



UNIVERSITAS INDONESIA

PEMILIHAN MESIN BUBUT CNC
UNTUK KEBUTUHAN BENGKEL DENGAN METODE
ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

AGUSTINUS TITIS ISWARA
0806366623

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JANUARI 2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Agustinus Titis Iswara

NPM : 0806366623

Tanda Tangan : 

Tanggal : 3 Januari 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Agustinus Titis Iswara
NPM : 0806366623
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Pemilihan Mesin Bubut CNC untuk Kebutuhan Bengkel dengan Metode *Analytic Hierarchy Process*

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. M. Dachyar, MSc ()-
Penguji : Ir. Isti Surjandari, Ph. D ()
Penguji : Ir. Erlinda Muslim, MEE ()
Penguji : Komarudin, ST, M. Eng ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 3 Januari 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Bapak Ir. M. Dachyar, M. Sc., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Bapak Nanang Heruna dan Sunarto, selaku pihak perusahaan yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (3) Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (4) Semua teman TI-UI '08 ekstensi salemba atas waktunya dalam membantu dan memberikan semangat selama saya menyelesaikan skripsi ini; dan
- (5) Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga Tuhan berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Januari 2011

Penulis

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

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

Nama : AGUSTINUS TITIS ISWARA

NPM : 0806366623

Program Studi : Teknik Industri

Departemen : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

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

PEMILIHAN MESIN BUBUT CNC UNTUK KEBUTUHAN BENGKEL

DENGAN METODE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 3 Januari 2011

Yang menyatakan



(AGUSTINUS TITIS ISWARA)

ABSTRAK

Nama : Agustinus Titis Iswara
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Pemilihan Mesin Bubut CNC untuk Kebutuhan Bengkel dengan Metode *Analytic Hierarchy Process*

Skripsi ini membahas tentang pengambilan keputusan untuk memilih mesin bubut CNC untuk kebutuhan bengkel pemasok komponen produksi perusahaan *automotive accessories*. Kriteria-kriteria pemilihan mesin bubut CNC dikelompokkan ke dalam 2 kategori yaitu kriteria manfaat dan kriteria biaya. Dengan menggunakan metode AHP (*analytic hierarchy process*) kriteria manfaat disusun ke dalam hirarki manfaat sedangkan kriteria biaya disusun ke dalam hirarki biaya kemudian dihitung bobot manfaat dan bobot biaya dari alternatif. Hasil akhir penelitian berupa rasio manfaat / biaya dari alternatif. Alternatif dengan rasio manfaat / biaya tertinggi menjadi prioritas keputusan.

Kata kunci:

Analytic hierarchy process, mesin bubut CNC, rasio manfaat/biaya.

ABSTRACT

Name : Agustinus Titis Iswara
Study Program : Industrial Engineering
Title : Selection of CNC Lathe for Workshop Using Analytic Hierarchy Process

The focus of this study is the decision making process to choose a CNC lathe for workshop that supplies automotive accessories company production parts. Criteria for selection of CNC lathe are grouped into 2 categories, the benefit criteria and cost criteria. By using the method of AHP (analytical hierarchy process) benefit criteria are organized into a hierarchy of benefit while cost criteria are organized into a hierarchy of cost, then calculated the alternatives' weight of benefit and weight of cost. The final results of the research are benefit/cost ratios for alternatives. Alternative has highest benefit / cost ratio is the priority decision.

