Adapun data-data yang dikoleksi adalah sebagai berikut :

- a. kondisi penggalian eksisting (X_1)⁵⁶
- b. sifat tanah eksisting (X_2)⁵⁷
- c. kemampuan operator (X_3)⁵⁸
- d. kedalaman galian pelaksanaan (X_4)⁵⁹
- e. sudut putar maksimum pelaksanaan (X_5)⁶⁰
- f. medan kerja (X_6)⁶¹
- g. kondisi sistem manajemen kontraktor (X_7)⁶²
- h. lokasi penumpahan tanah (lokasi *dumptruck*) (X_8)
- i. konsumsi solar per-hari kerja (X_9)⁶³

⁵⁵ Simamora, Bilson., “Analisis Multivariat Pemasaran”., PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-239

⁵⁶ Peurifoy, R.L.,”Construction Planning, Equipment and Methods”, 1979.

⁵⁷ *ibid*

⁵⁸ *ibid*

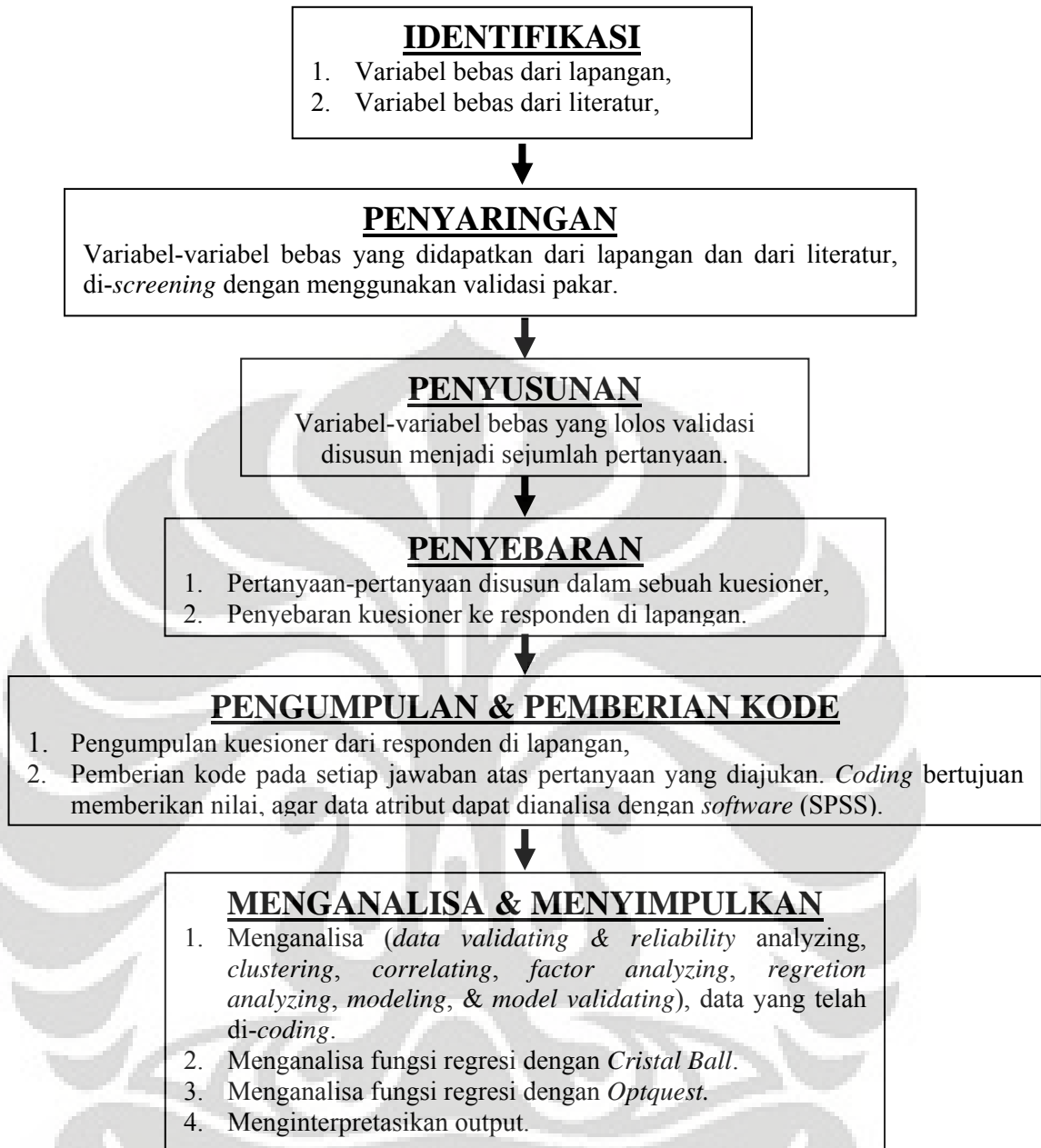
⁵⁹ *ibid*

⁶⁰ *ibid*

⁶¹ *ibid*

⁶² *ibid*

⁶³ *ibid*



Gambar 3.5. 1 *Flow-chart* pelaksanaan penelitian
(Sumber: Hasil perencanaan)

III.7. DESKRIPSI VARIABEL YANG DITELITI

A. *Kondisi penggalian* (X_1)

Merupakan variabel yang mendeskripsikan tingkat kesulitan pada lokasi penggalian di lapangan, variabel ini akan berpengaruh terhadap tingkat produktifitas alat berat yang bekerja pada kondisi tersebut

B. Sifat tanah (X_2)

Variabel ini berhubungan dengan jenis tanah eksisting dilapangan, dimana akan memberikan tingkat kesulitan pengerjaan yang berbeda-beda pada ekskavator, juga akan mempengaruhi tingkat produktifitas ekskavator.

C. Kemampuan operator (X_3)

Kemampuan operator akan sangat berpengaruh pada produktifitas ekskavator, operator yang kurang mahir mengoperasikan ekskavator akan memakan waktu yang lebih lama dalam menyelesaikan pekerjaan dengan variabel medan kerja dan sifat tanah yang dihadapi daripada operator yang sudah mahir.

D. Kedalaman galian ekskavator (X_4)

Variabel yang mendeskripsikan kemampuan penggalian maksimum ekskavator di lapangan dengan medan kerja dan sifat tanah yang dihadapi.

E. Sudut putar (X_5)

Kemampuan berputar maksimum dari ekskavator di lokasi penggalian tanpa harus berpindah tempat untuk melakukan penumpahan, kemampuan ini adalah variabel yang juga akan berpengaruh pada produktifitas ekskavator.

F. Medan kerja (X_6)

Medan kerja eksisting yang berbeda-beda yang akan dihadapi juga akan memberikan tingkat kesulitan yang berbeda-beda pada operator, variabel ini akan di tangani oleh variabel kemampuan operator.

G. Sistem manajemen kontraktor (X_7)

Sistem manajemen yang baik akan memberikan keleluasaan untuk setiap operator dalam melakukan setiap pekerjaan, kedua belah pihak akan memberikan nilai produktifitas dari ekskavator yang maksimum jika saling memenuhi kebutuhan dan tanggung jawab masing-masing.

H. Lokasi penumpahan tanah (X_8)

Perbedaan lokasi penumpahan tanah (atau lokasi *dumpruck*) dan lokasi ekskavator bekerja akan mempengaruhi tingkat produktifitas dari ekskavator.

I. Konsumsi solar(X_9)

Jumlah solar dalam satuan tangki merupakan variabel yang menjadi dasar dalam perhitungan biaya produktifitas dari ekskavator.

III.8. METODE ANALISA UNTUK MENJAWAB RUMUSAN MASALAH

Metode analisa untuk menjawab rumusan masalah pertama.

Metode yang digunakan adalah olah data dengan SPSS. Tujuan dari metode ini adalah untuk melihat variabel bebas yang mana saja, yang memiliki pengaruh cukup kuat terhadap variasi tingkat produktifitas ekskavator dilapangan. Variabel-variabel bebas yang dianalisa, yaitu variabel-variabel yang telah diuraikan pada sub-bab III.7. Hasil pertama dari analisa ini adalah variabel-variabel bebas yang berpengaruh, kemudian dari analisa SPSS lainnya (analisa regresi) akan didapatkan fungsi atau hubungan matematis antara variabel bebas dan terikat yang akan dijadikan fungsi acuan untuk analisa selanjutnya (Simulasi dan Optimasi).

Metode analisa untuk menjawab rumusan masalah kedua.

Metode yang digunakan adalah olah data dengan *Cristal Ball* dan *Optquest*. Kedua metode ini hanyalah satu bagian dari proses pengambilan keputusan untuk penggunaan ekskavator. Masalah kedua ini harus dijawab dengan suatu diagram alur (proses) atau *flow-chart*. Oleh karena itu dengan mengacu pada gambar 2.2.2 dalam kasus pengambilan keputusan untuk penggunaan ekskavator, maka rumusan masalah kedua dapat dijawab.

III.9. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Teknik pengumpulan data yang akan dilakukan adalah dengan cara :

- Data Sekunder.

Data berupa literatur teori yang diperoleh dari buku-buku, referensi, jurnal-jurnal dari *web-service* atau perpustakaan serta penelitian yang lalu.

- Wawancara pakar dan atau penanggung jawab lapangan (data primer)

Pengumpulan data dilakukan secara penilaian kolektif melalui interview kepada responden (pakar dan atau penanggung jawab lapangan) yang terkait dengan penelitian ini. Wawancara langsung terhadap pakar dan atau penanggung jawab lapangan dianggap penting karena inti masalah dari penelitian ini adalah pada keputusan yang biasa mereka ambil yang berkaitan dengan perencanaan penggunaan alat berat ekskavator, yang selanjutnya akan diolah dan diperoleh data primer yang disusun berdasarkan parameter-parameter analisis yang dibutuhkan. Hal ini juga harus relevan sesuai dengan tujuan penelitian. Setiap jawaban dari setiap pakar ditulis pada lembar kuesioner essay, format kuesioner dapat dilihat pada lampiran I.

- Data primer disusun dalam bentuk questioner berisi pertanyaan-pertanyaan yang bisa menghubungkan variabel-variabel “*mostlikely*” pada studi kasus yang ditinjau dengan tingkat produktifitas ekskavator. Langkah selanjutnya untuk melihat kondisi jawaban eksisting dengan penyebaran kuesioner pilihan ganda, format kuesioner dapat dilihat pada lampiran I. Selanjutnya kuesioner dikumpulkan, kemudian diberikan kode untuk setiap variabel, baik yang terikat ataupun bebas. Setelah selesai di analisa dilakukan dengan SPSS. Hasilnya adalah sebuah fungsi regresi, fungsi ini kemudian dianalisa dengan *Cristal Ball* dan *Opquest*. Dari program ini diharapkan mampu menjawab dua (2) rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya.

Dalam pelaksanaan wawancara secara langsung, diharapkan terdapat suatu diskusi yang dapat menambah wawasan guna melengkapi kebutuhan data penelitian. Daftar pertanyaan yang dibuat untuk mengumpulkan data secara kuantitatif dan kualitatif yang nantinya akan diperlukan dalam proses analisa. Data yang dikumpulkan adalah variabel-variabel yang memiliki hubungan (korelasi) satu sama lain dan juga dengan variabel terikatnya.

III.10. KRITERIA RESPONDEN

Berdasarkan pendekatan penelitian yang digunakan, dalam menyusun wawancara terstruktur maupun questioner ini, peneliti mempertimbangkan hal-hal berikut :

1. Responden adalah pegawai yang bekerja pada perusahaan konstruksi yang melaksanakan proyek. Dengan latar belakang responden dan perusahaan tentang pemahaman perencanaan penggunaan alat berat pada proyek cukup baik.
2. Data yang diperlukan adalah data variabel yang mempengaruhi pengambilan keputusan atas masalah perencanaan penggunaan alat berat ekskavator pada proyek konstruksi terkait di lapangan.
3. Latar belakang perusahaan dan proyek.
4. Variabel yang ditargetkan didasarkan pada variabel-variabel yang berpengaruh terhadap produktivitas alat berat yang sudah tertulis pada literatur.

Pada Sub-Bab selanjutnya akan diuraikan metode penelitian yang akan digunakan untuk mengolah data yang telah dikumpulkan berdasarkan rumusan masalah yang sudah dijelaskan pada BAB I. Metode ini mengacu pada proposal penelitian dengan masalah yang serupa yang disusun oleh David J. Edwards (2001), dkk.

III.11. LINEAR PROGRAMMING

Beberapa metode terdahulu yang telah disusun kemudian digunakan pada masanya untuk memperkirakan hasil kerja (tingkat produktivitas) dari *hydraulics excavator* dan biaya yang terkait padanya. Akan tetapi metode-metode tersebut dianggap telah gagal dalam menghasilkan solusi yang "lengkap" terhadap masalah produktivitas nyata di lapangan.

Oleh sebab itu mereka menyusun metode lain yang mampu memberikan solusi yang "lengkap" terhadap masalah tersebut. Metode ini didasarkan pada sistem operasi matematis, yang disebut "*Linear Programming*" (selanjutnya

disebut LP). Sistem tersebut kemudian disebut sebagai alat yang dapat digunakan untuk membantu melancarkan proses pengambilan keputusan di lapangan mengenai alat berat (ekskavator). Selanjutnya alat ini dapat digunakan untuk :

1. meningkatkan / mempercepat proses pemilihan di lapangan,
2. meningkatkan efisiensi jumlah biaya yang akan dikeluarkan di lapangan, dan
3. hasil poin satu (1) dan dua (2), akan menyimpulkan operasi yang paling efektif.

LP memiliki tiga syarat yang harus dipenuhi agar analisa data dapat dilakukan, diantaranya: tujuan yang ingin dicapai, variabel bebas, variabel pembatas.

Tujuan bisa bermaksud untuk mencapai nilai maksimum ataupun minimum, contohnya keuntungan yang maksimal atau minimalisasi biaya yang dikeluarkan. Variabel bebas merupakan poin yang sering muncul apabila analisa terhadap suatu masalah dilakukan, variabel ini sangat mempengaruhi hasil dari analisa. Variabel pembatas merupakan poin yang akan membatasi analisa agar tidak terlalu melebar dan tidak menghasilkan deviasi tujuan yang cukup besar, dengan diidentifikasinya variabel pembatas maka solusi untuk tujuan akan bervariasi.

III.11.1. Metodologi ”*Linear Programming*”

Dalam menyusun sistem pendukung suatu keputusan untuk optimisasi proses pemilihan mesin (ekskavator) menurut LP, ada beberapa syarat pokok yang harus dipenuhi, diantaranya :

1. pekerjaan yang diajukan untuk dikerjakan,
2. produktivitas mesin dan hasil kerjanya, dan
3. biaya operasional mesin (contoh; upah operator, konsumsi, biaya operasional kantor, dll) lihat gambar 3.5.1.2.

Flow-chart daripada proses metodologi LP, dapat dilihat pada gambar 2.2.2.. Variabel-variabel bebas yang teridentifikasi yang digunakan adalah yang paling sering muncul, terkait ekskavator.

Untuk menyusun satu rangkaian perhitungan dengan sistem ini, terlebih dahulu kita harus mengetahui siklus kerja ekskavator, seperti pada gambar 2.5.1.

Sebagaimana ”*Linear Programming*” (selanjutnya disebut LP) memiliki dua (2) jenis variabel dalam formulanya, diantaranya variabel bebas dan variabel terikat. Berikut adalah LP yang dituangkan kedalam formula deterministik regresi ganda (Bryman dan Cramen,1997).

Rumus siklus kerja mesin dalam detik 1

$$y = \beta_0 + \beta_{1x_1} + \dots + \beta_{nx_n} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

y = variabel terikat (siklus kerja mesin dalam detik)

β_n = koefisien parsial regresi (variabel bebas)

β_0 = konstanta (perpotongan dengan "y")

Masing-masing variabel bebas yang teridentifikasi harus dikalikan dengan variabel peramal bebas (x_n).

Formula ”*Multiple Regretion*” (selanjutnya disebut MR), merupakan formula yang sudah lazim digunakan dalam dunia konstruksi untuk: memperkirakan biaya perawatan rata-rata perjam pada satu proyek (Edwards, *et. al.* 2000a); memperkirakan biaya sewa ekskavator yang harus dikeluarkan, menentukan biaya siklus hidup proyek (Edwards, *et. al.* 2000b).

Menurut literatur ini, dapat ditentukan bahwa ada tiga (3) variabel bebas yang biasa muncul berkaitan dengan ekskavator, yaitu: sudut putar mesin, kedalaman galian, dan berat mesin (ESTIVATE, 2001). Data tersebut apabila dituangkan kedalam LP akan menjadi :

Rumus siklus kerja mesin dalam detik 2

$$y = -5,266 + 9,222 \times 10^{-2} (x_1) + 7,562 \times 10^{-2} (x_2) + 0,309(x_3) \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

y = siklus kerja mesin dalam detik

x_1 = sudut putar

x_2 = berat mesin

x_3 = kedalaman galian

Dari formula diatas terlihat bahwa konstanta masing-masing variabel telah ditetapkan. Kondisi formula merupakan model dari produktivitas alat berat yang hanya dapat digunakan apabila variabel bebas yang ternyata muncul adalah sudut putar, berat mesin, dan kedalaman galian.

Sedangkan penyusunan model untuk memperkirakan jumlah biaya yang akan dikeluarkan didasarkan atas hubungan yang sama antara pemilik kontraktor alat berat dengan pemilik perusahaan produsen alat berat, adalah sebagai berikut:

Rumus jumlah biaya alat 1

$$Q = 0,110568 + 0,863109(Z) \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

Q = merupakan fungsi dari biaya yang akan dikeluarkan

Z = merupakan berat dari alat berat

III.12. APLIKASI "Linear Programming" DALAM SPSS.

Kaidah-kaidah LP masih diterapkan pada saat menganalisa data ataupun menginterpretasikan hasil analisa dari SPSS dan teori yang mendasari analisa adalah ilmu statistika.

Mean, modus, median, batas bawah, batas bawah, nilai alfa, dsb merupakan nilai-nilai output dari SPSS yang didasari ilmu statistika akan menjadi penting untuk interpretasi hasil analisa versi SPSS. LP dapat dilihat pada saat pemodelan untuk suatu hubungan variabel bebas dan terikat pada suatu kasus, pemodelan dilakukan pada saat analisa regresi.

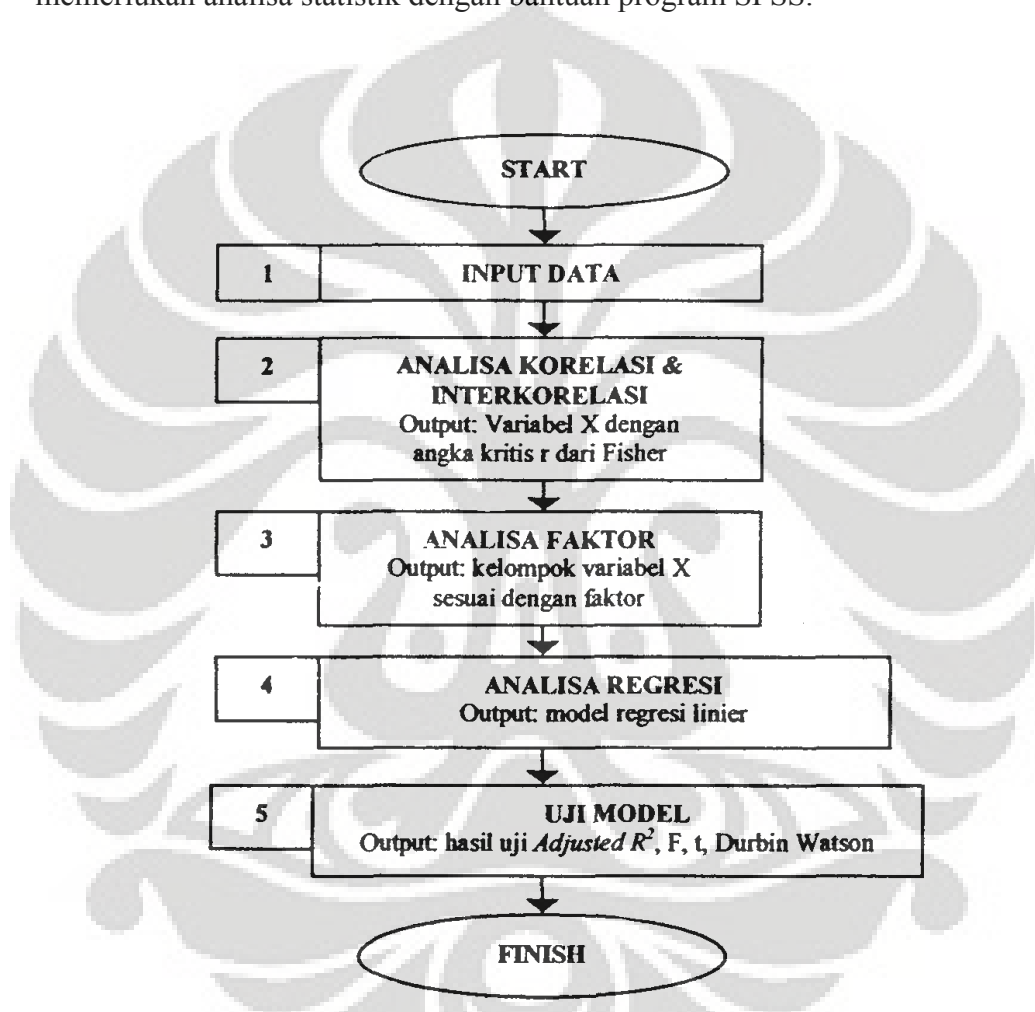
Keterangan atau fakta (variabel) yang tertuang dalam satu susunan pertanyaan (*questioner*) diubah menjadi bentuk numerik atau angka-angka, maksudnya adalah untuk menginterpretasikan atau mendefinisikan data atribut (variabel) menjadi angka yang dapat dihitung secara matematis, dikumpulkan secara sistematis dan teratur. Analisa data secara statistik dengan bantuan program SPSS bertujuan untuk mengetahui variabel bebas (tidak terikat) yang signifikan dan variabel bebas tidak signifikan. Berikut ini adalah *flow-chart* analisa statistik.

III.12.1. Pengenalan SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*)

SPSS merupakan paket software statistika untuk analisis data. Program SPSS dibuat pertama kali tahun 1968 oleh Norman H. Nie bekerja sama dengan dua mahasiswa pascasarjananya di Stanford University bernama C. Hadlai Hull dan Dale Bent. Program itu mereka sebut "*Statistical Package for the Social*

Science”, atau disingkat SPSS paket program ini kemudian berkembang menjadi produk multi nasional dengan tetap menggunakan nama SPSS dan perusahaannya mereka sebut SPSS Inc., yang bermarkas di Chicago, Illinois, USA.

SPSS dapat digunakan untuk menganalisa data dimana analisa didasarkan pada ilmu statistik. Hal ini berkaitan dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan pada BAB I, dimana baik rumusan masalah pertama dan kedua memerlukan analisa statistik dengan bantuan program SPSS.



Gambar 3.12. 1 *Flow-chart* Analisa Statistik (SPSS)
Sumber : (Megananda-2005)

Variabel-variabel yang dipertanyakan pada rumusan masalah pertama dapat dijawab dan sebelumnya dapat dianalisa keandalan dan kevalidannya oleh program SPSS. Begitu pula pertanyaan yang berkaitan dengan segmentasi kelompok kerja atas hubungan linier variabel bebas tertentu dengan produktifitas sumber daya, akan dapat diselesaikan dengan menginterpretasikan *output* SPSS.

Analisa seperti ini dapat dikategorikan sebagai analisa multivariat (*Multivariate analysis*), pengertian multivariat tidak kaku. Semua bentuk analisis yang menggunakan banyak variabel dan variat dikategorikan sebagai analisis multivariat⁶⁴.

Istilah variat dan variabel tidak sama. Variabel adalah karakteristik, sifat simbol, atau atribut yang diukur, yang kepadanya diberi nilai⁶⁵. Sedangkan variat (*variate*) adalah kombinasi linier variabel-variabel yang memiliki bobot yang penentuannya (bobot tersebut) dilakukan secara empiris. Pembobotan variabel pada setiap kasus beragam sehingga sekarang menyederhanakan variabel sebagai segala sesuatu yang memiliki beragam nilai⁶⁶. Variat dari sejumlah variabel yang telah diberi bobot (*weighed variables*) dapat dinyatakan sebagai⁶⁷ :

Rumus dasar nilai variat 1

$$\text{Nilai variat} = w_1X_1 + w_2X_2 + w_3X_3 + \dots + w_nX_n \dots\dots\dots(6)$$

Di mana X_n adalah variabel yang diobservasi dan w_n adalah bobot yang ditentukan melalui teknik multivariat. Hasil dari teknik ini adalah sebuah nilai yang paling baik merepresentasikan semua variabel, yang sesuai dengan tujuan analisis multivariat. Dalam regresi berganda, nilai variat adalah sebuah nilai yang berkorelasi paling tinggi dengan variabel yang diprediksi. Dalam skripsi ini rumusan masalah menetapkan tujuan penelitian, salah satunya adalah ingin mengetahui faktor-faktor (variabel-variabel bebas) yang paling mempengaruhi produktifitas ekskavator. Dengan regresi akan diperoleh tingkat produktifitas, disebut sebagai nilai variat. Teknik regresi akan menghasilkan nilai variat yang berkorelasi paling tinggi dengan produktifitas ekskavator sebenarnya.

Berdasarkan hubungan antarvariabel, analisis multivariat dapat dibedakan menjadi *dependence techniques* dan *interdependence techniques*. Dalam *dependence techniques* terdapat dua jenis variabel, yaitu *dependen* (terikat) dan *independen* (bebas). Dan yang termasuk pada golongan ini adalah analisis

⁶⁴ Hair, Jr., Joseph. F, et. Al., 1998.,”*Multivariate Data Analysis. Fifth Edition*”. Prentice-Hall Inc., New Jersey.

⁶⁵ Zikmund, William. G. 2000. ”*Bussiness Research Method*”. *Sixth edition*. The Dryden Press, Orlando, hal 75.

⁶⁶ Sekarang, Uma. 2000. ”*Research Method for Bussiness*”. John Willey and Sons, New York, hal. 427

⁶⁷ Simamora, Bilson., “Analisis Multivariat Pemasaran”., PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-3

berganda, korelasi kanokal, analisis diskriminan, MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*), dan model probabilitas linier.

Sedangkan yang termasuk pada golongan *interdependence techniques* adalah analisis kluster (*Cluster Analysis*), MDS (*Multidimension Scalling*), analisis faktor, dan analisis korespondensi. Dalam teknik ini, kedudukan setiap variabel sama, tidak ada variabel terikat dan bebas. Yang diperiksa adalah interrelasi antarvariabel. Dari interrelasi itulah diambil kesimpulan-kesimpulan sesuai teknik atau metode yang dipakai.

Dari paragraf diatas dapat disimpulkan bahwa kedua rumusan masalah dapat dianalisa dengan teknik atau metode "interdependence". Karena memerlukan analisa faktor untuk validasi data dan analisa kluster untuk mengetahui segmentasi kelompok kerja, kedua teknik dapat dilihat pada tabel 3.12.2.1. dan tabel 3.12.2.2.

III.12.2. Instrumen Pengukuran⁶⁸

Pengukuran adalah pemakaian satuan-satuan kuantitatif maupun kualitatif pada objek atau subjek penelitian, yang mendeskripsikan jumlah atau tingkat properti-properti yang dimiliki objek tersebut. Instrumen pengukuran yang terkait dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. *Data Nominal*;

Data nominal hanya melakukan kategorisasi variabel yang diukur. Satu kategori dengan kategori lain tidak dapat diurutkan berdasarkan tingkatan, misal antara laki-laki dan perempuan tidak dapat dikatakan bahwa laki-laki lebih tinggi dari perempuan atau sebaliknya. Sekalipun laki-laki diberi kode 1 dan perempuan dengan kode 0. Jadi angka-angka tersebut tidak boleh diperlakukan sebagai data kuantitatif yang bisa ditambahkan, dikalikan atau dicari rata-ratanya, angka-angka tersebut hanya label. Pengujian yang kuat untuk data ini adalah uji khai kuadrat (*Chi-square test*) Korelasinya dapat dihitung dengan menggunakan koefisien kontingensi C.

⁶⁸ *ibid.*, hal 11.

b. **Data Ordinal;**

Kategori data ordinal dapat diurutkan, misal dengan data ordinal tingkat kemampuan operator dapat dibagi menjadi tiga kategori: mahir, sedang, kurang mahir. Hasilnya adalah data ordinal, sebab kita bisa mengatakan bahwa 'mahir' lebih tinggi tingkat kemahirannya dibanding 'sedang', dan seterusnya. Dalam data ordinal berlaku postulat: bila $a > b$ dan $b > c$, dengan sendirinya $a > c$. Jarak pada data ini juga tidak ada. Oleh karena itu rata-rata dan standar deviasi tidak dapat dibenarkan.

c. **Data Interval;**

Data interval memiliki kekuatan data nominal dan ordinal, dengan satu tambahan: jarak antara satu kategori dan kategori yang lain jelas. Permisalan data ordinal bila diberikan label 3 sampai 1, dari mahir sampai kurang. Maka jarak antara 3 dan 2 sama dengan jarak antara 2 dan 1, dan seterusnya. Yang belum dapat dilakukan dengan data ini adalah perbandingan absolut.

d. **Data Rasio;**

Data rasio memiliki kekuatan ketiga data yang telah disebutkan diatas, ditambah satu kelebihan, yaitu dapat diperbandingkan secara absolut. Misal, jumlah konsumsi solar (dalam satuan tangki). Katakanlah konsumsi 'ekskavator tipe A' adalah 2 tangki per hari sedang 'ekskavator tipe B' 1 tangki per hari. Kita boleh mengatakan bahwa 'ekskavator tipe A' dua kali lebih boros daripada 'ekskavator tipe B'.

Kedua tabel selanjutnya dapat digunakan untuk memilih teknik analisa dengan klasifikasi jenis data yang telah dituangkan kedalam sebuah questioner. Sebelum analisa berlanjut yang mengacu pada gambar 3.6.1. *Flow-chart* Analisa Statistik (SPSS). Ada satu analisa yang merupakan syarat perlu, tapi tidak cukup (*necessary but not sufficient*). Sub-bab berikut akan memaparkan analisa ini.

Tabel 3.12.2.1. Jenis-jenis data untuk Teknik Interdependen

<i>INTERDEPENDENCE TECHNIQUES</i>	
Analisis Klaster	Interval, Rasio
Analisis Faktor	Interval, Rasio
Analisis Korespondensi	Kategoris (nominal dan ordinal). Data interval dan rasio dapat dipakai, tetapi dikategorisasi terlebih dahulu.
MDS	Ordinal, interval, dan rasio. Metode disesuaikan dengan jenis data yang dimiliki.

(Sumber: Bilson Simamora, Gramedia, 2005, hal-17)

Tabel 3.12.2.2. Jenis-jenis data untuk Teknik dependen

<i>DEPENDENCE TECHNIQUES</i>		
	Variabel Dependen	Variabel Independen
Regresi Berganda	Metrik (interval, ordinal)	Nominal, ordinal, interval, rasio
Analisis Diskriminan	Kategorikal (nominal dan ordinal, keduanya tergolong non-metrik)	Metrik (interval dan ordinal)
Analisis <i>Conjoint</i>	Ordinal (rangking), interval (untuk peringkat numerik)	Nominal dan ordinal

(Sumber: Bilson Simamora, Gramedia, 2005, hal-17)

III.12.3. Analisa Keandalan (*Reliability Test*)⁶⁹

Istilah “*necesseary but not sufficient*”, yang berarti perlu tapi tidak cukup. Merupakan istilah yang menjadi kata kunci dalam sebuah analisa keandalan suatu instrument penelitian (misal, kuesioner). Kuesioner yang disebarkan pada responden dapat dikatakan andal (*reliable*) bila memberikan skor yang konsisten pada setiap pengukuran. Perhatikan bahwa suatu pengukuran mungkin andal,

⁶⁹ *ibid.*, hal. 239-240.

tetapi tidak layak (*valid*). Akan tetapi suatu pengukuran tidak bisa dikatakan layak apabila tidak andal.

Analisa keandalan akan memberikan beberapa manfaat, diantaranya:

1. Mengetahui bagaimana butir-butir pertanyaan dalam kuesioner saling berhubungan.
2. Mendapatkan nilai "*Cronbach's Alpha*" yang merupakan indeks *internal consistency* dari skala pengukuran secara keseluruhan.
3. Mengidentifikasi butir-butir pertanyaan dalam kuesioner yang bermasalah yang harus direvisi atau bahkan harus dihapus.

SPSS menyediakan beberapa pilihan model keandalan, diantaranya:

- Koefisien *Cronbach's Alpha*; merupakan model *internal consistency score* berdasarkan korelasi purata antara butir-butir yang ekuivalen.
- Koefisien *Split-half*; merupakan model *internal consistency score* berdasarkan korelasi antara separuh butir-butir pertama dan separuh butir-butir kedua yang ekuivalen (butir-butir pertanyaan dibagi dua (*split*) bagian, masing-masing separuh).
- *Guttman*; merupakan model alternatif *Split-half*. Model ini menghitung batas bawah *Guttman* (*Guttman's lower bound*) untuk keandalan sebenarnya.
- *Parallel*; metode ini menggunakan metode maximum likelihood untuk menguji apakah semua butir memiliki varian, error varian yang sama diantara semua butir.
- *Strict-Parallel*; metode ini menggunakan metode maximum likelihood untuk menguji apakah semua butir memiliki varian, error varian, dan purata populasi (*population means*) yang sama diantara semua butir.

Beberapa karakteristik koefisien *Alpha Cronbach*:

- Nilai *Alpha cronbach* berkisar antara 0 sampai 1.
- Menurut Nunnally, 1978 dan Nunnally and Barnstein 1994; skala pengukuran yang andal sebaiknya memiliki nilai *Cronbach's Alpha* minimal 0,7. Koefisien ini dapat diinterpretasikan sebagai korelasi dari

skala yang diamati (*observed scale*) dengan semua kemungkinan pengukuran skala lain yang mengukur hal yang sama dan menggunakan jumlah butir pertanyaan yang sama.

- Ada kalanya nilai *Alpha cronbach* akan bertambah besar sejalan dengan bertambahnya butir-butir pertanyaan. Jadi dengan menambah butir pertanyaan, maka nilai *Cronbach's Alpha* dapat dinaikkan hingga mencapai nilai minimal 0,7; hal ini juga mencerminkan bahwa instrumen pengukuran dengan banyak butir pertanyaan akan lebih andal (*Reliable*).

Internal consistency dari skala pengukuran secara keseluruhan pada SPSS;

- SPSS menghitung *Cronbach's Alpha if Item Deleted* untuk setiap butir pertanyaan. Bila ada butir pertanyaan pada kolom *Cronbach's Alpha if Item Deleted* memberikan nilai koefisien yang lebih tinggi dari *Cronbach's Alpha* keseluruhan, maka butir tersebut sebaiknya direvisi atau dihilangkan.
- Jika ternyata nilai *Cronbach's Alpha* yang keluar negatif, maka hal ini menunjukkan pengkodean data yang tidak konsisten atau akibat pencampuran butir dengan dimensi pengukuran yang berbeda.
- SPSS juga menghitung *Corrected Item-Total Correlation* yang merupakan nilai korelasi *Pearson* antara setiap butir pertanyaan dengan purata sejumlah butir lain yang ada dalam skala pengukuran. Bila nilai ini rendah, berarti butir tersebut memiliki korelasi yang rendah terhadap keseluruhan skala dan mungkin harus menghilangkan butir tersebut. Ada kasus dimana suatu skala pengukuran memiliki nilai *Cronbach's Alpha* minimal 0,7 terkadang masih memiliki satu atau lebih butir yang memiliki *Corrected Item-Total Correlation* yang rendah. Bila keluar nilai *Corrected Item-Total Correlation* negatif untuk suatu butir pertanyaan, hal ini dikarenakan pengkodean dari butir tersebut berlawanan atau terbalik dengan arah pengkodean butir yang lain. Ini berarti butir tersebut harus dibalik arah pengkodeannya.

- SPSS juga menghitung *Squared Multiple Correlation* (R^2). Semakin besar nilai ini dari suatu butir pertanyaan, maka semakin besar pula kontribusi butir tersebut terhadap *internal consistency*. Begitu pula sebaliknya, meskipun nilai *Cronbach's Alpha*, maka apabila nilai R^2 semakin rendah kemungkinan direvisi atau dihilangkannya butir tersebut semakin besar.

III.12.4. Analisa Korelasi dan Interkorelasi

⁷⁰Korelasi merupakan ukuran hubungan (*relationship*) antara dua variabel (bebas dan terikat), terutama untuk variabel kuantitatif, sedang ukuran antara dua variabel kualitatif biasa disebut asosiasi. Analisa ini bertujuan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Analisa kolineritas dilakukan untuk mengetahui besarnya hubungan interkorelasi antara variabel bebas yang satu terhadap variabel bebas lainnya. Dalam SPSS tersedia beberapa macam ukuran korelasi dan/ atau asosiasi, antara lain :

- Untuk skala interval dan skala rasio dapat digunakan koefisien korelasi *Pearson Product Moment*.
- Untuk skala ordinal tersedia korelasi peringkat Spearman (*Spearman's rank correlation*), *Goodman-Kruskal's Gamma*, *Kendall's tau-b*, dan *Kendall's tau-c*, ataupun *Somer's d*.
- Untuk skala nominal tersedia koefisien Phi, *Cramer's V*, *Contingency coefficient*, dan *Lambda*.
- Untuk skala nominal dan interval tersedia koefisien Eta yang mengukur hubungan variabel berskala nominal dan variabel berskala interval

Analisa korelasi bertujuan untuk mengetahui dan menentukan ada tidaknya hubungan antara beberapa variabel yang telah terpilih atau ditetapkan untuk dilakukan penelitian sehingga dapat diukur karakteristik hubungan serta implikasi dari hubungan positif (+) atau negatif (-).

⁷⁰ S. Uyanto, Stanislaus, Ph.D., "Pedoman Analisis Data dengan SPSS", Graha Ilmu, Jakarta, 2006, hal 191

Metode yang digunakan untuk menghitung karakteristik besarnya korelasi adalah "metode bivariat", yaitu metode statistik yang dapat menggambarkan dan menentukan hubungan antara beberapa variabel.

Hubungan antara variabel menghasilkan nilai positif atau negatif dengan batasan nilai koefisien "r" (*Pearson Correlation Coefficient*) adalah 1 untuk hubungan positif dan -1 untuk hubungan negatif. Apabila koefisien korelasi mendekati nol, hubungan antara variabel tersebut dapat dinyatakan tidak ada hubungan secara linier.⁷¹

Dari hasil korelasi dipilih variabel-variabel X_i yang mempunyai hubungan berarti dengan variabel Y untuk diproses lebih lanjut. Untuk memperlihatkan tingkat hubungan koefisien antara variabel X_i dengan variabel Y_j dapat digunakan pedoman untuk penetapan "r" kritis seperti dalam tabel di bawah ini.

Tabel 3.12.4.1 Besaran Hubungan Korelasi Pearson

No.	r (Koefisien Korelasi)	Kriteria Hubungan
1.	$0,0 < r < 0,2$	Tidak ada korelasi
2.	$0,2 < r < 0,4$	Korelasi rendah
3.	$0,4 < r < 0,6$	Berkorelasi sedang
4.	$0,6 < r < 0,8$	Korelasi kuat
5.	$0,8 < r < 1,0$	Korelasi sangat kuat

(Sumber: Megananda-2005)

Jenis koefisien korelasi bivariat pada program SPSS yang digunakan adalah *Pearson Correlation Coefficient*. Pada umumnya untuk sampel kurang dari 100, angka korelasi terkecil yang dapat dipertimbangkan adalah $\pm 0,30$.⁷² Penelitian ini menggunakan pertimbangan atas dasar "r" berikut *degree of freedom* yang diperoleh untuk tabel *Fisher and Yates*.

Dari hasil korelasi dipilih variabel-variabel X untuk diproses lebih lanjut, yaitu variabel X_j yang mempunyai hubungan berarti dengan variabel Y yang

⁷¹ Ansori, tesis "Sumber Resiko Penurunan Kinerja Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi pada Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Diesel PT. PLN (Persero)". PPSBIT. Jakarta, Universitas Indonesia. mengacu dari Siegel, S, "Statistik Non Parametrik", Gramedia

⁷² Adinus Saleh, tesis "Resiko Politik bagi Konsultan Lokal pada Pengadaan Jasa Konsultan Jalan dan Jembatan dengan KB di Indonesia", PPSBIT-UI, Kekfaususan Manajemen Proyek, 2002 mengacu dari Dillon, W.R. and Goldstein, M, "Multivariate Analysis Methods and Applications", John Willey & Sons.

dipilih berdasarkan kriteria dengan tingkat hubungan yang sedang sampai tinggi. Output dari interkorelasi *Pearson* ini digunakan untuk melihat koefisien interkorelasi antara variabel X_j dengan X_w , sesuai Fisher dan Yates dimana adanya tingkat korelasi yang besar akan dapat mengganggu stabilitas model. Karena pada model regresi bahwa masing-masing variabel dianggap tidak ada interkorelasi. Dalam pembuatan model dianggap interkorelasi yang diijinkan mempunyai korelasi bertingkat rendah ke bawah.