Key words:

Analytical hierarchy process, benefit/cost ratio, CNC lathe.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Masalah	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Mesin Bubut.....	7
2.1.1 Benda Kerja, Bentuk dan Teknik.....	7
2.1.2 Pengerjaan Pada Mesin Bubut	8
2.1.3 Bagian Utama Mesin Bubut.....	8
2.2 Mesin CNC (<i>Computerized Numerical Control</i>).....	11
2.2.1 Komponen Sistem CNC.....	12

2.2.2 Pemotongan Material.....	13
2.2.3 Keuntungan Mesin CNC.....	13
2.2.4 Kerugian Mesin CNC	14
2.3 <i>Analytic Hierarchy Process</i>	14
2.3.1 Prinsip Pemikiran AHP.....	14
2.3.2.1 Penyusunan Hirarki	15
2.3.2.2 Penentuan Prioritas dan Sintesis.....	16
2.3.2.3 Konsistensi Logis	18
2.3.2 Tahapan Proses Pengambilan Keputusan dengan AHP.....	20
2.3.3 Keuntungan AHP.....	21
2.3.4 Penggunaan Kuisisioner dalam AHP	21
2.4 Ekonomi Teknik.....	24
2.4.1 Konsep Uang Terhadap Waktu	25
2.4.2 Bunga dan Suku Bunga	25
2.4.3 <i>Interest Period</i>	25
2.4.4 <i>Present Worth</i>	26
2.4.5 <i>Future Worth</i>	26
2.4.6 Penyelesaian Menggunakan Komputer	26
BAB 3 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	27
3.1 Pengumpulan Data Kriteria dan Responden	27
3.2 Pengumpulan Data Alternatif	28
3.3 Hirarki Keputusan	32
3.3.1 Hirarki Manfaat	32
3.3.1.1 Performa Mesin	32
3.3.1.2 Operasional Perawatan	34
3.3.1.3 After Sales Service dari Pemasok	34
3.3.1.4 Data Kuisisioner Kriteria Manfaat	35
3.3.1.5 Pengolahan Data Kuisisioner Kriteria Manfaat	36
3.3.2 Rasio Manfaat dari Alternatif	40
3.3.3 Pengolahan Hirarki Manfaat dengan <i>Expert Choice 11.5</i>	42