III.12.5. Analisa Faktor

Analisa faktor, yang meliputi *principal component analysis* dan *common factor analysis*, adalah pendekatan statistik yang dapat digunakan untuk menganalisa “*interrelationship*” sejumlah (besar) variabel dan untuk menjelaskan dimensi-dimensi (disebut faktor) apakah yang melandasi variabel-variabel tersebut. Misalnya, cara pembayaran, harga sewa akhir, kemudahan mendapatkan sewaan, mungkin saja dapat disatukan menjadi faktor biaya. Tujuan umum dari analisa faktor adalah untuk memadatkan sejumlah besar informasi dari sejumlah besar variabel asli menjadi sejumlah kecil faktor dengan kehilangan informasi yang minimal.

Analisa faktor dilakukan apabila antara variabel bebas ada yang berkorelasi cukup berarti dan tingkat signifikansinya bernilai kurang dari 0,05 (sig. < 0,05) (Megananda, 2005). Jadi analisa faktor adalah penilaian terhadap variabel-variabel yang dianggap layak untuk dimasukkan pada analisa selanjutnya, dengan logika pengujian adalah jika variabel mempunyai kecenderungan mengelompok dan membentuk sebuah faktor maka variabel tersebut mempunyai korelasi cukup tinggi dengan variabel lain, demikian juga sebaliknya. Analisa faktor digunakan untuk mengkaji hubungan internal antar sekumpulan variabel-variabel.

Namun adakalanya dalam kelompok variabel-variabel tersebut ada variabel yang korelasinya relatif kurang kuat sehingga variabel tersebut kurang layak, informasi yang terkandung dalam variabel tersebut tidak dapat diwakili oleh faktor yang terbentuk. Sehingga harus dikeluarkan dalam analisa karena akan merusak struktur hubungan yang ada.

Ukuran ketidaklayakan yaitu nilai MSA (*Measure of Sampling Adequacy*) berkisar antara 0 sampai 1, dengan kriteria (Megananda, 2005):

- MSA = 1; berarti informasi yang terkandung dalam variabel tersebut dapat diwakili oleh faktor yang terbentuk tanpa ada kesalahan.
- MSA > 0,5; berarti informasi yang terkandung dalam variabel tersebut dapat diwakili oleh faktor dengan tingkat kesalahan yang dapat ditolerir.
- MSA < 0,5; berarti informasi yang terkandung dalam variabel tersebut tidak dapat diwakili oleh faktor.

III.12.6. Analisa Regresi

⁷³Analisa regresi memiliki dua tingkatan, pertama adalah analisa regresi sederhana (*Simple Regretion Analysis*) dan yang kedua adalah analisa regresi linear berganda (*Multiple Linear Regretion Analysis*). Kedua tingkatan analisa regresi ini berfungsi untuk memprediksi dan meninjau pengaruh daripada variable bebas (x) terhadap variable terikat (y). Dan perbedaannya hanya pada jumlah " x ", variable " x " ini juga disebut variabel prediktor dan " y " disebut variabel respons. Regresi dan korelasi keduanya memiliki hubungan sangat erat. Setiap regresi selalu ada korelasinya tetapi korelasi belum tentu dilanjutkan dengan regresi. Berikut adalah tahapan analisa statistik dengan bantuan SPSS. Analisa regresi dalam penelitian ini menggunakan analisa tentang hubungan antara satu variabel terikat "Produktifitas ekskavator" dengan sembilan variabel bebas yang telah disebutkan pada BAB II.

⁷⁴Dalam rangkaian analisa regresi, akan muncul yang disebut sebagai multikolinearitas. Yaitu dalam analisa tersebut terdapat satu atau lebih variabel bebas yang memberikan informasi yang sama tentang variabel terikat. Jika beberapa variabel bebas tersebut berkolinearitas, berarti variabel bebas tersebut cukup diwakili oleh satu variabel bebas saja. Memakai keduanya merupakan inefisiensi. Multikoliearitas akan menimbulkan dampak lainnya, yaitu :

⁷³ *ibid*

⁷⁴ Simamora, Bilson., "Analisis Multivariat Pemasaran"., PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-55

1. Terjadi peningkatan varian (dan standar *error*) koefisien regresi estimator.
2. Tanda koefisien regresi berbeda dari yang kita harapkan.
3. Penambahan ataupun penarikan variabel bebas akan menyebabkan perubahan besar pada koefisien estimasi dan tanda-tandanya.
4. Pengurangan data akan menyebabkan perubahan koefisien estimasi yang besar.
5. Dalam berbagai kasus, sering kali nilai "F" signifikan, namun tidak satupun nilai "t" signifikan.

Setelah dilakukan analisa korelasi dan analisa faktor, maka variabel-variabel yang telah dipilih dilakukan analisa regresi. Karena variabel bebasnya lebih dari satu maka disebut analisa regresi variabel berganda (*Multiple Linear Regression Analysis*). Analisa regresi terutama berkenaan dengan memperkirakan dan atau memprediksi nilai rata-rata (populasi) dari variabel tidak bebas Y berdasarkan nilai satu per satu variabel-variabel X, yang diketahui atau ditetapkan⁷⁵.

Karena variabel bebas yang berpengaruh kemungkinan lebih dari satu, maka dipilih model analisa regresi berganda yang merupakan model matematis, yaitu model yang memperlihatkan hubungan secara kuantitatif antara variabel-variabel bebas X_j dan Y. Jika hubungan antara variabel Y dengan variabel bebas X_j adalah linier, dan dianggap terhadap "k" variabel bebas serta "n" pengamatan, maka model regresi berganda untuk hubungan Y dan X_j dapat dinyatakan sebagai berikut.⁷⁶

Rumus dasar fungsi multivariat 1

$$Y = \beta_0 + \beta_1.X_1 + \beta_2.X_2 + \dots + \beta_k.X_k + \varepsilon \dots \dots \dots (7)$$

Dengan:

- β_0 = konstanta
- $\beta_1, \beta_2, \beta_k$ = dugaan koefisien regresi
- ε = kesalahan pengganggu

⁷⁵ Adinus Saleh, tesis "Resiko Politik bagi Konsultan Lokal pada Pengadaan Jasa Konsultan Jalan dan Jembatan dengan ICB di Indonesia", PPSBIT-UI, Kekhususan Manajemen Prqyek, 2002 mengacu dari Katz, D.A., "Econometric Theory and Application", Prentice Hall Inc., 1982

⁷⁶ Adinus Saleh, tesis "Resiko Politik bagi Konsultan Lokal pada Pengadaan Jasa Konsultan Jalan dan Jembatan dengan ICB di Indonesia", PPSBIT-UI, Kekhususan Manajemen Proyek, 2002 mengacu dari Draper, N., Smith, H., "Analisis Regresi Terapan", Gramedia, 1986

Dalam analisa regresi berganda ini digunakan metode *Stepwise Regression*, untuk mengetahui variabel-variabel bebas mana saja yang paling signifikan terhadap varians variabel terikat⁷⁷. Setiap variabel dimasukkan ke dalam model regresi satu per satu secara berurutan, dan berdasarkan urutan tingkat kontribusi besarnya R^2 terhadap model regresi yang diharapkan.⁷⁸

Dalam analisa regresi terdapat beberapa ukuran yang akan dicari yaitu: (Saleh, 2002)

- Garis regresi, yaitu garis yang menyatakan dan menggambarkan karakteristik hubungan antara variabel-variabel dalam penelitian.
- *Standard error of estimate*, yaitu hanya mengukur pemencaran tiap-tiap titik (data) terhadap garis regresinya atau merupakan penyimpangan standar dari variabel pengaruh (Y) terhadap garis regresinya.

Dalam regresi berganda diharapkan antar variabel bebas (X) tidak terdapat korelasi yang sangat kuat karena jika terjadi korelasi yang sangat kuat maka variabel tersebut harus tidak dimasukkan ke dalam persamaan. Adanya korelasi yang kuat dilihat dari nilai $VIF < 1$. Jika $VIF > 1$ maka tidak ada korelasi yang kuat (multikolinieritas).

III.12.7. Pengujian Model

Dari model regresi yang telah diperoleh baik model linier maupun model non linier, kemudian dilakukan beberapa uji model yaitu:

1. R^2 Test atau *Coefficient of Determination Test*

R^2 Test digunakan untuk mengukur besarnya kontribusi variabel bebas X terhadap variasi (naik turunnya) variabel terikat Y. Variabel Y lainnya

⁷⁷ Simamora, Bilson., "Analisis Multivariat Pemasaran"., PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-59

⁷⁸ Walpole, R. E. & Myers, R. H. (1993) Probability and Statistics for Engineers and Scientists, New York, Mac Milan.

disebabkan oleh faktor lain yang juga mempengaruhi Y dan sudah termasuk dalam kesalahan pengganggu (Saleh, 2002).

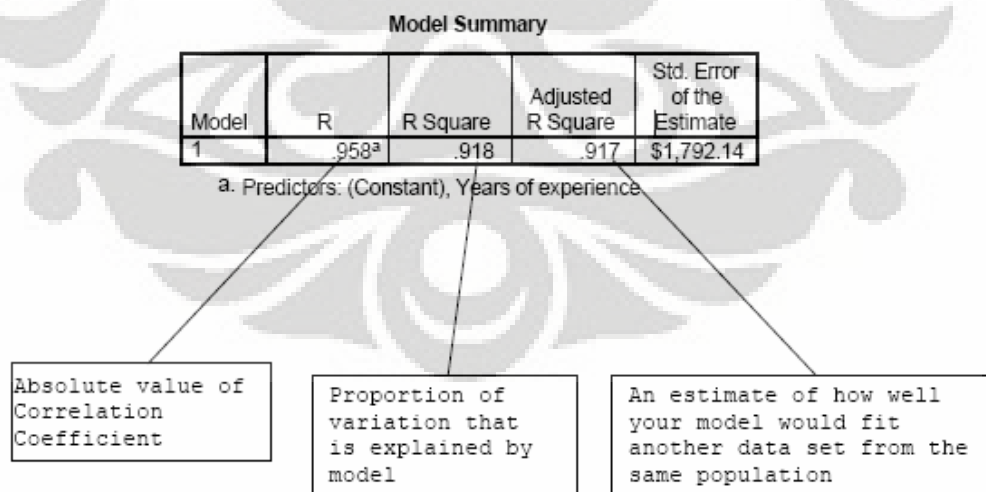
R^2 juga digunakan untuk mengukur seberapa dekat garis regresi terhadap data daerah nilai R^2 adalah dari nol sampai satu. Sedemikian dekat nilai Y dari model regresi kepada titik-titik data, maka nilai R^2 semakin tinggi (Saleh, 2002). Dalam penelitian ini yang dilihat adalah *Adjusted R square* (R^2 yang disesuaikan), yang merupakan koreksi dari nilai R^2 sehingga gambarannya lebih mendekati mutu penjangkauan model dalam populasi. Berikut adalah contoh output SPSS dalam pengujian model.

2. Uji F (*F-Test*)

Uji F digunakan untuk menguji hipotesis nol (H_0) bahwa seluruh nilai koefisien variabel bebas X_j dari model regresi sama dengan nol, dan hipotesis alternatifnya (H_1) adalah bahwa seluruh nilai koefisien variabel X tidak sama dengan nol. Hal ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \dots \neq \beta_k \neq 0$$



Gambar 3.12.7. 1 Output SPSS dalam pengujian model
(Sumber: SPSS *manual-2001*)

Apabila hipotesis nol tersebut diterima atau benar, maka seluruh model tidak signifikan untuk menjelaskan variabel terikat (Y) dan nilai penyesuaian R^2 secara signifikan tidak berbeda dengan nol. Sedangkan kriteria pengujian hipotesis adalah sebagai berikut: (Saleh, 2002)

$$H_0 \text{ ditolak jika } F_0 \text{ hitung} > F_{\alpha} (k-1)(n-k)$$

$$H_0 \text{ diterima jika } F_0 \text{ hitung} < F_{\alpha} (k-1)(n-k)$$

Keterangan:

α = tingkat signifikansi (significant level) = 0,05

n = jumlah sampel

k = variabel bebas dalam model regresi berganda

F_0 diperoleh dengan menggunakan Tabel Analisa Varians (ANOVA) yang terlihat pada Tabel 3.11 berikut ini.

Tabel 3.11.7.1. Analisa Varians (ANOVA)

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat	Rata-Rata
Regresi X_1, X_2, \dots, X_k	$B' X' Y' = Y' Y (R^2)$	K	$Y' Y (R^2) / (k-1)$
Residu	$E'E = Y' Y (1 - R^2)$	n-k-1	$Y' Y (1 - R^2) / (k-1)$
Total	$Y' Y$	n-1	

(Sumber: Saleh, 2002)

3. Uji t (*t-Test*)

Uji “t” digunakan untuk menguji hipotesis nol (H_0) bahwa masing-masing koefisien dari model regresi sama dengan nol dan hipotesis alternatifnya (H_1) adalah jika masing-masing koefisien dari model tidak sama dengan nol. Dengan demikian dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0 \dots \dots \dots \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq 0 \dots \dots \dots \beta_k \neq 0$$

Jika hipotesis nol (H_0) diterima berarti model yang dihasilkan tidak dapat digunakan untuk memprediksi nilai Y, sebaliknya jika hipotesis nol (H_0)

ditolak maka model yang dihasilkan dapat dipergunakan untuk memprediksi nilai Y.

Kriteria pengujian hipotesis ini adalah sebagai berikut:

H_0 ditolak jika t_0 hitung $> t_{\alpha}(n-k-1)$ tabel

H_0 diterima jika t_0 hitung $\leq t_{\alpha}(n-k-1)$ tabel

4. Uji Autokorelasi (*Durbin-Watson Test*)

Durbin-Watson Test dilakukan untuk menguji ada tidaknya autokorelasi antara variabel-variabel yang diteliti. Uji autokorelasi dengan batasan nilai *Durbin-Watson* ($0 \leq x \leq 4$) dan nilai yang dipakai $1,5 < \textit{Durbin-Watson} < 2,5$ untuk menentukan ada tidaknya korelasi residual atau autokorelasi dari model regresi yang dihasilkan (Megananda, 2005).

III.12.8. Pemilihan Model

Dari hasil masing-masing uji model dipilih model yang terbaik sesuai dengan kriteria masing-masing uji (*Adjusted R²*, F dan t). Kemudian salah satu model yang terpilih dilakukan uji model berdasarkan sampel di luar sampel yang membentuk model.

III.12.9. Pengujian Validasi

Uji validasi ini digunakan untuk menguji apakah nilai dari koefisien variabel yang diteliti masih terdapat dalam selang prediksi apabila dilakukan pengujian terhadap n sampel yang tidak dimasukkan ke dalam analisa regresi tersebut dan diambil secara acak, dan juga untuk mengetahui apakah model yang terbentuk tersebut dapat mewakili populasinya.

Dari model yang terbentuk ada dua macam pendugaan yang diperoleh yaitu pendugaan *confidence interval* untuk nilai rata-rata Y dan *confidence interval* untuk nilai individu Y, yang masing-masing karakteristiknya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Uji Nilai Rata-rata Y (μ_y)

Pada bagian ini akan diuji apakah nilai rata-rata Y ($\mu_{y/x}$) untuk nilai variabel X_i tertentu (nilai X_i , dari sampel yang divalidasi) masuk dalam *confidence interval* berarti model ini valid untuk meramalkan nilai rata-rata Y populasi keseluruhan.

2. Uji Nilai Tunggal (y_0)

Pengujian dilakukan apakah nilai Y (y_0) tunggal dari sampel yang divalidasi untuk nilai variabel X_j tertentu (nilai X , dari sampel yang divalidasi) masuk dalam *prediction interval* yang terbentuk. Apakah nilai Y berada di dalam *prediction*.

III.13. SIMULASI PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN (*CLUSTERING & CRISTAL BALL*)

Simulasi merupakan miniatur dari proses atau kejadian sebenarnya di lapangan, dengan kata lain reka ulang. Tujuan dari dibutuhkannya simulasi ini adalah untuk menjawab rumusan masalah nomer dua (2) pada BAB I.

⁷⁹Dilihat dari tujuannya, maka rumusan masalah kedua bergantung pada segmentasi kelompok kerja. Dimana setiap segmentasi kelompok kerja yang mungkin tercipta dari lapangan, akan memberikan keputusan yang berbeda-beda terhadap suatu masalah yang sama. Oleh sebab itu analisa klaster dapat dikatakan metode yang cocok, karena mampu membentuk kelompok-kelompok individu ataupun objek. Teknik ini dipakai untuk mengelompokkan entitas (individu maupun objek) ke dalam kelompok-kelompok terpisah, berdasarkan kesamaan-kesamaan (*similarities*) di antara mereka.

III.13.1. Analisa Klaster (*Clustering Analysis*)

Analisa klaster dapat dipakai dalam bidang apa saja. Tidak ada salahnya apabila istilah segmentasi pasar dirubah menjadi segmentasi kelompok kerja, karena tujuan pengelompokkan yang berbeda dengan karakteristik yang juga berbeda. Sebagaimana disinggung pada awal sub-bab III.11., bahwa teknik ini

⁷⁹ Simamora, Bilson., "Analisis Multivariat Pemasaran"., PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-8

dimasukkan kedalam multivariat, akan tetapi konsep variat dari teknik ini berbeda dari teknik multivariat yang lain. Jika dalam teknik yang lain variat diartikan sebagai kombinasi linier berbagai variabel, dalam analisa klaster variat diartikan sebagai sejumlah variabel-yang dianggap sebagai karakteristik-yang dipakai untuk membandingkan sebuah objek dengan objek lainnya. Jadi analisa klaster, tidak dilakukan pencarian nilai variat secara empiris, sebagaimana pada teknik-teknik multivariat yang lain.

Tujuan dasar dari analisa klaster

Untuk menempatkan sekumpulan objek kedalam dua atau lebih grup berdasarkan kesamaan-kesamaan atas dasar berbagai karakteristik. Melalui prinsip homogenitas grup, menurut Hair, *et. al.*, terdapat tiga sasaran yang tersedia bagi peneliti, yaitu :

1. Deskripsi taksonomi (*taxonomy description*). Ini merupakan sasaran tradisional analisa klaster. Dengan taksonomi, peneliti dapat mengelompokkan sejumlah objek secara empiris. Analisa ini juga dapat digunakan untuk memunculkan hipotesis tentang struktur objek-objek yang diteliti. Jadi, sekalipun banyak dipandang sebagai alat analisa untuk keperluan eksplorasi, analisa klaster dapat juga digunakan unruk tujuan konformatori.
2. Simplikasi Data (*data simplification*). Dengan taksonomi, yang diperoleh hanya grup. Akan tetapim berdasarakan struktur yang diperoleh,,, peneliti dapat menjelaskan profil setiap grup berdasarkan karakteristik umum yang dimiliki. Kalau analisa faktor menjelaskan "dimensi" yang mendasari sejumlah variabel, dengan analisa klaster peneliti dapat juga melakukan hal yang sama, yaitu dimensi yang mendasari sejumlah observasi yang berada pada suatu klaster.
3. Identifikasi hubungan (*relationship identification*). Setelah klaster terbentuk dan struktur data yang mendasarinya diperlihatkan dalam klaster, peneliti mendapat informasi tentang hubungan antarobservasi yang tidak mungkin diperoleh dengan menganalisa observasi secara individu. Dengan analisa

klaster peneliti diperlihatkan kesamaan-kesamaan ataupun perbedaan-perbedaan yang tidak terdeteksi oleh metode-metode lain.

Memilih variabel dalam analisa Klaster

Pemilihan variabel dalam analisa klaster harus sesuai dengan tujuan awal pengelompokkan, kedua variabel-variabel yang dipilih harus bisa memberikan gambaran tentang persamaan dalam kelompok dan perbedaan antarkelompok. Variabel dengan level yang sama (*extremly homogenous*) atau sama sekali tidak ada yang sama di antara objek-objek (*extremly heterogenous*) tidak boleh dipakai, jadi variabel yang dipilih adalah variabel-variabel yang secara konseptual diterima.

Melakukan analisa Klaster

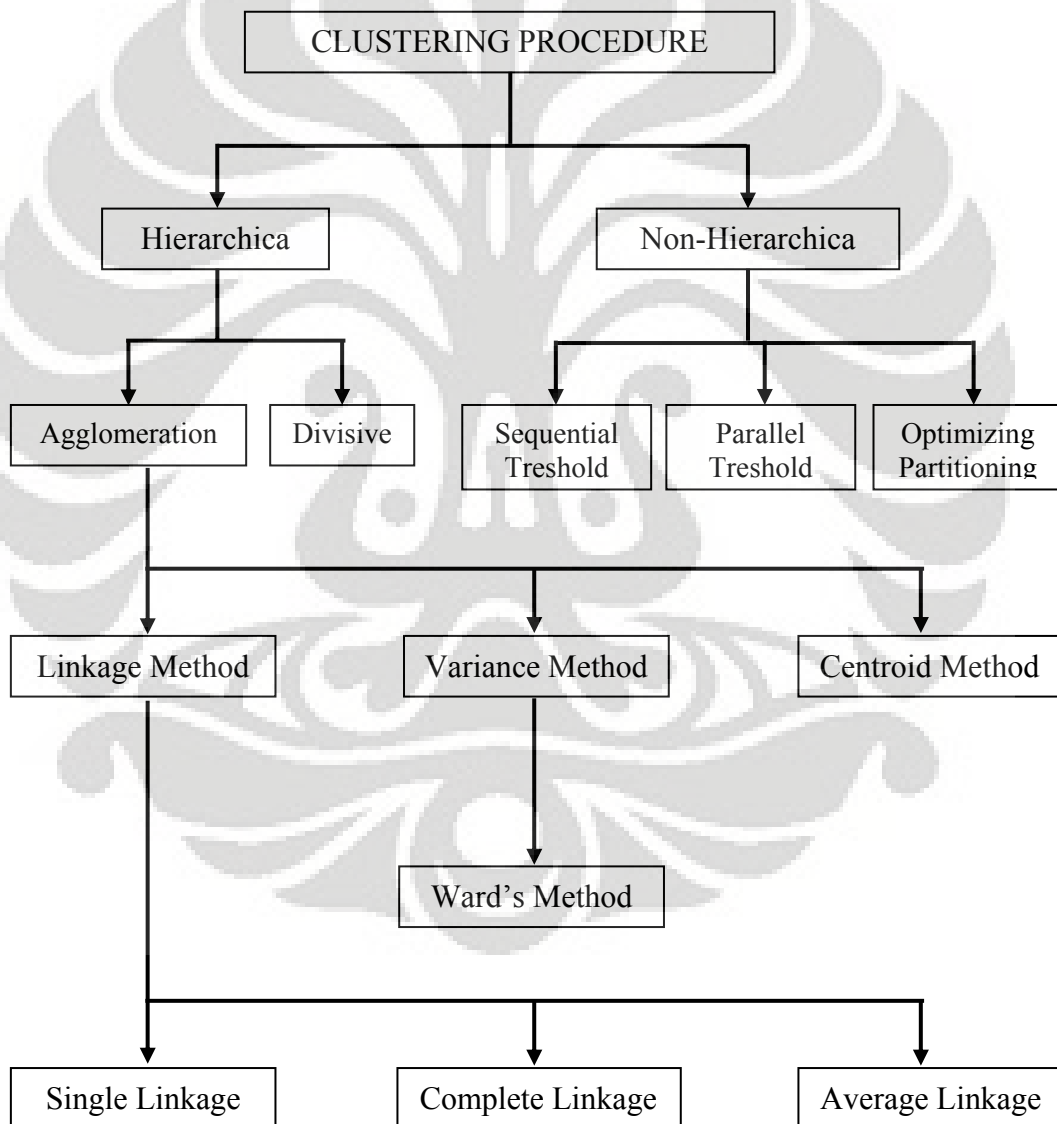
1. Melakukan perumusan masalah dengan menjelaskan variabel-variabel yang menjadi dasar analisa klaster.
2. Tentukan ukuran jarak yang dipakai, jarak ini menjelaskan seberapa mirip atau seberapa berbeda objek-objek yang diklaster.
3. Tentukan prosedur atau metode pengklasteran (*clustering*) yang digunakan. Prosedur ini dapat dilihat pada gambar 3.13.1.
4. Jika dipilih metode selain "metode *hierarchical*" maka tahap keempat adalah menentukan jumlah klaster.
5. Interpretasikan profil-profil dari setiap klaster yang terbentuk.
6. Melakukan uji validitas proses pengklasteran yang telah dilakukan.

Secara umum data-data yang sudah dimodelkan dan tertuang dalam questioner penelitian ini akan dianalisa ulang dengan metode "Cluster Analysis". Kemudian dilakukan pembagian kelompok responden (*Cluster samples*), dimana populasi responden terlebih dahulu di bagi atas kelompok berdasarkan area atau *cluster*, dan anggota kelompok tersebut tidak perlu homogen. Sebagaimana langkah kedua pada paragraf diatas. Kemudian beberapa *cluster* dipilih sebagai sampel, selanjutnya dipilih kembali anggota unit dari *cluster* (seluruhnya/ sebagian) tersebut dari sampel. Hasil dari "Cluster Analysis" adalah variasi model yang dipresentasikan oleh latar belakang setiap *cluster*.

III. 13.2. Simulasi Pengambilan keputusan (*Cristal Ball*)

Untuk mendapatkan model dari variabel terikat yang memiliki tingkat variasi tinggi, maka dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan program ” *Cristal Ball*”. Program ini selain mudah untuk digunakan dalam penelitian, juga mampu memberikan beberapa variasi dari variabel terikat dengan kondisi yang diberikan dari model yang telah dihasilkan melalui analisa regresi.

Karena studi kasus pada penelitian ini tidak merupakan satu rangkaian pekerjaan yang selalu berulang, maka untuk pemodelan menggunakan metode *Monte Carlo*.



Gambar 3.13. 1 Klasifikasi Prosedur Pengklasteran
(Sumber: Maholtra, 1996: 677)

Adapun tahapan-tahapan yang menjadi acuan dalam proses pemodelan dengan menggunakan "Cristal Ball", adalah sebagai berikut:

1. Tentukan fungsi linier yang akan menjadi acuan analisa pemodelan.
2. Dengan menggunakan data-data pada variabel dan sub variabel dilakukan analisa deskripsi statistik untuk memperoleh nilai minimum, maksimum, mean, median, modus, persentil dan varians. Analisa deskripsi statistik ini menggunakan program dari *Microsoft Office Excel*.
3. Dilakukan uji pencocokan (*goodness of fit*) distribusi probabilitas terhadap data-data pada variabel dan sub variabel dengan menggunakan fasilitas *batch fit* pada program *Crystal Ball*.
4. Setelah didapatkan fungsi distribusi probabilitas yang cocok pada masing-masing variabel kemudian dilanjutkan dengan simulasi Monte Carlo dengan *Crystal Ball*. Simulasi dilakukan terhadap masing-masing variabel disesuaikan dengan fungsi distribusi probabilitas yang sesuai dengan memasukan parameter-parameter yang dibutuhkan dari analisa deskripsi statistik.
5. Dari hasil *output*, maka dapat diinterpretasikan variasi tingkat produktifitas yang mungkin dicapai dalam kondisi eksisting. Tingkat probabilitas atas setiap variasi produktifitas dapat dijadikan *database* dalam mengambil satu keputusan untuk kasus produktifitas ekskavator.

Setelah hasil simulasi selesai dan didapatkan berapa probabilitas tingkat produktifitas, hal yang perlu dicermati adalah bagaimana mengintepretasikan hasilnya dan menentukan besarnya *confidence level* terhadap pencapaian tingkat produktifitas tersebut. Edouard dan Mariana (2004) mengatakan seorang analis biaya dapat dapat memilih *confidence level* dengan 90 % sampai 80 % atau 75 % sebagai koreksi terhadap estimasi yang terlalu optimis.⁸⁰ Bahkan Randal (1992) menyarankan, berdasarkan pengalaman menunjukkan, dengan *confidence level* 70

⁸⁰ Edouard Kujawski, Mariana L. Alvaro., *Quantifying the Effects of Budget Management on Project Cost and Succes*. Conference on Systems Engineering Research (CSER) USC April 15-16, 2004 Didapat tanggal : 7 September 2007
[URL: //tech.groups.yahoo.com/group/cbug2/files](http://tech.groups.yahoo.com/group/cbug2/files)

% sudah dapat memberikan pendekatan yang lebih baik.⁸¹ Maka berdasarkan pertimbangan tersebut pada kasus ini digunakan *confidence level* 90%.

III.14. OPTIMASI DENGAN MENGGUNAKAN *OPTQUEST*

Tahapan-tahapan analisa optimasi dengan menggunakan *optquest* secara sederhana terdiri atas tiga tahap, diantaranya:

1. Menentukan fungsi terakhir dari analisa regresi,
2. Menentukan tujuan optimasi (mencari nilai maksimal atau minimal),
3. Menjalankan program.

Proses pencarian nilai optimal akan terus berlangsung sampai pada suatu kriteria penghentian pencarian, baik itu batasan waktu penyelesaian pencarian yang didefinisikan ke program ataupun jumlah maksimal dari simulasi yang harus dilakukan oleh program. *Flow-chart* dari *optquest* dapat dilihat pada gambar 3.14.1.

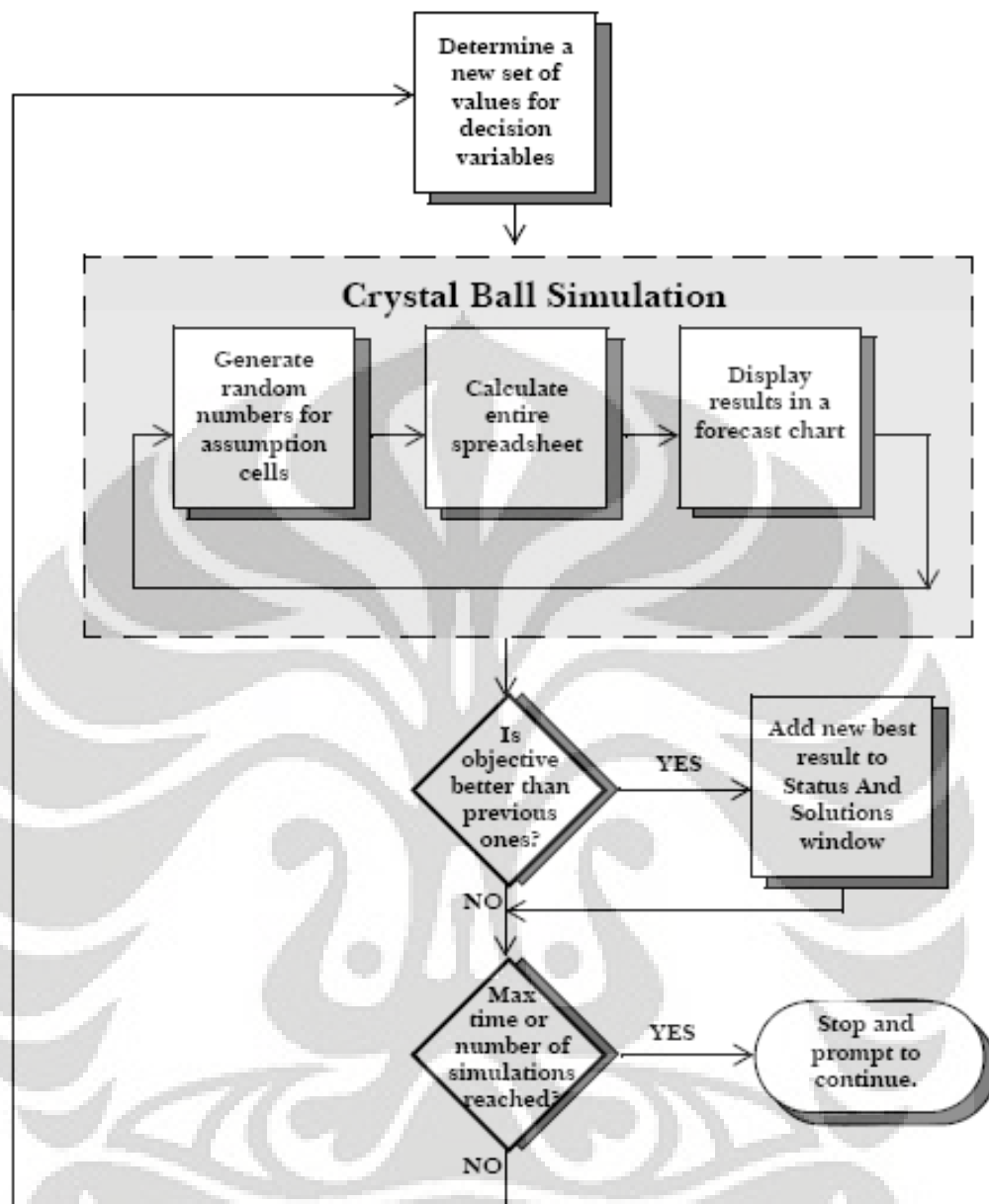
III.15. KESIMPULAN

Pelaksanaan penelitian akan dilakukan dengan menggunakan bantuan paket *software* SPSS, *Cristal Ball*, dan *Optquest*. Metode penelitian yang akan digunakan untuk menjawab kedua rumusan masalah yang telah ditetapkan adalah SPSS (*Cluster analysis*), *Cristal Ball*, dan *Optquest*. Dari analisa ini akan terbentuk beberapa klaster yang sudah dikurangi *outliers*. Kemudian analisa korelasi, faktor, sampai regresi dilakukan pada klaster tersebut.

Setelah rangkaian analisa dengan SPSS selesai, dilanjutkan dengan program *Cristal Ball* yang akan menganalisa variasi nilai produktifitas dengan variasi tingkat keyakinan untuk mencapai setiap variasi tersebut.

Langkah terakhir adalah *Optquest*, program ini akan menganalisa proporsi nilai optimal dari variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel terikat.

⁸¹ Randal B. Lorange, loc. cit.



Gambar 3.14. 1 Flow-chart Optquest

(Sumber: *Optquest User Manual*, Decision engineering, Inc. Copyright (c) 2005.)

BAB IV

PELAKSANAAN PENELITIAN

DAN

ANALISA DATA

IV.1. DESKRIPSI KASUS

Proyek yang dijadikan studi kasus adalah proyek jalan dengan tujuan untuk menambah kapasitas jalan eksisting dan penambahan konstruksi jembatan (*fly-over*). Fokus data yang diambil penulis dari proyek ini yaitu pada pekerjaan pemindahan tanah mekanis dengan menggunakan sumber daya alat berat ekskavator, selama proyek berlangsung sampai dengan penyelesaian. Adapun data yang lebih lengkap mengenai proyek akan di uraikan pada sub-sub bab berikutnya.

IV.1.1. Data Umum Proyek

1. Nama Paket : Paket 7, Arif Rahman Hakim *Flyover*
2. Nilai Kontrak : Rp. 64.088.165.858,- (tms PPN 10%)
3. Lokasi : Jl. Arif Rahman Hakim, Depok
4. Pemilik Proyek : Departemen Pekerjaan Umum
5. Kontraktor : PT. Waskita Karya (Persero)
6. Konsultan : Pacific Consultants International
ass. with PT. Epadascon Permata
7. Waktu Pelaksanaan : 487 hari (06-10-06 s.d 05-02-08)
8. Masa Pemeliharaan : 365 hari kalender

IV.1.2. Data Teknis Proyek

1. Penambahan kapasitas jalan

- Panjang jalan : 1.284 meter (termasuk jembatan)
- Lebar jalan : semula 8 m (2 jalur, 2 lajur)
- Perkerasan jalan : Flexible pavement

- Pindahkan Utilitas : Kabel PLN, Telpon, Pipa PDAM, PT. KAI

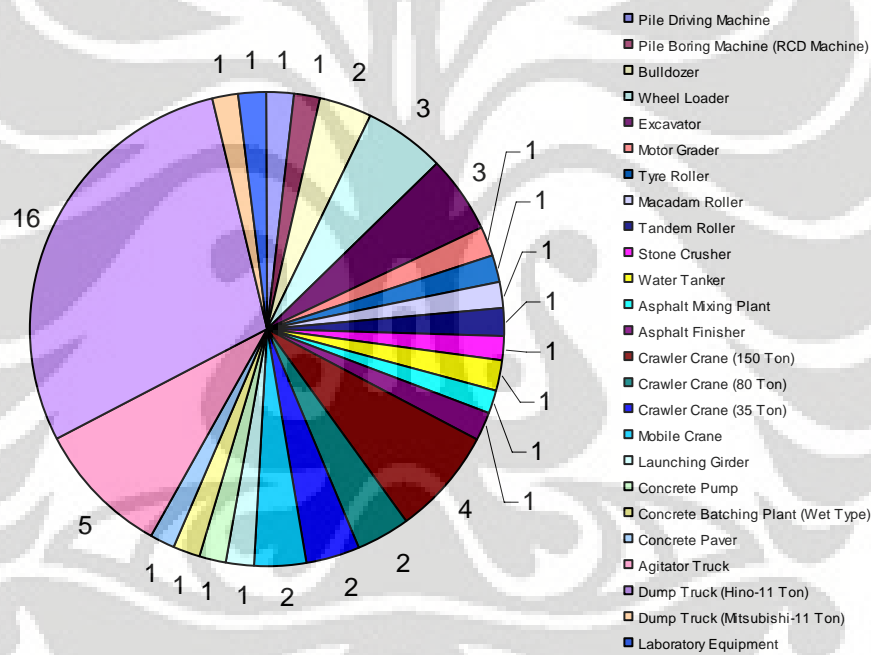
2. Konstruksi jembatan (flyover)

- Panjang jembatan : 650 m, lebar 16,10 m (2 jalur, 4 lajur)
- Pondasi : Bore pile Ø 100 dan 120 cm (68 titik)
- Gelagar jembatan : PC U-Girder L=33,45 m, (8 bentang)
PC U-Girder L=38.45 m, (1 bentang)

IV.I.3. Data Alat Berat

Sejumlah alat berat yang digunakan dalam proyek ini tertera dalam tabel

4.1.3.1.



Gambar 4.1.3. 1 Diagram alat berat yang digunakan di lapangan
(Sumber: hasil analisa tabulasi data proyek)

Tabel 4.1.3. 1 Alat berat lapangan

No.	Jenis Alat berat	Jumlah	Produsen	Tahun Produksi	Kapasitas	Status	Kondisi	Lokasi
1	Pile Driving Machine	1	-	-	60 cm Spun	Leased	Good	Jakarta
2	Pile Boring Machine	1	RCD Machine	-	1.0 - 1.5 m dia.	Leased	Good	Jakarta
3	Bulldozer	2	Hitachi	2002	17 Ton	Leased	Good	Jakarta
4	Wheel Loader	3	Halla	2002	1.7 Cu.m	Leased	Good	Jakarta
5	Excavator	3	Kobelco	2005	0.9 Cu.m	Leased	Good	Jakarta
6	Motor Grader	1	Mitsubishi	2005	3.1 M	Leased	Good	Jakarta
7	Tyre Roller	1	Sakai, TS 7409	1998	7 - 14 Ton	Leased	Good	Jakarta
8	Macadam Roller	1	Sakai	1999	9 - 11 Ton	Leased	Good	Jakarta
9	Tandem Roller	1	Sakai, WM 7708	1998	9 - 12 Ton	Leased	Good	Jakarta
10	Stone Crusher	1	Shan Bao, PE 600x900	2005	70 - 100 Ton/Hr	Owned	Good	Jakarta
11	Water Tanker	1	Hino, 140 PS	1999	6000 Litre	Leased	Good	Jakarta
12	Asphalt Mixing Plant	1	Shin Saeng, TSAP 800 AS	2005	48 - 64 Ton/Hr	Owned	Good	Jakarta
13	Asphalt Finisher	1	Niigata, NF 130 VDM	2004	3 M	Leased	Good	Jakarta
14	Crawler Crane (150 Ton)	4	Link Belt	1998	150 Ton	Leased	Good	Jakarta
15	Crawler Crane (80 Ton)	2	Link Belt	1998	80 Ton	Leased	Good	Jakarta
16	Crawler Crane (35 Ton)	2	Link Belt	1998	35 Ton	Leased	Good	Jakarta
17	Mobile Crane	2	Tadano	1998	35 Ton	Leased	Good	Jakarta
18	Launching Girder	1	Comtec, Pre-cast Box Segment	2002	-	Leased	Good	Jakarta
19	Concrete Pump	1	IHI IPF 100-8E21, Boom	1998	60 Cu.m/Hr	Leased	Good	Jakarta
20	Concrete Batching Plant (Wet Type)	1	Bestek, System	1997	60 Cu.m/Hr	Leased	Good	Jakarta
21	Concrete Paver	1	Gomaco, GC 2500	1999	3 - 3.65 M	Leased	Good	Jakarta
22	Agitator Truck	5	Hino, FM 226 MD	1997	5 Cu.m	Leased	Good	Jakarta
23	Dump Truck (Hino-11 Ton)	16	Hino	2006	11 Ton	Leased	Good	Jakarta
24	Dump Truck (Mitsubishi-11 Ton)	1	Mitsubishi, FE 114 FRDKI	1997	11 Ton	Owned	Good	Jakarta
25	Laboratory Equipment	1	-	1997 - 2003	-	Leased	Good	Jakarta

(Sumber: data proyek)

1V.2. PROSES PELAKSANAAN PENELITIAN

Proses atau tahapan penelitian mengacu pada gambar 3.5.1. Gambar tersebut merupakan flow-chart dari serangkaian pelaksanaan penelitian ini. Uraian proses pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. **Identifikasi**; mengumpulkan variable-variabel bebas yang mempengaruhi tingkat produktifitas ekskavator, baik dari lapangan maupun dari literatur (lihat sub-bab II.6.).
2. **Penyaringan**; kumpulan variabel-variabel bebas diseleksi oleh para pakar.
3. **Penyusunan**; variabel-variabel bebas yang lolos seleksi pakar (menurut pakar paling berpengaruh terhadap tingkat produktifitas ekskavator) dijadikan kata kunci dalam setiap pertanyaan di kuesioner.
4. **Penyebaran**; kuesioner yang telah siap disebar ke responden di lapangan, dengan tujuan untuk mendapatkan jawaban yang unik, yang dapat memberikan ilustrasi mengenai karakteristik lapangan.
5. **Pengumpulan & pengkodean**; dalam jangka waktu yang telah ditetapkan peneliti, maka para responden diharuskan dapat menyelesaikan menjawab setiap pertanyaan dalam kuesioner. Kemudian setelah jatuh tempo setiap kuesioner yang disebar dikumpulkan. Dan terakhir disiapkan (diberikan kode/ nilai untuk setiap pilihan jawaban) untuk dianalisa di SPSS.
6. **Penganalisaan**; setiap kuesioner yang siap dianalisa (*clustering analysis, correlation analysis, factor analysis, multiregreption analysis, Simulation-Cristal Ball, Optimization-Optquest*)
7. **Penyimpulan**; penarikan kesimpulan dari hasil analisa, dimana setiap kesimpulan harus menjawab setiap rumusan masalah yang telah ditetapkan.