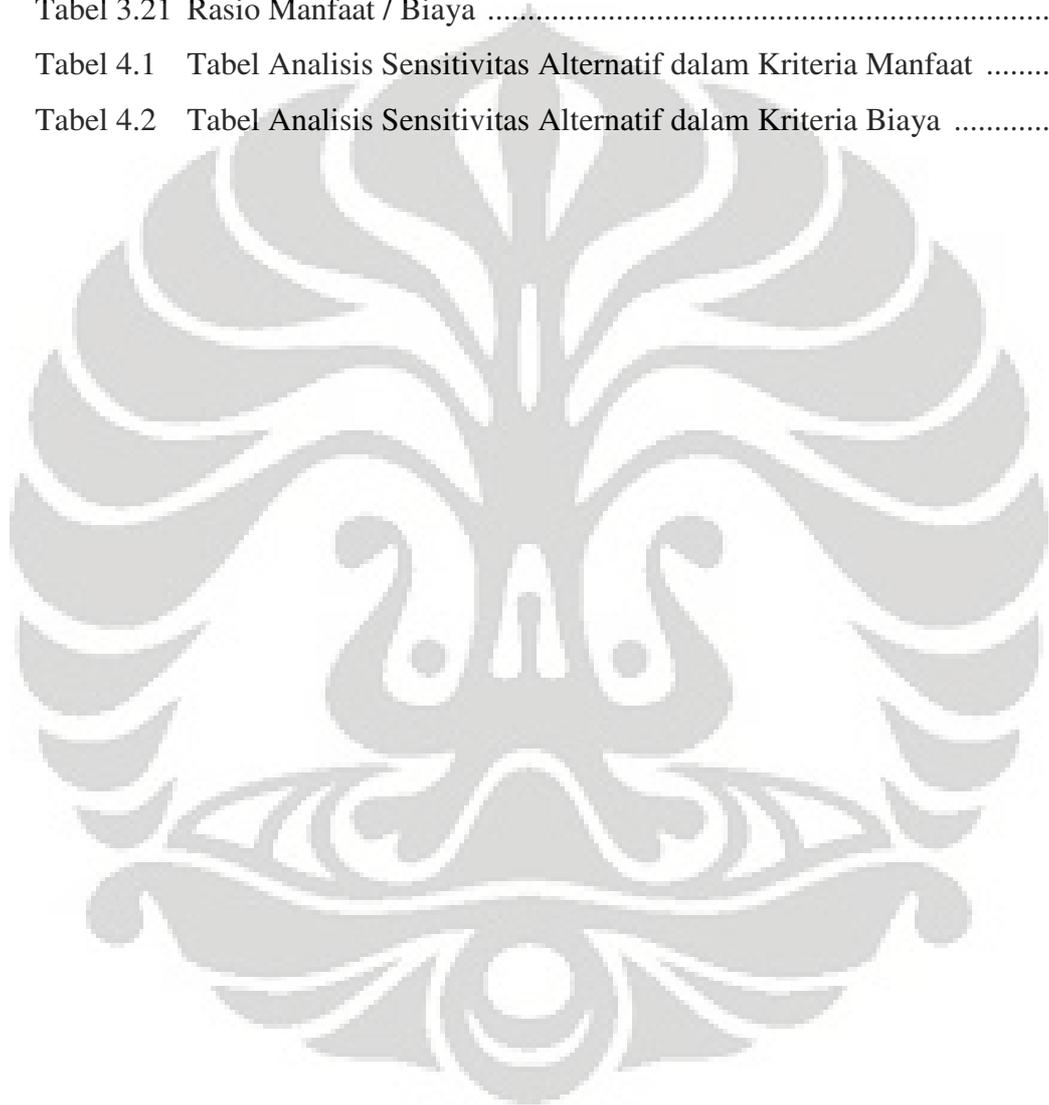
3.4 Hirarki Biaya	44
3.4.1 Data Biaya Investasi Awal Alternatif	44
3.4.2 Data Purna Jual dan Umur Pakai Alternatif.....	44
3.4.3 Perhitungan <i>Present Worth</i>	46
3.4.4 Pembobotan Kriteria Biaya	48
3.5 Rasio Manfaat/Biaya	48
BAB 4 ANALISIS	49
4.1 Analisis Hirarki Keputusan	49
4.1.1 Analisis Tujuan	49
4.1.2 Analisis Kriteria dan Sub Kriteria	49
4.1.3 Analisis Alternatif	50
4.2 Analisis Pembobotan dan Rasio Inkonsistensi dalam Hirarki	
Manfaat	51
4.2.1 Analisis Pembobotan Kriteria Manfaat	51
4.2.2 Analisis Pembobotan Sub Kriteria dalam Kriteria Performa	
Mesin	52
4.2.3 Analisis Pembobotan Sub Kriteria dalam Kriteria	
Operasional Perawatan	53
4.2.4 Analisis Pembobotan Sub Kriteria dalam Kriteria <i>After Sales</i>	
<i>Service</i>	53
4.2.5 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria	
Relibilitas	54
4.2.6 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria	
Kecepatan	55
4.2.7 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Akurasi.....	55
4.2.8 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria	
Kemudahan Operasional.....	56
4.2.9 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria	
Kemudahan Perawatan	57