1V.3. PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dilakukan dengan acuan yang tertulis pada sub-bab III.4. Teknik Pengumpulan Data. Untuk meminimalkan penyaringan data (variabel) yang akan disusun darinya sejumlah butir pertanyaan yang berkaitan dengan variabel terikat produktifitas ekskavator, maka pengumpulan data dilakukan dalam dua tahap:

Tahap pertama;

Reponden yang menjadi target korespondensi adalah para pakar yang telah malang melintang dalam dunia konstruksi khususnya alat berat. Dengan umur pengalaman 5-15 tahun. Bentuk pertanyaan yang harus dijawab para pakar adalah essay. Tujuan dari korespondensi tahap ini adalah untuk validasi sementara atas variabel yang diajukan memiliki pengaruh yang cukup terhadap tingkat produktifitas ekskavator, kemudian dari sejumlah pertanyaan yang dijawab diharapkan dapat memberikan ilustrasi mengenai perencanaan penggunaan sumberdaya alat berat. Setelah didapatkan beberapa data yang sementara sudah di validasi pakar, maka langkah selanjutnya adalah menyusun sejumlah butir pertanyaan dengan variabel bebas yang sudah divalidasi sementara dan variabel terikat adalah tingkat produktifitas ekskavator. Responden tahap pertama tercantum dalam tabel 4.3.1.

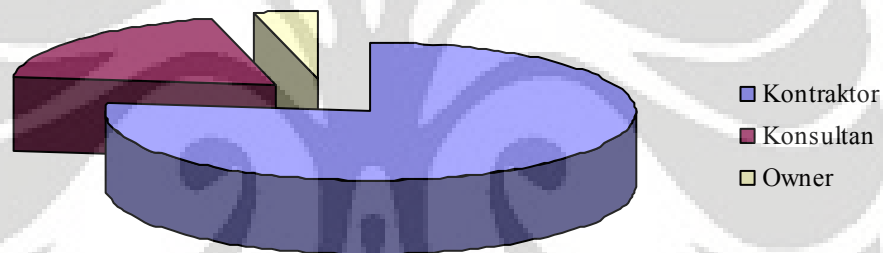
Hasil dari pengumpulan data tahap pertama menghasilkan sembilan variabel bebas yang menurut validasi pakar memiliki tingkat pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat, produktifitas ekskavator di lapangan pada umumnya. Variabel-variabel itu diantaranya:

1. kondisi penggalian eksisting (X_1)
2. sifat tanah eksisting (X_2)
3. kemampuan operator (X_3)
4. kedalaman galian pelaksanaan (X_4)
5. sudut putar maksimum pelaksanaan (X_5)
6. medan kerja (X_6)
7. kondisi sistem manajemen kontraktor (X_7)
8. lokasi penumpahan tanah (lokasi *dumptruck*) (X_8)
9. konsumsi solar per-hari kerja (X_9)

Tabel 4.3. 1 Responden pengumpulan data tahap pertama

No.	Nama	Pekerjaan	Pengalaman kerja
1.	H. Julizar Kurniawan	Site Manager	1993-2007 PT. Waskita karya
2.	Edi Pramono	Staff Pengajar, Site Engineer	1977 Trans Flores, 2005 Perluasan gedung kuliah, 2006 BKT & Jalan Inspeksi Marunda, 2007 Perluasan Gedung BPOM.
3.	Afrizal Nursin	Staff Pengajar, Konsultan Pengawas, Manajer Kontrol, Direktur Operasional.	Owner, Konsultan, & Kontraktor, Gedung MK, Pembangunan Pintu Air di Aceh.
4.	Kusumo DS	Staff Pengajar	Konstruksi Jalan dan perumahan.

(Sumber: data responden)



Gambar 4.3. 1 Responden pengumpulan data tahap kedua
(Sumber: hasil analisa tabulasi data responden)

Tahap kedua;

Reponden yang menjadi target korespondensi adalah anggota kelompok kerja pada proyek yang dijadikan studi kasus penelitian (skripsi) ini-dapat dilihat pada gambar 4.3.1. Dalam hal ini responden yang bersangkutan adalah semua staff yang bertanggung jawab atas berjalannya proyek sesuai rencana, baik dari pihak kontraktor, konsultan, maupun pemilik (*Owner*). Tujuan dari pengumpulan data tahap kedua ini adalah mencari variat (kombinasi linier dari variabel-variabel bebas) atas sembilan variabel yang telah divalidasi, kemudian dari variat-variati tersebut akan dianalisa korelasi untuk mendapatkan nilai korelasi yang signifikan

terhadap variabel terikat. Tabulasi data dari setiap responden untuk masing jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan variabel bebas yang mempengaruhi tingkat produktifitas ekskavator dapat dilihat pada lampiran II.

1V.4. VALIDITAS DAN KEANDALAN

Pengujian kevalidan dan keandalan dari data yang telah dikumpulkan secara keseluruhan dilakukan dengan menggunakan bantuan program SPSS. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai *Cronbach's Alpha* yang mempresentasikan keandalan dari data. Adapun beberapa versi mengenai nilai minimal atau kisaran untuk koefisien ini diantaranya adalah minimal 0,7 dan yang lain memberikan kisaran 0-1. Dalam hal ini peneliti mengambil batasan nilai *Cronbach's Alpha* dengan mengacu pada versi kedua, yaitu 0-1. Hasil analisa keseluruhan dapat dibaca pada lampiran III.

Tabel 4.4. 1 Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,174	,183	9

(Sumber: SPSS 15 output)

Interpretasi dari tabel diatas adalah; bahwa nilai yang Cronbach's Alpha yang dihasilkan masuk dalam batasan nilai, yaitu $0 < 0,174 < 1$. Dengan demikian pengukuran data yang dikoleksi dari responden dilapangan disimpulkan andal.

Dari tabel selanjutnya pada lampiran I (*Inter-Item Correlation Matrix*) terlihat nilai-nilai yang signifikan ($< 0,05$) berkorelasi antara variabel satu dan yang lain. Hal ini berarti antara variabelpun ada korelasi.

1V.5. ANALISA DESKRIFTIF

Hasil analisa deskriptif dari SPSS mengenai responden yang menjadi target korepondensi dapat dilihat pada tabel 4.5.1. dan untuk klarifikasi dapat dilihat pada lampiran III.

Dengan memberikan kode satu (1) untuk owner, dua (2) untuk konsultan, dan tiga (3) untuk kontraktor. Maka kesimpulan yang dapat ditarik dari output tersebut adalah:

- a. Dengan nilai mean 2,7~3 maka dapat diinterpretasikan bahwa rata-rata responden bekerja untuk kontraktor.
- b. Kemungkinan terbesar dalam pengaruh terhadap pengambilan keputusan dan pelaksanaan pekerjaan adalah dari pihak kontraktor.

Tabel 4.5. 1 Hasil analisa deskriptif dari SPSS posisi di proyek

N	Valid	27
	Missing	0
Mean		2,70
Median		3,00
Std. Deviation		,542
Variance		,293
Minimum		1
Maximum		3

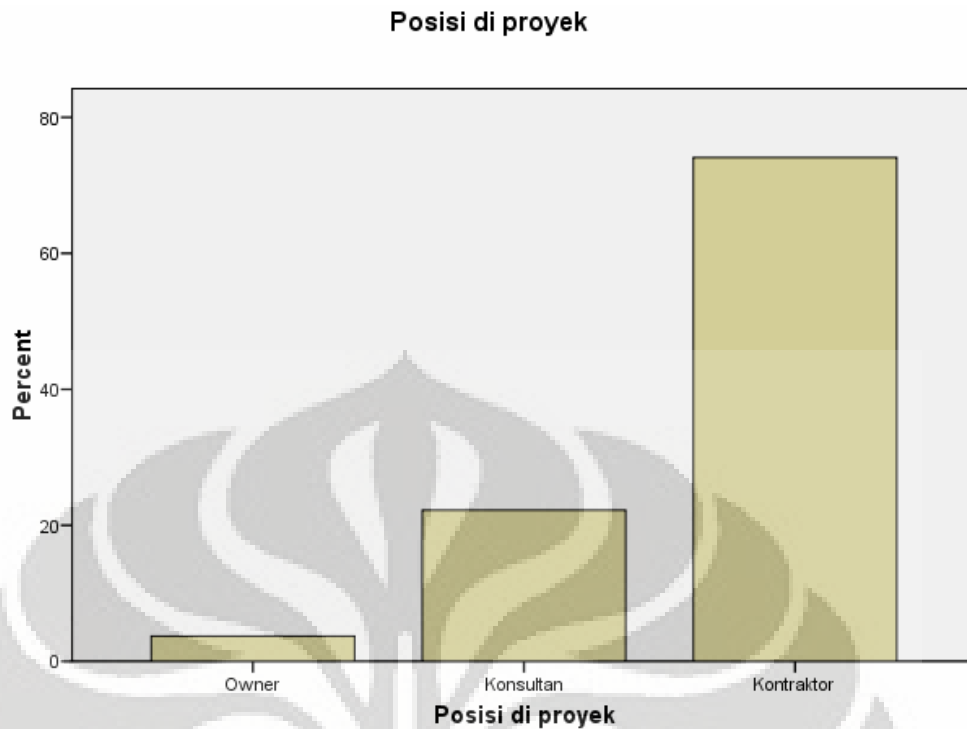
(Sumber: SPSS 15 output)

Posisi di proyek

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Owner	1	3,7	3,7	3,7
Konsultan	6	22,2	22,2	25,9
Kontraktor	20	74,1	74,1	100,0
Total	27	100,0	100,0	

Lanjutan tabel 4.4.1.

(Sumber: SPSS 15 output)



Gambar 4.5. 1 Bar-chart Responden di lapangan (proyek)
(Sumber: SPSS 15 output)

1V.6. ANALISA KLAS TER (CLUSTER ANALYSIS)

Output dari analisa klaster adalah segmen disebut juga klaster, klaster ini merupakan kelompok objek yang memiliki kesamaan ataupun perbedaan yang tidak mencolok (*extremly homogeous* atau *extremly heterogeous*). Pengklasteran dipresentasikan dengan dendogram. Dendogram dengan variabel bebas dapat dilihat pada lampiran IV. Dari hasil analisa klaster yang pertama ini muncul sebuah *outliers*, yang merupakan objek yang memiliki persamaan ataupun perbedaan yang mencolok menurut SPSS. Maka objek ini (*outliers*) harus dikeluarkan dari analisa. Dalam hal ini dapat dilihat bahwa yang menjadi *outliers* adalah responden no.8.

Walaupun pada analisa pertama terbentuk beberapa klaster, namun karena adanya *outliers*, analisa harus diulang tanpa melibatkan responden no.8. Dengan analisa ulangan, maka klaster yang terbentuk adalah satu. Anggota dari klaster ini tentu saja responden no.1 sampai no.27, tanpa responden no.8. Karakteristik dari klaster ini dapat dilihat pada tabel 4.6.1.

1V.7. ANALISA KORELASI

Output untuk analisa korelasi dapat lebih jelas dibaca dari lampiran V. Tujuan dari analisa korelasi adalah untuk mengetahui nilai korelasi antara variabel bebas dengan variabel terikat dan antara variabel bebas. Karena penelitian ini menggunakan skala interval dan skala rasio, maka koefisien yang dapat dipakai adalah koefisien *Pearson Product Moment*.

Dari tabel analisa korelasi pada lampiran V, dapat disimpulkan bahwa variabel yang memiliki korelasi yang signifikan terhadap variabel produktifitas rata-rata perhari adalah;

- a. Variabel no.4 (kedalaman galian) dengan nilai signifikan $0,001 < 0,05$ dan nilai korelasi *pearson*-nya (r) sebesar 0,587.
- b. Variabel no.5 (sudut putar) dengan nilai signifikan $0,023 < 0,05$ dan nilai korelasi *pearson*-nya (r) sebesar 0,437.
- c. Variabel no.9 (konsumsi solar) dengan nilai signifikan $0,000 < 0,05$ dan nilai korelasi *pearson*-nya (r) sebesar 0,733.

Variabel-variabel diatas dapat disimpulkan sebagai variabel yang mungkin paling berpengaruh terhadap tingkat produktifitas pada proyek ini. Oleh sebab itu variabel-variabel tersebut dapat digunakan untuk analisa faktor.

1V.8. ANALISA FAKTOR

Dalam serangkaian analisa faktor terdapat sejumlah *output* yang dihasilkan (selengkapnya dapat dilihat pada lampiran VI), diantaranya adalah tabel analisa *KMO* dan *Barlett's* (tabel 4.8.1.) .

Uji nilai *KMO* adalah untuk menarik kesimpulan mengenai layak atau tidaknya (*appropriates*) analisis faktor dilakukan, nilainya berkisar antara 0-1. Kesimpulan atas uji *KMO* dari variabel-variabel yang tereduksi adalah layak, karena nilainya $0,509 > 0$.

Sedang uji *Barlett's* untuk menguji apakah variabel-variabel yang tereduksi memiliki korelasi, menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,015. Nilai ini berarti memiliki tingkat kesalahan 1,5% yang lebih besar dari 0,05. Jadi variabel-variabel yang tereduksi memiliki korelasi.

Tabel 4.6. 1 Karakteristik Klaster tanpa responden no.8

Responden	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
1	2	6	3	2	1	2	3	1	4
2	2	4	3	2	1	4	3	1	4
3	2	3	2	2	2	2	3	1	3
4	2	4	2	2	2	3	3	1	4
5	2	4	3	2	2	3	3	1	4
6	2	4	3	1	1	3	3	1	4
7	2	4	3	2	2	3	3	1	3
9	2	4	3	2	2	3	2	1	4
10	2	4	3	2	2	2	2	1	4
11	2	4	3	2	2	2	2	1	4
12	2	4	2	2	2	3	3	1	4
13	2	4	2	1	2	3	3	1	2
14	2	4	3	3	2	3	2	2	3
15	2	4	2	2	1	3	3	1	1
16	2	4	2	1	1	3	2	1	3
17	2	4	2	2	2	3	2	1	4
18	2	4	3	2	2	3	2	1	4
19	2	4	3	2	2	3	3	1	4
20	2	4	2	2	1	3	3	1	2
21	2	6	2	2	2	2	3	1	3
22	3	4	2	2	2	3	3	1	3
23	2	4	3	2	2	3	2	1	3
24	2	6	3	2	1	3	2	1	4
25	1	4	3	2	2	2	3	1	3
26	2	4	2	2	2	2	2	1	2
27	2	4	3	2	2	2	2	1	4

(Sumber: tabulasi data responden)

Tabel 4.8. 1 KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,509
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	10,405
	df	3
	Sig.	,015

(Sumber: SPSS 15 output)

1V.9. ANALISA REGRESI

Hasil akhir dari analisa regresi adalah sebuah model. Model ini merupakan formula matematis yang memberikan ilustrasi mengenai hubungan antara variabel bebas dilapangan yang berpengaruh terhadap variabel terikat, yaitu tingkat produktifitas ekskavator. Selengkapnya dapat dibaca pada lampiran VII.

Interpretasi hasil SPSS

- Nilai R^2 (*R square*) dari tabel *Model Summary* menunjukkan bahwa 68,3% dari variance “Produktifitas ekskavator” dapat dijelaskan oleh perubahan dalam variabel ‘Konsumsi solar’, ‘Kedalaman galian’, dan ‘sudut putar’.
- Nilai uji statistik *Durbin-Watson* = 1,258, jadi dapat diasumsikan tidak terjadi *autocorrelation*.
- Tabel ANOVA mengindikasikan bahwa regresi berganda secara statistik sangat signifikan dengan uji statistik $F = 16,497$ dan derajat kebebasan (*degree of freedom* atau *df*) $k = 3$ dan $n - k - 1 = 23$. $P\text{-value} = 0,00$, lebih kecil dari $\alpha = 0,05$.
- Uji F menguji hipotesis $H_0: \beta_4 = \beta_5 = \beta_9 = 0$ terhadap $H_1: \beta_4, \beta_5, \text{ dan } \beta_9$ tidak semuanya nol. Dari nilai $P\text{-value} = 0,00$ yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ terlihat bahwa $H_0: \beta_4 = \beta_5 = \beta_9 = 0$ ditolak secara signifikan.
- Persamaan regresi berganda (model) yang diperoleh dengan metode kriteria kuadrat terkecil (*Least squares criterion*) adalah;

Fungsi regresi 1

$$y = 1,602 + 0,198x_4 - 0,035x_5 + 0,161x_9 \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

X_4 : kedalaman galian

X_5 : sudut putar

X_9 : Konsumsi solar

- Untuk menguji masing-masing koefisien regresi digunakan uji-*t* dengan hasil sebagai berikut:
 - Variabel ‘ kedalaman galian’: $H_0: \beta_4 = 0$ terhadap $H_1: \beta_4 \neq 0$
 - Hasil uji-*t*: $t = 3,226$ dengan *df* $n - k - 1 = 23$, dan $P\text{-value} = 0,004$ yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ terlihat bahwa $H_0: \beta_4 = 0$ ditolak secara signifikan.

- Variabel ‘sudut putar’: $H_0: \beta_5 = 0$ terhadap $H_1: \beta_5 \neq 0$
- Hasil uji- t : $t = -0,653$ dengan $df \ n-k-1 = 23$, dan $P\text{-value} = 0,52$ yang lebih besar dari $\alpha = 0,05$ terlihat bahwa $H_1: \beta_5 \neq 0$ ditolak secara signifikan.
- Variabel ‘konsumsi solar’: $H_0: \beta_9 = 0$ terhadap $H_1: \beta_9 \neq 0$
- Hasil uji- t : $t = 5,965$ dengan $df \ n-k-1 = 23$, dan $P\text{-value} = 0,00$ yang lebih besar dari $\alpha = 0,05$ terlihat bahwa $H_0: \beta_9 = 0$ ditolak secara signifikan.
- Dari tabel *Coefficients* juga terlihat bahwa nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) sebesar 1,125 untuk variabel ‘kedalaman galian’, 1,147 untuk variabel ‘sudut putar’, dan 1,029 untuk variabel ‘konsumsi solar’. Dengan nilai $VIF > 1$, maka antara variabel-variabel tersebut tidak terjadi *multicollinearity* (atau tepatnya hanya *low collinearity*).
- Dari gambar *Normal Probability Plot* juga terlihat bahwa titik-titik data membentuk pola linier sehingga konsisten dengan distribusi normal.
- *Scatter plot* antara *standardized residual* (*ZRESID) dan *standardized predicted value* (*ZPRED) tidak membentuk suatu pola tertentu, sehingga dapat dikatakan *residual* memiliki *variance* yang konstan (*homoscedasticity*).

1V.10. ANALISA PRODUKTIFITAS

Tingkat produktivitas yang dapat dihasilkan dari model regresi (8) diatas dengan nilai variabel bebas sesuai data lapangan adalah sebagai berikut:

$$y = 1,602 + 0,198x_4 - 0,035x_5 + 0,161x_9$$

Dimana:

X_4 : 85,2% responden menyatakan bahwa kedalaman galian yang terlaksana dilapangan adalah antara 40%-75% dari kapasitas maksimum ekskavator. Nilai kedalaman galian diambil dari nilai tengah kisaran tersebut, yaitu sebesar 57,5%. Lihat tabel 4.10.1.

X_5 : 77,8% responden menyatakan bahwa sudut putar yang mampu dilakukan ekskavator dilapangan adalah maksimal 180° . Lihat tabel 4.10.2.

X_9 : 59,3% responden menyatakan bahwa konsumsi solar per hari sebanyak empat tangki. Lihat tabel 4.10.3.

Jadi model regresi tersebut menjadi:

$$y = 1,602 + 0,198x_4 - 0,035x_5 + 0,161x_9$$

$$y = 1,602 + 0,198x_4 - 0,035 + 0,161x_9$$

Fungsi regresi 2

$$y = 1,567 + 0,198x_4 + 0,161x_9 \dots\dots\dots(9)$$

Dimana:

Y= tingkat produktifitas ekskavator

X₄= variabel kedalaman galian

X₉= variabel konsumsi solar

Terlihat bahwa perhitungan produktifitas tidak melibatkan variabel bebas sudut putar. Karena variabel ini telah ditolak oleh uji "t", karena tidak bisa membuktikan bahwa H₀: β₅ = 0, dengan nilai uji "t" sebesar -0,653. Hal ini berarti variabel sudut putar berkorelasi negatif (bersifat mengurangi) pada tingkat produktifitas ekskavator, maka menurut ilmu statistika persamaan awal harus direduksi dengan menganggap bahwa X₅=1, kemudian konstanta yang dimilikinya dijumlahkan dengan kongsanta persamaan⁸².

Tabel 4.10. 1 Frekuensi responden terhadap variabel kedalaman galian

Berapa kedalaman galian yang sering dilakukan?

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid dibawah 40% (dari kapasitas maksimum ekskavator)	3	11.1	11.1	11.1
antara 40% - 75% (dari kapasitas maksimum ekskavator)	23	85.2	85.2	96.3
lebih dari 75% (dari kapasitas maksimum ekskavator)	1	3.7	3.7	100.0
Total	27	100.0	100.0	

(Sumber: SPSS 15 output)

⁸² Simamora, Bilson., "Analisis Multivariat Pemasaran"., PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-73-75.

Tabel 4.10. 2 Frekuensi responden terhadap variabel sudut putar

Berapa sudut putar yang mampu dilakukan ekskavator dilapangan?

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid sampai 90 derajat	6	22.2	22.2	22.2
sampai 180 derajat	21	77.8	77.8	100.0
Total	27	100.0	100.0	

(Sumber: SPSS 15 output)

Tabel 4.10. 3 Frekuensi responden terhadap variabel konsumsi solar per hari

Berapa banyak tangki solar yang seringkali terlihat sehari-hari kerja yang dihabiskan oleh satu ekskavator?

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 2 tangki	3	11.1	11.1	11.1
3 tangki	8	29.6	29.6	40.7
4 tangki	16	59.3	59.3	100.0
Total	27	100.0	100.0	

(Sumber: SPSS 15 output)

Fungsi regresi; $y = 1,567 + 0,198x_4 + 0,161x_9$. Selanjutnya digunakan sebagai acuan pada tahap "forecasting" (meramalkan) tingkat produktifitas, pada analisa simulasi dengan metode "Monte Carlo". Juga dijadikan acuan untuk analisa proporsi nilai yang optimal dengan metode "Opquest".

1V.11. SIMULASI MONTE CARLO

Mengacu pada tahapan simulasi dengan metode *Monte Carlo*, maka pelaksanaan simulasinya adalah sebagai berikut:

1. Fungsi linier yang akan menjadi acuan analisa pemodelan, yaitu:

$$y = 1,567 + 0,198x_4 + 0,161x_9$$

Dimana :

Y= tingkat produktifitas ekskavator

X₄= kedalaman galian

X₅= konsumsi solar per hari

2. Hasil dari analisa *deskriptif statistic* ini dapat dilihat pada tabel 4.11.1 untuk variabel bebas kedalaman galian dan pada tabel 4.11.2. untuk variabel bebas konsumsi solar.

3. Hasil *batch fit* untuk setiap variabel bebas dapat dilihat pada tabel 4.11.3 dan 4.11.4. Dari tabel 4.11.3. dapat diinterpretasikan bahwa metode perengkingan data menurut *Cristall Ball* adalah *Chi-Square*, karena nilai dari semua distribusi probabilitas memenuhi persyaratan, yaitu lebih besar dari 0,5. Sedang perengkingan data menurut *Anderson-Darling*, nilai dari semua distribusi probabilitas harus lebih kecil dari 1,5 dan menurut *Kolmogorov-Smirnov* harus lebih kecil dari 0,03 dari hasil output terlihat tidak ada yang sesuai syarat kedua metode tersebut. Dan fungsi distribusi data yang cocok menurut *Cristal Ball*, adalah fungsi distribusi "Triangular".
4. Dengan fungsi distribusi *Triangular* (gambar 4.11.2), data yang dibutuhkan dari hasil *deskriptif statistic* adalah nilai minimum, nilai modus, dan nilai maksimum. Maka simulasi *Monte Carlo* dapat dilakukan, hasil dari simulasi *Monte Carlo* adalah variasi dari tingkat produktifitas yang mungkin dicapai dengan kondisi variabel bebas yang mempengaruhi, seperti dipresentasikan oleh hasil analisa regresi. Lihat lampiran VII.

Tabel 4.11. 1 Output deskriptif statistic untuk kedalaman galian

X_4	
Mean	1,683
Standard Error	0,042
Median	1,725
Mode	1,725
Standard Deviation	0,21
Sample Variance	0,0441
Kurtosis	3,9248
Skewness	-0,754
Range	1,05
Minimum	1,2
Maximum	2,25
Sum	42,075
Count	25

(Sumber: *Cristal Ball output*)

Tabel 4.11. 2 Output deskriptif statistic untuk konsumsi solar per hari

X_9	
Mean	3,32
Standard Error	0,1705
Median	4
Mode	4
Standard Deviation	0,8524
Sample Variance	0,7267
Kurtosis	0,735
Skewness	-1,138
Range	3
Minimum	1
Maximum	4
Sum	83
Count	25

(Sumber: *Cristal Ball output*)

5. Data ini dapat dijadikan *database* untuk mengambil keputusan khususnya untuk hal-hal yang berkaitan dengan tingkat produktifitas ekskavator.

Tabel 4.11. 3 Output Goodness of fit-Batch fit untuk variabel kedalaman galian

Data Series:	X_4	Data Series:	X_4	Data Series:	X_4
Anderson-Darling:	6,0535	Chi-Square:	48,7692	Kolmogorov-Smirnov:	0,4615
Distribution:	0	Distribution:	0	Distribution:	0
Best fit:	Uniform	Best fit:	Triangular	Best fit:	Triangular

(Sumber: *Cristal Ball output*)

Tabel 4.11. 4 Output Goodness of fit-Batch fit untuk variabel konsumsi solar per hari

Data Series:	X_9	Data Series:	X_9	Data Series:	X_9
Anderson-Darling:	2,3092	Chi-Square:	36,3077	Kolmogorov-Smirnov:	0,2734
Distribution:	0	Distribution:	0	Distribution:	0
Best fit:	Beta	Best fit:	Triangular	Best fit:	Beta

(Sumber: *Cristal Ball output*)

Interpretasi dari gambar 4.11.1 (output *Cristal Ball*) adalah bahwa dengan tingkat keyakinan, misal diambil nilai keyakinan 90% produktifitas yang mungkin dicapai adalah $5,93 \text{ m}^3/\text{hari}$. Maka atas acuan nilai ini, bila di lapangan pengambil keputusan dihadapkan pada satu penawaran jasa dengan spesifikasi keyakinan 90% dapat menyelesaikan volume pekerjaan sejumlah 593 m^3 dalam waktu 50 hari. Berarti tingkat produktifitas yang ditawarkan sejumlah $593 \text{ m}^3/50 \text{ hari} = 11,86 \text{ m}^3/\text{hari}$, yaitu dua kali tingkat produktifitas *database*. Penawaran jasa ini boleh dipertimbangkan untuk diterima, bila dibutuhkan kecepatan dalam penyelesaian pekerjaan tanpa memikirkan jumlah biaya yang harus dikeluarkan. Dalam hal ini secara umum jumlah biaya akan berbanding terbalik terhadap waktu penyelesaian.

1,000 Trials			
	Percentile	Fit: Triangular	Forecast values
▶	0%	3.02	3.11
	10%	3.99	4.06
	20%	4.39	4.46
	30%	4.70	4.75
	40%	4.96	5.00
	50%	5.19	5.21
	60%	5.40	5.40
	70%	5.59	5.57
	80%	5.77	5.77
	90%	5.93	5.93
	100%	6.14	6.12

Gambar 4.11. 1 Tabel tingkat keyakinan terhadap tingkat produktifitas target
(Sumber: *Cristal Ball Ouput-percentile*)

1V.12. OPTIMASI DENGAN MENGGUNAKAN *OPTQUEST*

Pelaksanaan penelitian untuk *optquest* adalah sebagai berikut;

1. Fungsi regresi yang dijadikan acuan adalah; $y = 1,567 + 0,198x_4 + 0,161x_9$
2. Tujuan dari optimasi dalam proyek ini adalah meningkatkan tingkat produktifitas ekskavator (y), maka fungsi tersebut menjadi;
 $y \geq 1,567 + 0,198x_4 + 0,161x_9$
3. Menjalankan program. Kemudian *output* dari *opquest* adalah seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.12. 1 Output *Optquest*

Produktifitas Y	2,3111
Variabel X_4	1,725
Variabel X_9	2,5

(Sumber: *Optquest output*)

Dengan nilai keyakinan yang diambil dari output *Cristal Ball*, yaitu sebesar 90% untuk mencapai nilai produktifitas $5,93 \text{ m}^3/\text{hari}$ maka. Batasan ini memberikan proporsi variabel dari *optquest* seperti pada tabel diatas. Interpretasi dari tabel diatas adalah bahwa dengan kedalaman 40%-75% dari 2 m atau 1,725 m dan jumlah konsumsi solar per hari sebanyak 2,5 tangki. Maka hasil yang optimal sebesar $2,3 \text{ m}^3/\text{hari}$ dari tingkat produktifitas lebih mungkin tercapai. Hasil yang optimal ini merupakan ilustrasi sebenarnya yang mungkin terjadi.

1V.13. KESIMPULAN

Serangkaian pelaksanaan analisa data yang dilakukan dengan bantuan beberapa program (*Excel*, *SPSS*, dan *Cristal ball*) menghasilkan:

1. Model regresi multivariable awal; $y = 1,602 + 0,198x_4 - 0,035x_5 + 0,161x_9$.

Dimana:

Y = tingkat produktifitas ekskavator; X_4 = kedalaman galian; X_5 = sudut putar maksimum pelaksanaan; X_9 = konsumsi solar per hari

2. Model regresi multivariable final; $y = 1,567 + 0,198x_4 + 0,161x_9$.

Dimana:

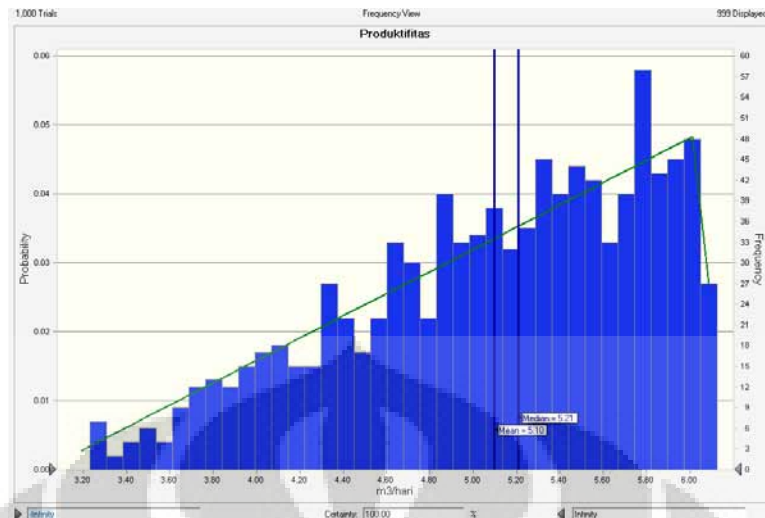
Y = tingkat produktifitas ekskavator,

X_4 = kedalaman galian

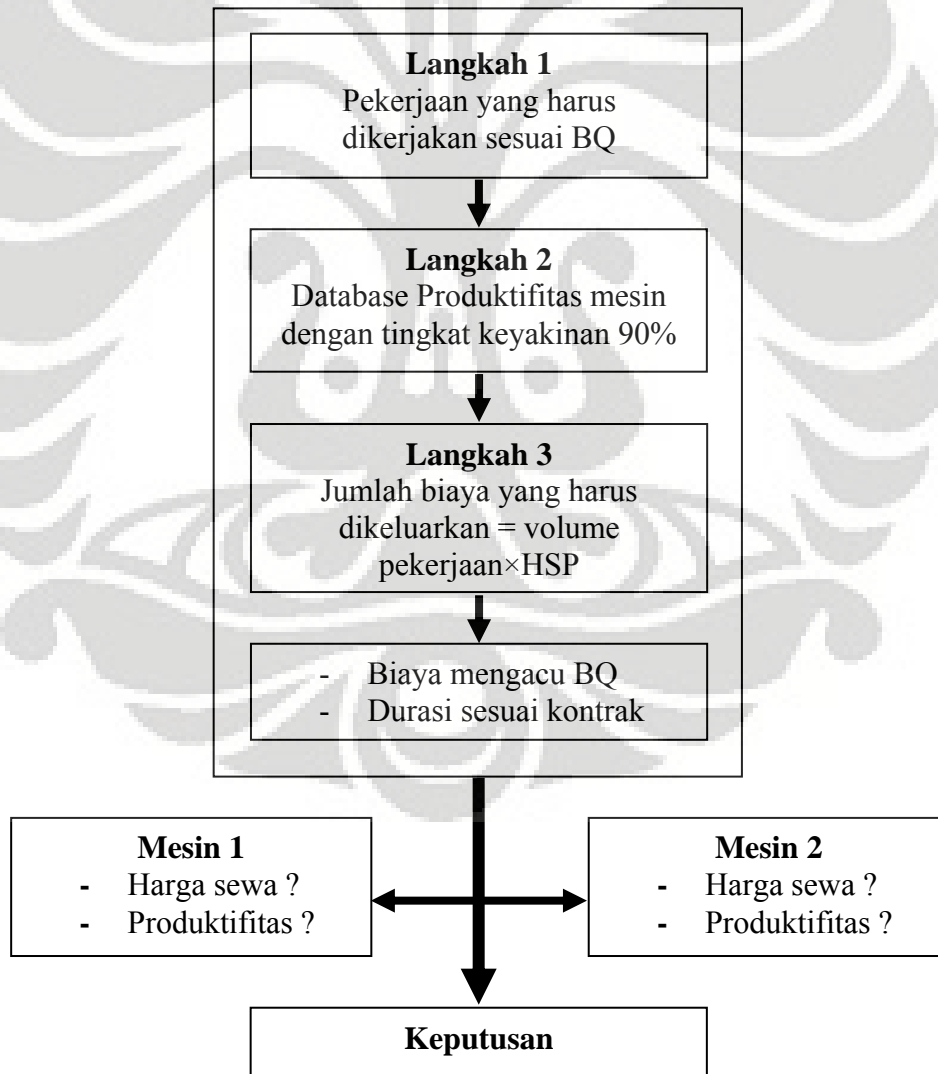
X_9 = konsumsi solar per hari

Perbedaan antara persamaan awal dan final adalah tipe variabel yang berpengaruh terhadap "y". Karena menurut hasil "t-test" terhadap X_5 adalah berkorelasi negatif terhadap "y" dengan nilai *P-value* yang lebih besar dari pada nilai alpha ($0,52 > 0,05$). Oleh sebab itu secara sederhana konstanta variabel X_5 dijumlahkan dengan konstanta persamaan.

3. Metode *Cristal Ball* memberikan output yang dapat dijadikan database pengambilan keputusan untuk hal-hal yang berkaitan dengan tingkat produktifitas ekskavator. Dimana data *output* yang di hasilkan adalah variasi nilai produktifitas dengan variasi tingkat keyakinan untuk mencapainya.
4. Metode *Optquest* memberikan proporsi yang optimal dan paling baik dengan kondisi batas seperti yang ditampilkan dalam model regresi untuk setiap variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel terikat.
5. Dari hasil simulasi dan optimasi yang merupakan bagian dari serangkaian alur pengambilan keputusan. Dapat diturunkan sebuah diagram alir secara keseluruhan untuk menjawab rumusan masalah kedua (lihat gambar 4.13.1)



Gambar 4.11. 2 *Cristal Ball output-Triangular distribution*
(Sumber: *Cristal Ball Ouput*)



Gambar 4.13. 1 Proses pengambilan keputusan

BAB V

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

V.1. PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian dari penelitian dimana temuan yang unik dipaparkan dan dibahas secara ilmiah. Bagaimanapun hasil yang diberikan harus dipaparkan dengan jelas, dengan syarat harus menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan dan tidak menyalahi *flow-chart* penelitian. Temuan pada penelitian ini akan memberikan hasil yang unik, berbeda dengan hasil penelitian lain yang memiliki proses penelitian dan metode yang sama akan tetapi studi kasus yang diambil sama sekali berbeda karakteristik dengan studi kasus pada penelitian ini.

V.2. TEMUAN PENELITIAN

Dari hasil serangkaian analisa, dimulai dengan analisa menggunakan SPSS, berlanjut menggunakan *Cristal Ball*, dan terakhir menggunakan *Optquest*. Adapun beberapa temuan unik untuk studi kasus pada penelitian ini, diantaranya:

5. Variabel-variabel bebas yang menurut SPSS memiliki tingkat pengaruh yang signifikan terhadap tingkat produktifitas ekskavator, pertama adalah kedalaman galian (X_4) yang harus dikerjakan oleh setiap ekskavator dilapangan. Kedua jumlah konsumsi solar per hari (X_9).
6. Dua parameter yang dapat dijadikan database untuk mengambil keputusan dalam penggunaan ekskavator adalah sebagai berikut:
 - Dengan tingkat keyakinan 90% ekskavator harus dapat menyelesaikan pekerjaan sebanyak $5,93 m^3$.
 - Dengan kedalaman galian $1,725 m$ dan jumlah tangki solar yang dihabiskan per hari sebanyak $2,5 m$, maka produktifitas yang optimal adalah $2,3 m^3/hari$

V.3. PEMBAHASAN TEMUAN

Pembahasan secara ilmiah mengenai penemuan-penemuan diatas adalah sebagai berikut:

1. Latar belakang dari responden yang mengisi kuesioner adalah dari pihak kontraktor dimana cara berpikir yang cenderung mempengaruhi jawaban atas setiap pertanyaan yang diajukan adalah cara berpikir yang praktis, yaitu cara berfikir yang mengutamakan kecepatan penyelesaian pekerjaan dengan logika sederhana dalam menghadapi suatu masalah konstruksi. Oleh sebab itu hasil analisa statistika atas tabulasi data mengenai variabel-variabel bebas yang mempengaruhi variabel terikat (tingkat produktifitas ekskavator) hanya variabel kedalaman galian (X_4) dan variabel konsumsi solar per hari (X_9).
2. Persamaan regresi yang dapat digunakan untuk menganalisa tingkat produktifitas yang mungkin dicapai dengan bobot variabel bebas yang bervariasi, adalah: $y = 1,567 + 0,198x_4 + 0,161x_9$. Variasi tingkat keyakinan untuk mencapai setiap tingkat produktifitas ekskavator dan nilai proporsi optimal untuk kedua variabel pada persamaan tersebut dapat dijadikan *database* untuk pengambilan keputusan dalam menggunakan ekskavator baik dengan pertimbangan jumlah biaya yang harus dikeluarkan, jumlah alat yang harus digunakan, ataupun durasi yang menjadi acuan penyelesaian pekerjaan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan tersebut. Setelah pertimbangan-pertimbangan tersebut dihitung, maka pengambilan keputusanpun dapat dilaksanakan (diagram alir, lihat gambar 4.13.1)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. PENDAHULUAN

Pada setiap analisa untuk penelitian yang bersifat unik (serupa tapi tak sama/ berbeda sama sekali/ baru) akan menghasilkan beberapa poin temuan. Temuan-temuan tersebut merupakan jawaban atas beberapa masalah yang telah ditetapkan secara unik pada awal penelitian. Jawaban ini pada tahap ini akan di bahas untuk di interpretasikan maksudnya.