4.2.10 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Ketersediaan Komponen Standar.....	58
4.2.11 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Ketersediaan Teknisi Aplikasi dan Perbaikan	58
4.2.12 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria <i>Responsiveness</i> Pemasok terhadap Permasalahan	59
4.2.13 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Kriteria Manfaat Keseluruhan	60
4.3 Analisis Pembobotan dalam Hirarki Biaya	61
4.4 Analisis Rasio Manfaat / Biaya dari Alternatif.....	61
4.5 Analisis Sensitivitas	62
4.5.1 Analisis Sensitivitas Alternatif dalam Kriteria Manfaat	63
4.5.2 Analisis Sensitivitas Alternatif dalam Kriteria Biaya	65
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	67
DAFTAR REFERENSI	68
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skala Dasar AHP dalam Perbandingan Berpasangan	18
Tabel 2.2	<i>Random Consistency Index</i> berdasarkan matriks	19
Tabel 2.3	Contoh Kuisioner Sederhana	23
Tabel 3.1	Responden Kriteria Hirarki	27
Tabel 3.2	Mesin Alternatif	32
Tabel 3.3	Responden Kuisioner Pembobotan Kriteria Manfaat	35
Tabel 3.4	Nilai Rataan Geometris	36
Tabel 3.5	Matrik Perbandingan Berpasangan Kriteria dalam Tujuan.....	38
Tabel 3.6	Matrik Perbandingan Berpasangan Sub Kriteria dalam Kriteria Performa Mesin	38
Tabel 3.7	Matrik Perbandingan Berpasangan Sub Kriteria dalam Kriteria Operasional Perawatan	38
Tabel 3.8	Matrik Perbandingan Berpasangan Sub Kriteria dalam Kriteria <i>After Sales Service</i> dari Pemasok	38
Tabel 3.9	Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Reliabilitas	38
Tabel 3.10	Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kecepatan	39
Tabel 3.11	Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Akurasi	39
Tabel 3.12	Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Operasional	39
Tabel 3.13	Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Perawatan	39
Tabel 3.14	Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Komponen Standar	39
Tabel 3.15	Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Teknisi	40

Tabel 3.16 Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap <i>Responsiveness</i> dari Pemasok akan Permasalahan	40
Tabel 3.17 Data Investasi Awal dalam IDR	44
Tabel 3.18 Umur Pakai dan Purna Jual Mesin Alternatif	46
Tabel 3.19 Purna jual Mesin Alternatif pada Tahun ke-5	46
Tabel 3.20 Nilai <i>Present Worth</i> Alternatif	47
Tabel 3.21 Rasio Manfaat / Biaya	48
Tabel 4.1 Tabel Analisis Sensitivitas Alternatif dalam Kriteria Manfaat	64
Tabel 4.2 Tabel Analisis Sensitivitas Alternatif dalam Kriteria Biaya	66



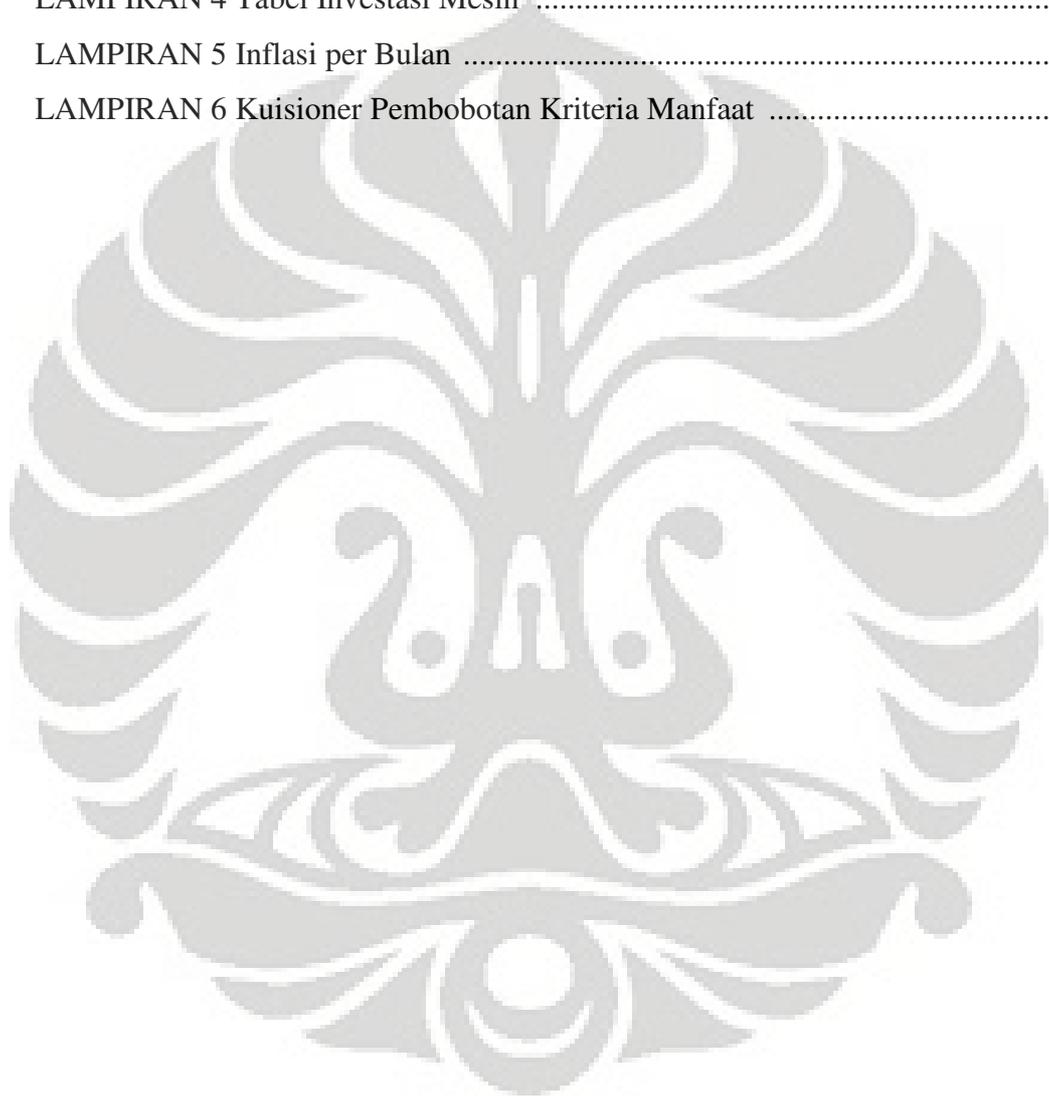
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Keterkaitan Masalah.....	2
Gambar 1.2	Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	4
Gambar 2.1	Gerakan Pembubutan	7
Gambar 2.2	Pengerjaan Pada Mesin Bubut	9
Gambar 2.3	Bagian-bagian Mesin Bubut	10
Gambar 2.4	<i>Carriage</i> Mesin Bubut	10
Gambar 2.5	Sistem CNC dalam Mesin CNC	11
Gambar 2.6	Komponen Sistem CNC	12
Gambar 2.7	Model Hirarki Pengambilan Keputusan dalam AHP	16
Gambar 2.8	Contoh Matriks untuk Perbandingan Berpasangan	17
Gambar 2.9	Berbagai Keuntungan AHP	22
Gambar 3.1	Hirarki Manfaat	33
Gambar 3.2	Bobot Prioritas dalam Hirarki Manfaat	41
Gambar 3.3	Bobot Rasio Kriteria dan Sub Kriteria dengan <i>Expert Choice 11.5</i>	43
Gambar 3.4	Bobot Rasio Alternatif dengan <i>Expert Choice 11.5</i>	43
Gambar 3.5	Nilai Inkonsistensi dari Hirarki Manfaat Berdasarkan <i>Expert Choice 11.5</i>	43
Gambar 3.6	Hirarki Biaya	45
Gambar 4.1	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Kriteria	51
Gambar 4.2	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Sub Kriteria Performa Mesin	52
Gambar 4.3	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Sub Kriteria Operasional Perawatan	53
Gambar 4.4	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Sub Kriteria <i>After Sales Service</i>	54
Gambar 4.5	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Reliabilitas	54