VI.2. KESIMPULAN

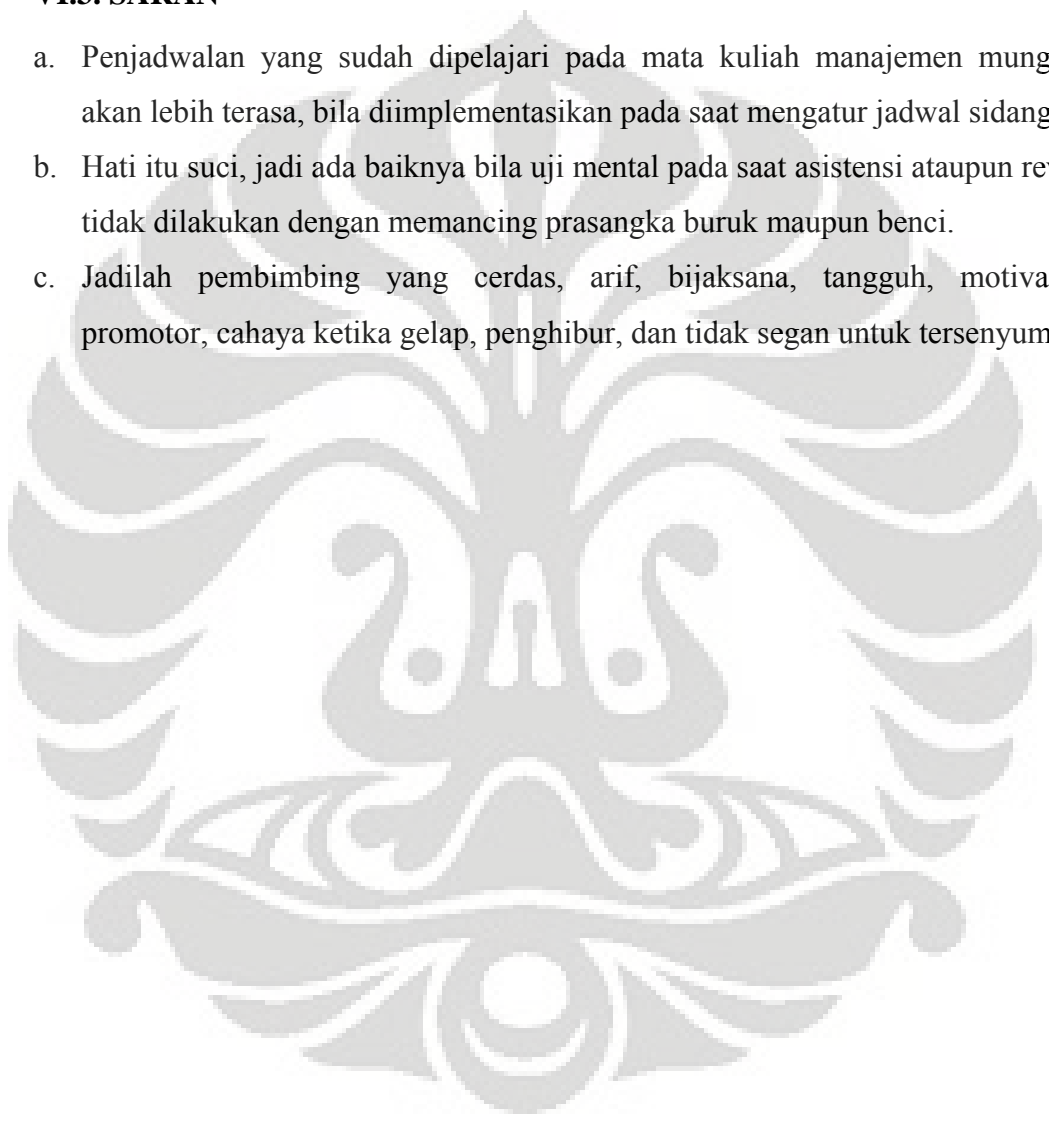
Kesimpulan atas serangkaian analisa dengan menggunakan SPSS, *Cristal Ball*, maupun *Optquest* bertujuan untuk memberikan jawaban atas rumusan masalah pada BAB I. Adapun kesimpulan yang dapat ditarik untuk menjawab rumusan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengambilan keputusan dalam hal penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*) adalah variabel-variabel bebas yang berpengaruh terhadap tingkat produktifitas ekskavator, yaitu:
 - Kedalaman galian yang harus dikerjakan X_4 ,
 - Konsumsi solar yang dihabiskan dalam sehari kerja X_9 .
2. Dengan mengacu pada gambar 2.2.2. proses pengambilan keputusan untuk penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*) di proyek ini dipresentasikan oleh gambar 4.13.1. Diagram alir tersebut diawali dengan tiga tahap awal, yaitu; mengkoleksi setiap item pekerjaan yang harus diselesaikan oleh ekskavator sesuai BQ, mengumpulkan setiap *database* yang berkaitan dengan tingkat produktifitas ekskavator (dengan tingkat keyakinan 90%), menghitung biaya yang harus dikeluarkan ($\text{volume pekerjaan} \times \text{HSP}$). Data ini kemudian dibandingkan dengan jumlah biaya dan durasi penyelesaian pekerjaan sesuai BQ. Hasil dari perbandingan ini adalah sebuah keputusan atas beberapa

ekskavator yang mungkin disewa (dengan data biaya sewa dan kapasitas). Berapa jumlah ekskavator yang akan dipakai maupun berapa jumlah biaya yang mungkin untuk menyewa ekskavator dengan jumlah yang optimal untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai BQ dapat dihitung.

VI.3. SARAN

- a. Penjadwalan yang sudah dipelajari pada mata kuliah manajemen mungkin akan lebih terasa, bila diimplementasikan pada saat mengatur jadwal sidang
- b. Hati itu suci, jadi ada baiknya bila uji mental pada saat asistensi ataupun revisi tidak dilakukan dengan memancing prasangka buruk maupun benci.
- c. Jadilah pembimbing yang cerdas, arif, bijaksana, tangguh, motivator, promotor, cahaya ketika gelap, penghibur, dan tidak segan untuk tersenyum.



DAFTAR PUSTAKA

Adinus Saleh, tesis "Resiko Politik bagi Konsultan Lokal pada Pengadaan Jasa Konsultan Jalan dan Jembatan dengan KB di Indonesia", PPSBIT-UI, Kekfausan Manajemen Proyek, 2002 mengacu dari Dillon, W.R. and Goldstein, M, "Multivariate Analysis Methods and Applications", John Willey & Sons.

Adinus Saleh, tesis "Resiko Politik bagi Konsultan Lokal pada Pengadaan Jasa Konsultan Jalan dan Jembatan dengan ICB di Indonesia", PPSBIT-UI, Kekhususan Manajemen Prqyek, 2002 mengacu dari Katz, D.A., "Econometric Theory and Application", Prentice Hall Inc., 1982

Adinus Saleh, tesis "Resiko Politik bagi Konsultan Lokal pada Pengadaan Jasa Konsultan Jalan dan Jembatan dengan ICB di Indonesia", PPSBIT-UI, Kekhususan Manajemen Proyek, 2002 mengacu dari Draper, N., Smith, H., "Analisis Regresi Terapan", Gramedia, 1986

Afrizal N., "Administrasi dan Manajemen Kontrak", Kompetensi Manajemen Konstruksi, HAMKI 2003.

Anonymous," Cranes Today ", News: In brief ; Jun 2007; 390; Academic Research Library p.7

Ansori, tesis" Sumber Resiko Penurunan Kinerja Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi pada Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Diesel PT. PLN (Persero)". PPSBIT. Jakarta, Universitas Indonesia. mengacu dari Siegel, S, "Statistik Non Parametrik", Gramedia

Cleland, David I., Ireland, Lewis R., "Project Management : Statagic Design and Iplementation", McGraw-Hill, 2002, p.317.

Curt Finch : "Project Management: Using Data to Increase Profitability and Reduce Risks Employee Benefit Plan Review "; Apr 2006; 60, 10; ABI/INFORM Global.

David J Edwards., Hamid Malekzadeh., Silas B Yisa., "A linear programming decision tool for selecting the optimum excavator"., Structural Survey; 2001; 19, 2; ABI/INFORM Global, pg. 113

Deere, John., "Construction Equipment : Attachment & Custom Engineering Guide", Customer version 15 Edition, Deere and Company, 2001.

Fellows, R., & Liu, Anita., " Research Methods For Construction, Blackwell Sciense, 1997.

Hair, Jr., Joseph. F, et. Al., 1998., "Multivariate Data Analysis. Fifth Edition". Prentice-Hall Inc., New Jersey.

Iman S., “Manajemen Proyek (Dari konseptual sampai operasional)”, Erlangga 2001.

Ir. Rochamandi., “Alat-Alat Berat dan Penggunaannya”, 1989, YBPPU.

Lynn Landberg.,” Refinements keep excavator class tops”., Construction Equipment; Mar 1998; 97, 3; ABI/INFORM Global, pg. 90

Majalah Industri KONSTRUKSI, No.250-Mei-A 1997.

Majalah PROYEKSI, Edisi XII, tahun 2, 16 September-15 Oktober 2005

Miftahudin, Moh., “Evaluasi Faktor Biaya Dalam Penggunaan Alat-Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Wadu UI”, Master Skripsi Teknik Sipil UI, Tahun 2001, hal. 4.

Nan Andrews Amish; Colleen Cayes; Joy-Ellen Lipsky, “Use the Right Resource Every Time”, Consulting to Management; Mar 2006; 17, 1; BI/INFORM Global, p. 45

Nazir, Moh., “Metode Penelitian”, GHALIA INDONESIA, 1988, hal.99

Nursin, Afrizal., “Analisis Operasi Backhoe, Studi Menentukan Faktor Koreksi Waktu Siklus Dalam Menghitung Produksi”, Master Skripsi, Tahun 1995, hal. iii.

Nuryanto, R. Bambang., “Alat-alat Berat-Pemindahan Tanah Mekanis”, Diktat Alat Berat, hal. 2.

Peurifoy, R.L etc.”Construction Planning, Equipment Methods”, McGraw-Hill, seventh edition 2006, p.268

PMBOK, “A Guide to the Project Management Body of Knowledge”, Project Management Institute, Pennsylvania USA, 2004. p.9

PT. UNITED TRACTOR, 1979

S Dass; H Steyn . “AN EXPLORATORY ASSESSMENT OF PROJECT DURATION IN MULTIPLE-PROJECT SCHEDULES”, South African Journal of Industrial Engineering; May 2006; 17, 1; ProQuest Science Journals. p. 39

S. Uyanto, Stanislaus, Ph.D., “Pedoman Analisis Data dengan SPSS”, Graha Ilmu, Jakarta, 2006, hal 191

Sarah Fisher Gale, “Tick, tick, tick...” PM Network; Dec 2005; 19, 12; ABI/INFORM Trade & Industry. P. 46

Sekarang, Uma. 2000. ”*Research Method for Bussiness*”. John Willey and Sons, New York, hal. 427

Sellwood Bridge Project, Multnomah County, Decision Making Structure and Process, memorandum, July 2006

Simamora, Bilson., "Analisis Multivariat Pemasaran", PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005, hal-71.

Simamora, Bilson., "Analisis Multivariat Pemasaran", PT. Gramedia Pustaka

Tobing, L. Tohom., "*Critical Success Factor* Pelaksanaan Proyek Jalan di Indonesia", Master Tesis Teknik Sipil UI, Tahun 2003, hal. 5.

Tong Zhao, Satheesh K. Sundararajan; and Chung-Li Tseng., "Highway Development Decision-Making under Uncertainty: A Real Options Approach",

Journal of Infrastructure Systems, Vol. 10, No.1, March 1, 2004. ©ASCE, ISSN 1076-0342/2004/1-23-32/\$18.00.

UU No.13 tahun 1980 Tentang Jalan, Bab 1 Pasal 1.e

Walpole, R. E. & Myers, R. H. (1993) Probability and Statistics for Engineers and Scientists, New York, Mac Milan.

Yarman, Hamdi., "Tinjauan Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Mekanis Terhadap Waktu dan Biaya", Master Skripsi, Tahun 1999, hal. 7.

Zikmund, William. G. 2000. "*Business Research Method*". Sixth edition. The Dryden Press, Orlando.

LAMPIRAN I

FORM KUESIONER

QUESTIONER ESSAY

Profil penulis

Nama : Ichsan Fachmi R.
N.I.M : 040521028X
Fakultas : Teknik UI ekstensi
Jurusan : Teknik Sipil



Pendahuluan

Questioner ini merupakan salah satu langkah yang diambil dalam sebuah penelitian untuk mendapatkan data-data dari narasumber yang berkompeten. Data yang nantinya diambil akan dijadikan literatur, juga sebagai acuan dalam merangkai metode penelitian. Jawaban tertulis dari narasumber sekaligus bertujuan untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian. Questioner ini terdiri atas sembilan (9) pertanyaan essay, dimana jawaban atas pertanyaan yang diajukan dapat ditulis pada kotak yang telah disediakan apabila tidak cukup, maka telah disediakan satu lembar kosong pada lembaran terakhir questioner ini.

Topik penelitian

Proses penggunaan sumberdaya alat berat (*excavator / backhoe*) dalam suatu proyek jalan.

Rumusan masalah

Ada dua pertanyaan yang harus dijawab oleh penelitian ini, yaitu :

1. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pengambilan keputusan dalam proses penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*), baik dari sudut waktu dan biaya.
2. Bagaimana proses penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*) di lapangan.

Maksud dan tujuan penelitian

Maksud penelitian ini adalah memberikan informasi dan masukan-masukan tentang hambatan, manfaat, peran dan tindakan koreksi pada perencanaan pengalokasian sumberdaya (alat berat).

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pengambilan keputusan dalam proses penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*), baik dari sudut waktu dan biaya.
2. Untuk melakukan kajian mengenai proses penggunaan sumber daya alat berat (*excavator*) di lapangan.

Profil narasumber

Nama :

Pekerjaan :

Posisi di lapangan :

Jobdesk di lapangan :

Pengalaman kerja :-

-

-

-

-

Pertanyaan-pertanyaan

1. Apakah bapak/ ibu masih aktif dalam suatu proyek sipil, proyek apa dan dimana?

2. Jika tidak, sekarang bapak/ ibu aktif sebagai apa dan dimana?

3. Lalu apakah yang bapak/ ibu ketahui mengenai *resource allocation* ?



A large, faint watermark of the University of Indonesia crest is centered on the page, behind the text and answer boxes. The crest features a stylized tree with a central trunk and symmetrical branches, topped with a crown-like element.

4. Apakah kaitan antara ”*resource allocation*” dengan batasan waktu penyelesaian pekerjaan dan keterbatasan biaya?

A dashed rectangular box intended for the answer to question 4.

5. Apa sajakah faktor-faktor yang menjadi dasar dalam pengambilan keputusan, khususnya dalam kasus penggunaan sejumlah sumber daya secara umum (berikan penjelasan atas faktor-faktor tersebut)?

A large dashed rectangular box intended for the answer to question 5.

6. Bagaimana dengan proses penggunaan dalam kasus untuk mengalokasikan sejumlah sumberdaya dengan batasan waktu dan biaya (jelaskan sekaligus dengan *flow-chart* dari proses perencanaan tersebut) ?

A dashed rectangular box intended for the answer to question 6.



7. Masalah apa saja yang pernah dihadapi dalam hal penggunaan sumberdaya, kemudian bagaimana bapak/ ibu menyelesaikannya (ceritakan) ?

8. Dalam kasus penggunaan sumberdaya alat berat (*excavator*), faktor-faktor apa saja yang menjadi dasar dalam pengambilan keputusan untuk dialokasikannya sejumlah *excavator* ?



9. Bagaimana proses pengambilan keputusan untuk penggunaan *excavator* berjalan ?



QUESTIONER *MULTIPLE CHOISE*

Profil penulis

Nama : Ichsan Fachmi R.
N.I.M : 040521028X
Fakultas : Teknik UI ekstensi
Jurusan : Teknik Sipil



Pendahuluan

Quesioner ini merupakan salah satu langkah yang diambil dalam sebuah penelitian skripsi untuk mendapatkan data-data dari narasumber yang berkompeten. Data yang nantinya diambil akan dijadikan literatur, juga sebagai acuan dalam merangkai metode penelitian kemudian untuk menetapkan variabel-variabel yang seringkali muncul untuk perhitungan analisa produktifitas dan biaya dari ekskavator. Jawaban tertulis dari narasumber sekaligus bertujuan untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian.

Profil narasumber

Nama :
Pekerjaan :
Posisi di lapangan :
Jobdesk di lapangan :

Pengalaman kerja : -
-
-
-

Pertanyaan (kondisi eksisting):

1. Bagaimana kondisi penggalian di lapangan (X_1)?
a. Mudah b. Sedang c. Sulit
2. Bagaimana sifat dari tanah yang akan dipindahkan (X_2)?

- a. Lempung (lembab) b. Berpasir c. Pasir dan kerikil d. Tanah biasa
- e. Lempung keras f. Lempung basah g. Batu gradasi baik
- h. Batu gradasi jelek
3. Bagaimana dengan kemampuan dari operator dalam mangoperasikan ekskavator (X_3) ?
- a. Kurang b. Biasa c. Mahir
4. Berapa kedalaman galian yang sering dilakukan (X_4)?
- a. dibawah 40% (dari kapasitas maksimum ekskavator)
- b. antara 40%-75% (dari kapasitas maksimum ekskavator)
- c. lebih dari 75% (dari kapasitas maksimum ekskavator)
5. Berapa sudut putar yang mampu dilakukan ekskavator dilapangan (X_5)?
- a. Sampai 90° b. Sampai 180°
6. Bagaimana dengan medan kerja yang dihadapi ekskavator (X_6)?
- a. Sempurna b. Baik c. Cukup d. Kurang
7. Bagaimana dengan kondisi sistem manajemen dari kontraktor (X_7)?
- a. Sempurna b. Baik c. Cukup d. Kurang
8. Bagaimana dengan lokasi penumpahan tanah (lokasi *dumptruck*) (X_8)?
- a. Lokasi *dumptruck* dekat dengan lokasi ekskavator.
- b. Lokasi *dumptruck* berjauhan dengan lokasi ekskavator.
9. Berapa banyak tangki solar yang seringkali terlihat sehari-hari kerja yang dihabiskan oleh satu ekskavator (X_9)?
- a. 1 tangki b. 2 tangki c. 3 tangki d. 4 tangki.