Gambar 4.6	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Kecepatan	55
Gambar 4.7	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Akurasi	56
Gambar 4.8	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Kemudahan Operasional.....	56
Gambar 4.9	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Kemudahan Perawatan	57
Gambar 4.10	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Ketersediaan Komponen Standar.....	58
Gambar 4.11	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Ketersediaan Teknisi.....	59
Gambar 4.12	Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria <i>Responsiveness</i> Pemasok terhadap Permasalahan	60
Gambar 4.13	Prioritas Global Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif	60
Gambar 4.14	<i>Dynamic Sensitivity</i> Kriteria Manfaat	63
Gambar 4.15	<i>Performance Sensitivity</i> Kriteria Manfaat	63

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Matriks Hasil Kuisisioner Responden 1	70
LAMPIRAN 2 Matriks Hasil Kuisisioner Responden 2	73
LAMPIRAN 3 Matriks Hasil Kuisisioner Responden 3	73
LAMPIRAN 4 Tabel Investasi Mesin	79
LAMPIRAN 5 Inflasi per Bulan	80
LAMPIRAN 6 Kuisisioner Pembobotan Kriteria Manfaat	81



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Berawal pada tahun 1970-an, industri otomotif di Indonesia khususnya sepeda motor berkembang terus. Produk otomotif yang semakin bertambah jumlah dan variasinya dengan waktu peluncuran produk yang tidak terlalu lama.

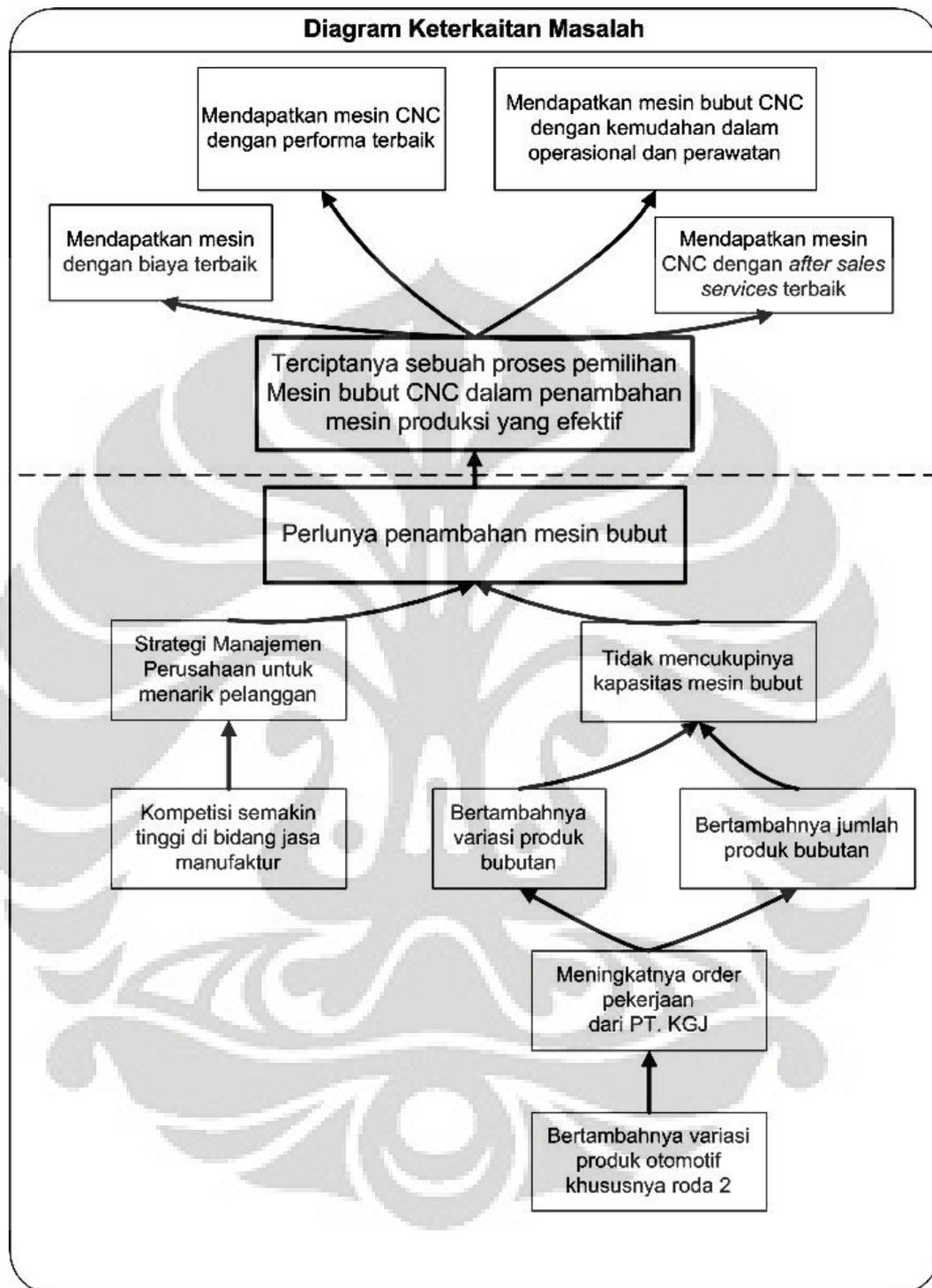
Hal ini memberikan pengaruh pada perkembangan industri kreatif yang berhubungan dengan dunia otomotif. Banyak komponen-komponen modifikasi yang diproduksi oleh produsen untuk memenuhi kebutuhan dari para pemilik kendaraan bermotor.

Produsen komponen sepeda motor modifikasi *aftermarket* merespon perkembangan dari produk sepeda motor dengan menambah jumlah variasi produknya, mengikuti perkembangan model-model terbaru. Perusahaan tempat penelitian dilakukan adalah sebuah bengkel yang didirikan untuk memenuhi kebutuhan komponen produksi dari salah satu perusahaan produsen suku cadang modifikasi sepeda motor. Pada awalnya adalah bengkel internal dari sebuah perusahaan yang bergerak di bidang *casting product* dan *automotive accessories*, untuk menyediakan kebutuhan komponen produksi. Perusahaan tersebut terus berkembang kemudian oleh pemilik perusahaan bengkel internal tersebut dipisahkan dan dikelola oleh manajemen terpisah pula.

Namun demikian tujuan utama dari perusahaan tempat dilakukannya penelitian adalah tetap sebagai penyedia komponen-komponen produksi bagi perusahaan *automotive accessories* tersebut. Dengan peningkatan jumlah dan variasi produk dari perusahaan *automotive accessories* tersebut maka kebutuhan untuk komponen produksi yang harus dikerjakan oleh bengkel tersebut semakin meningkat pula. Kebutuhan komponen produksi yang harus dikerjakan antara lain adalah berbagai as, *core* / tanjak untuk cetakan, mandrel, cetakan utama, *jigs* / alat pencekam, dsb.

Selain untuk memasok kebutuhan perusahaan *automotive accessories* tersebut, perusahaan menerima permintaan / pekerjaan dari luar untuk meningkatkan keuntungan.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan diagram keterkaitan masalah yang telah dijelaskan, maka pokok masalah yang akan dibahas adalah memilih mesin bubut CNC terbaik untuk kebutuhan bengkel manufaktur.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memilih mesin bubut CNC yang paling sesuai untuk kebutuhan bengkel penyedia komponen produksi *automotive accessories*.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Agar pelaksanaan dan hasil dari penelitian lebih fokus dan sesuai dengan tujuan, maka ruang lingkup permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan sebuah perusahaan berupa bengkel manufaktur yang berlokasi di Bantul, Yogyakarta.
2. Penelitian menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* dengan menggunakan data primer berupa kuisisioner dan data sekunder perusahaan tempat penelitian dilakukan.
3. Penelitian menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* dengan 2 hirarki kriteria, yaitu kriteria manfaat dan kriteria biaya.