LAMPIRAN II TABULASI DATA

TABULASI DATA

Variabel	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	Y
Responden										
Satria Putra Aji	2	6	3	2	1	2	3	1	4	2,67
Sudi Wahono	2	4	3	2	1	4	3	1	4	2,67
Wawan	2	3	2	2	2	2	3	1	3	2,22
Udin	2	4	2	2	2	3	3	1	4	2,56
Mamat	2	4	3	2	2	3	3	1	4	2,67
Aming	2	4	3	1	1	3	3	1	4	2,44
Sumarto	2	4	3	2	2	3	3	1	3	2,56
Yoni	2	4	3	2	2	3	3	1	4	2,67
Suwito	2	4	3	2	2	3	2	1	4	2,56
Sarino	2	4	3	2	2	2	2	1	4	2,44
Miksan	2	4	3	2	2	2	2	1	4	2,44
Sarkum	2	4	2	2	2	3	3	1	4	2,56
Widodo	2	4	2	1	2	3	3	1	2	2,22
Endit K	2	4	3	3	2	3	2	2	3	2,67
No-name	2	4	2	2	1	3	3	1	1	2,11
Agus S	2	4	2	1	1	3	2	1	3	2,11
Apip Ridwan	2	4	2	2	2	3	2	1	4	2,44
R Tambunan	2	4	3	2	2	3	2	1	4	2,56
Asep	2	4	3	2	2	3	3	1	4	2,67
Oerip Nugroho	2	4	2	2	1	3	3	1	2	2,22
Nur Rochman	2	6	2	2	2	2	3	1	3	2,56
Alex	3	4	2	2	2	3	3	1	3	2,56
Ace	2	4	3	2	2	3	2	1	3	2,44
Sumanto	2	6	3	2	1	3	2	1	4	2,67
Hikmat	1	4	3	2	2	2	3	1	3	2,33
Fauzi Nugroho	2	4	2	2	2	2	2	1	2	2,11
Wawan H	2	4	3	2	2	2	2	1	4	2,44

LAMPIRAN III

HASIL ANALISA SPSS-ANALISA DESKRIFTIF

Reliability

Notes

Output Created		27-DEC-2007 01:15:28
Comments		
Input	Data	D:\M-13's_files\m-13's_thesis\Output-SPSS\Data-keseluruhan.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the procedure.
Syntax		RELIABILITY /VARIABLES=X3 X4 X9 X1 X2 X5 X6 X7 X8 /SCALE('produktifitas') ALL/MODEL=ALPHA /STATISTICS=CORR ANOVA COCHRAN /SUMMARY=TOTAL .
Resources	Elapsed Time	0:00:00,14
	Memory Available	786944 bytes
	Largest Contiguous Area Workspace Required	786944 bytes 1304 bytes
	Processor Time	0:00:00,11

[DataSet1] D:\M-13's_files\m-13's_thesis\Output-SPSS\Data-keseluruhan.sav

Scale: produktifitas

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	27	100,0
	Excluded(a)	0	,0
	Total	27	100,0

a Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,174	,183	9

Inter-Item Correlation Matrix

	Kemampuan Operator	Kedalaman galian	Konsumsi solar	Kondisi penggalian	Sifat tanah	Sudut putar	Medan Kerja	Kondisi sistem manajemen kontraktor	Lokasi Dumptruck
Kemampuan Operator	1,000	,237	,556	-,277	,117	,025	,022	-,227	,163
Kedalaman galian	,237	1,000	,088	,000	,054	,331	-,099	-,163	,558
Konsumsi solar	,556	,088	1,000	,000	,145	,164	,052	-,176	-,088
Kondisi penggalian	-,277	,000	,000	1,000	,000	,000	,264	,000	,000
Sifat tanah	,117	,054	,145	,000	1,000	-,342	-,183	,004	-,054
Sudut putar	,025	,331	,164	,000	-,342	1,000	-,297	-,147	,116
Medan Kerja	,022	-,099	,052	,264	-,183	-,297	1,000	,168	,099
Kondisi sistem manajemen kontraktor	-,227	-,163	-,176	,000	,004	-,147	,168	1,000	-,237
Lokasi Dumptruck	,163	,558	-,088	,000	-,054	,116	,099	-,237	1,000

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Kemampuan Operator	19,59	2,097	,346	,464	-,033(a)
Kedalaman galian	20,26	2,430	,226	,438	,080
Konsumsi solar	18,81	1,464	,335	,438	-,187(a)
Kondisi penggalian	20,19	2,772	,000	,208	,182
Sifat tanah	18,00	2,462	-,036	,303	,241
Sudut putar	20,44	2,795	-,097	,421	,240
Medan Kerja	19,44	2,641	-,040	,337	,221
Kondisi sistem manajemen kontraktor	19,59	2,943	-,201	,161	,305
Lokasi Dumptruck	21,15	2,746	,103	,409	,156

a The value is negative due to a negative average covariance among items. This violates reliability model assumptions. You may want to check item codings.

ANOVA with Cochran's Test

	Sum of Squares	df	Mean Square	Cochran's Q	Sig
Between People	8,230	26	,317	167,523	,000
Within People					
Between Items	187,860	8	23,483		
Residual	54,362	208	,261		
Total	242,222	216	1,121		
Total	250,453	242	1,035		

Grand Mean = 2,47

Notes

Output Created	26-DEC-2007 22:32:26	
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data.
Syntax	FREQUENCIES VARIABLES=J /STATISTICS=STDDEV VARIANCE MINIMUM MAXIMUM MEAN MEDIAN /BARCHART PERCENT /ORDER= ANALYSIS .	
Resources	Elapsed Time	0:00:00,89
	Processor Time	0:00:00,81

[DataSet0]

Statistics

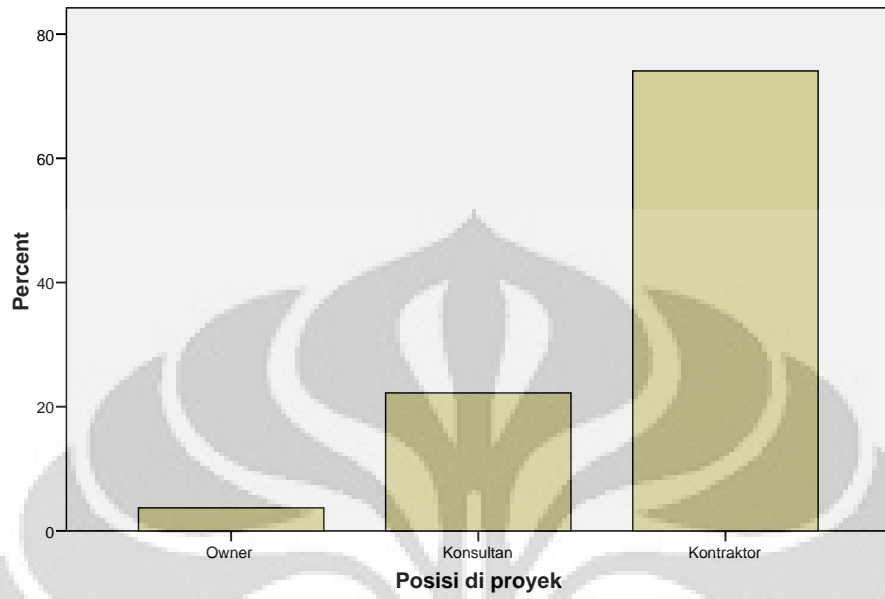
Posisi di proyek

N	Valid	27
	Missing	0
Mean		2,70
Median		3,00
Std. Deviation		,542
Variance		,293
Minimum		1
Maximum		3

Posisi di proyek

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Owner	1	3,7	3,7	3,7
	Konsultan	6	22,2	22,2	25,9
	Kontraktor	20	74,1	74,1	100,0
	Total	27	100,0	100,0	

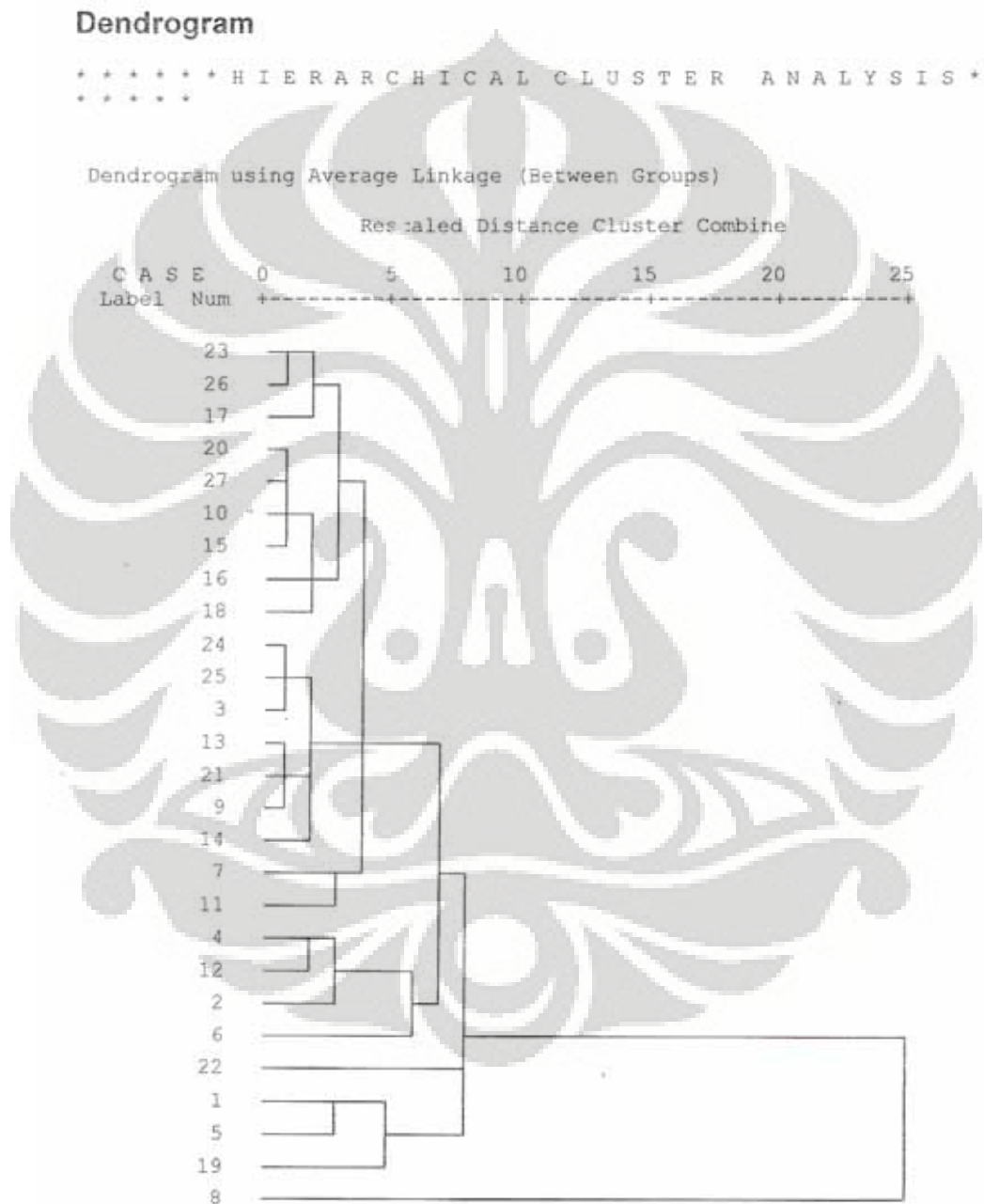
Posisi di proyek



LAMPIRAN IV

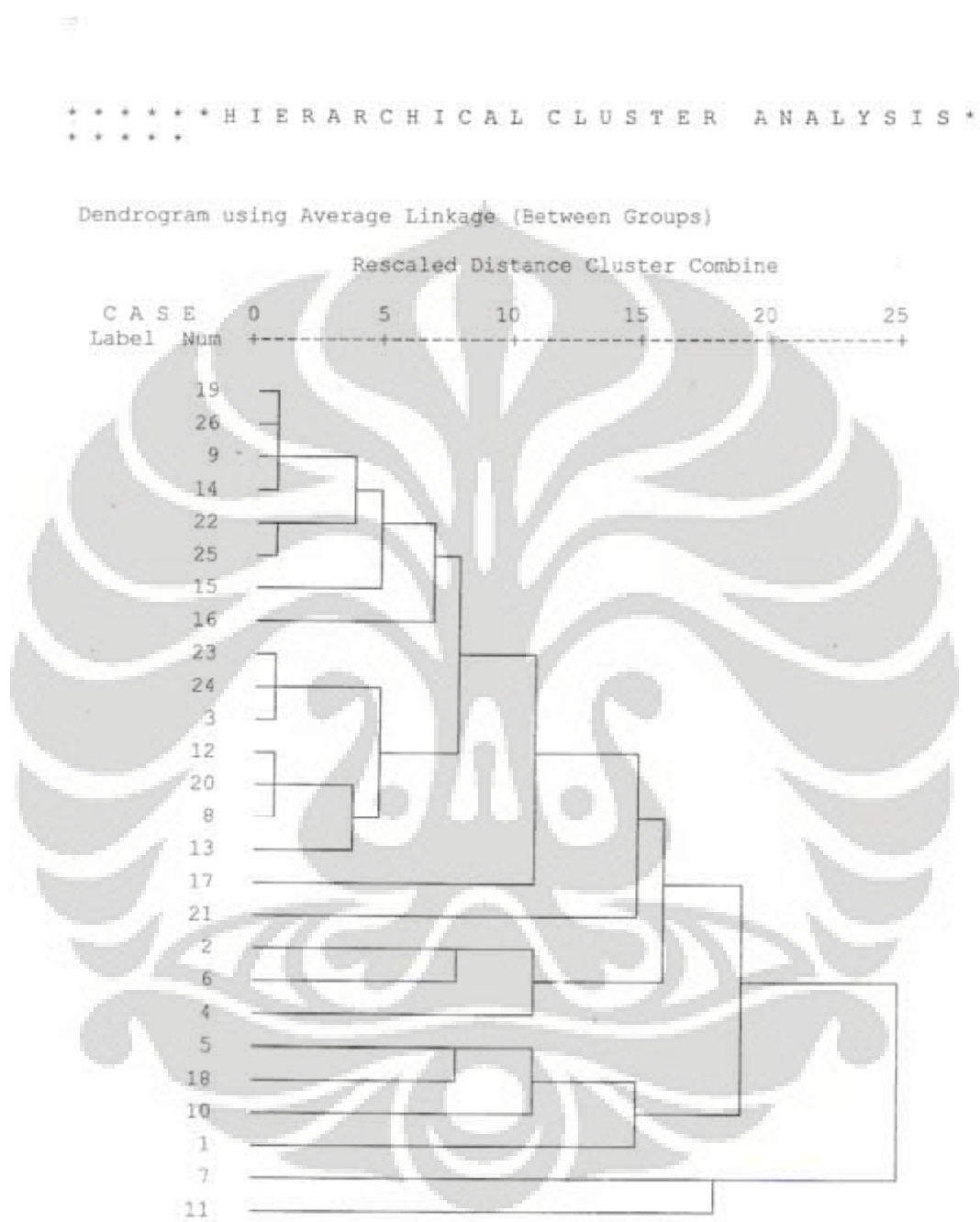
HASIL ANALISA SPSS-ANALISA KLASER

Dendrogram dengan keseluruhan anggota responden.



Dendrogram tanpa responden no.8 (*outlier*).

Dendrogram



LAMPIRAN V

HASIL ANALISA SPSS-ANALISA KORELASI

Correlations

[DataSet4] D:\M-13's_files\m-13's_thesis\Output-SPSS\Data-keseluruhan.sav

Correlations

		Kondisi penggalian	Sifat tanah	Kemampuan Operator	Kedalaman galian	Sudut putar	Medan Kerja	Kondisi sistem manajemen kontraktor	Lokasi Dumptruck	Konsumsi solar	Produktifitas rata-rata perhari
Kondisi penggalian	Pearson Correlation	1	,000	-,277	,000	,000	,264	,000	,000	,000	,168
	Sig. (2-tailed)		1,000	,162	1,000	1,000	,184	1,000	1,000	1,000	,402
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Sifat tanah	Pearson Correlation	,000	1	,117	,054	-,342	-,183	,004	-,054	,145	,372
	Sig. (2-tailed)	1,000		,561	,788	,081	,361	,984	,788	,472	,056
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Kemampuan Operator	Pearson Correlation	-,277	,117	1	,237	,025	,022	-,227	,163	,556(**)	,587(**)
	Sig. (2-tailed)	,162	,561		,235	,900	,915	,254	,418	,003	,001
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Kedalaman galian	Pearson Correlation	,000	,054	,237	1	,331	-,099	-,163	,558(**)	,088	,437(*)
	Sig. (2-tailed)	1,000	,788	,235		,091	,625	,418	,003	,662	,023
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Sudut putar	Pearson Correlation	,000	-,342	,025	,331	1	-,297	-,147	,116	,164	,167	
	Sig. (2-tailed)	1,000	,081	,900	,091		,132	,466	,564	,415	,404	
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Medan Kerja	Pearson Correlation	,264	-,183	,022	-,099	-,297	1	,168	,099	,052	,277	
	Sig. (2-tailed)	,184	,361	,915	,625	,132		,403	,625	,798	,162	
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Kondisi sistem manajemen kontraktor	Pearson Correlation	,000	,004	-,227	-,163	-,147	,168	1	-,237	-,176	,098	
	Sig. (2-tailed)	1,000	,984	,254	,418	,466	,403		,235	,379	,628	
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Lokasi Dumptruck	Pearson Correlation	,000	-,054	,163	,558(**)	,116	-,099	-,237	1	-,088	,215	
	Sig. (2-tailed)	1,000	,788	,418	,003	,564	,625	,235		,662	,281	
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Konsumsi solar	Pearson Correlation	,000	,145	,556(**)	,088	,164	,052	-,176	-,088	1	,733(**)	
	Sig. (2-tailed)	1,000	,472	,003	,662	,415	,798	,379	,662		,000	
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Produktifitas rata-rata perhari	Pearson Correlation	,168	,372	,587(**)	,437(*)	,167	,277	,098	,215	,733(**)	1	
	Sig. (2-tailed)	,402	,056	,001	,023	,404	,162	,628	,281	,000		
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

LAMPIRAN VI

HASIL ANALISA SPSS-ANALISA FAKTOR

Factor Analysis

[DataSet4] D:\M-13's_files\m-13's_thesis\Output-SPSS\Data-keseluruhan.sav

Correlation Matrix

		Kemampuan Operator	Kedalaman galian	Konsumsi solar
Correlation	Kemampuan Operator	1,000	,237	,556
	Kedalaman galian	,237	1,000	,088
	Konsumsi solar	,556	,088	1,000
Sig. (1-tailed)	Kemampuan Operator		,117	,001
	Kedalaman galian	,117		,331
	Konsumsi solar	,001	,331	

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,509
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	10,405
	df	3
	Sig.	,015

Anti-image Matrices

		Kemampuan Operator	Kedalaman galian	Konsumsi solar
Anti-image Covariance	Kemampuan Operator	,655	-,178	-,372
	Kedalaman galian	-,178	,941	,043
	Konsumsi solar	-,372	,043	,689
Anti-image Correlation	Kemampuan Operator	,506(a)	-,226	-,553
	Kedalaman galian	-,226	,541(a)	,054
	Konsumsi solar	-,553	,054	,507(a)

a Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Communalities

	Initial	Extraction
Kemampuan Operator	1,000	,770
Kedalaman galian	1,000	,192
Konsumsi solar	1,000	,678

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,640	54,661	54,661	1,640	54,661	54,661
2	,937	31,237	85,897			
3	,423	14,103	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix(a)

	Component
	1
Kemampuan Operator	,878
Kedalaman galian	,438
Konsumsi solar	,823

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a 1 components extracted.

Rotated Component Matrix(a)

a Only one component was extracted. The solution cannot be rotated.

LAMPIRAN VII

HASIL ANALISA SPSS-ANALISA REGRESI

Regression

[DataSet1] D:\M-13's_files\m-13's_thesis\Output-SPSS\Data-keseluruhan.sav

Variables Entered/Removed(b)

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Konsumsi solar, Kedalaman galian, Sudut putar(a)		Enter

a All requested variables entered.

b Dependent Variable: Produktifitas rata-rata perhari

Model Summary(b)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,826(a)	,683	,641	,11372	1,258

a Predictors: (Constant), Konsumsi solar, Kedalaman galian, Sudut putar

b Dependent Variable: Produktifitas rata-rata perhari

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,640	3	,213	16,497	,000(a)
	Residual	,297	23	,013		
	Total	,937	26			

a Predictors: (Constant), Konsumsi solar, Kedalaman galian, Sudut putar

b Dependent Variable: Produktifitas rata-rata perhari

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta	Tolerance	VIF	B	Std. Error
1	(Constant)	1,602	,145		11,031	,000		
	Kedalaman galian	,198	,061	,402	3,226	,004	,889	1,125
	Sudut putar	-,035	,053	-,082	-,653	,520	,872	1,147
	Konsumsi solar	,161	,027	,711	5,965	,000	,972	1,029

a Dependent Variable: Produktifitas rata-rata perhari

Collinearity Diagnostics(a)

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions			
				(Constant)	Kedalaman galian	Sudut putar	Konsumsi solar
1	1	3,899	1,000	,00	,00	,00	,00
	2	,051	8,786	,00	,05	,31	,67
	3	,034	10,678	,05	,39	,68	,11
	4	,016	15,630	,94	,56	,01	,21

a Dependent Variable: Produktifitas rata-rata perhari

Residuals Statistics(a)

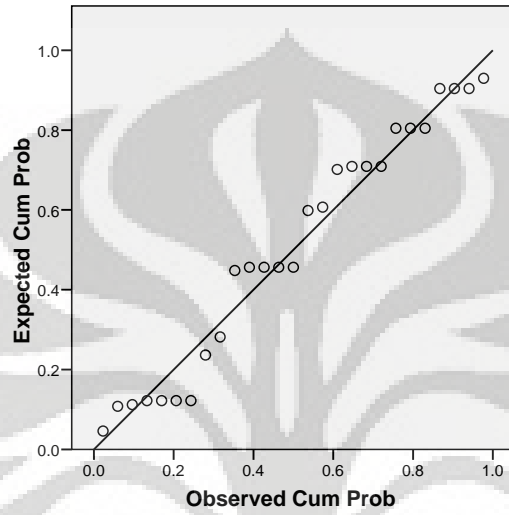
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	2,0525	2,6099	2,4656	,15690	27
Residual	-,19161	,16751	,00000	,10696	27
Std. Predicted Value	-2,633	,920	,000	1,000	27
Std. Residual	-1,685	1,473	,000	,941	27

a Dependent Variable: Produktifitas rata-rata perhari

Charts

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable: Produktifitas rata-rata perhari



Scatterplot

Dependent Variable: Produktifitas rata-rata perhari