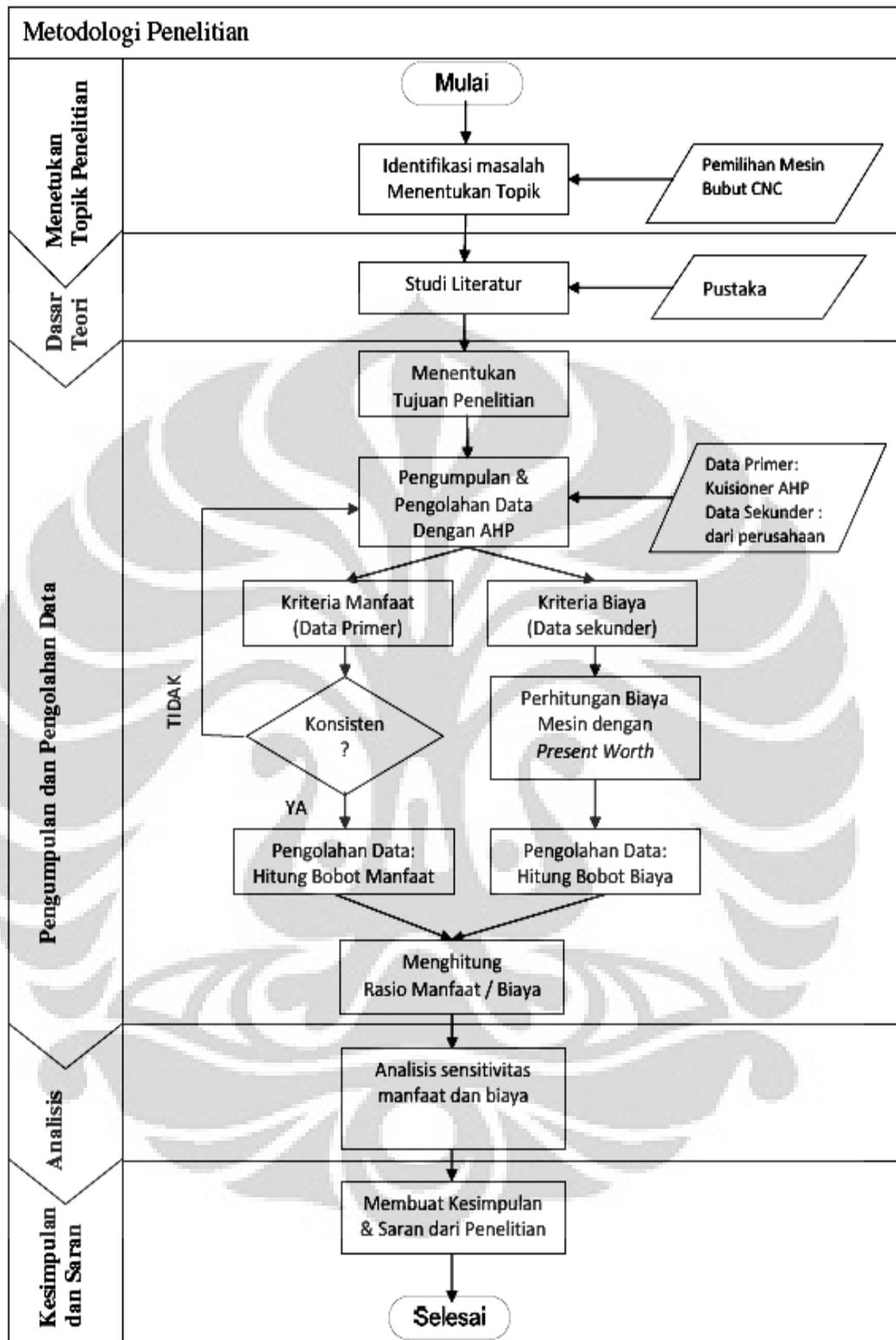
1.6 Metodologi Penelitian

1. Mengidentifikasi Masalah

Pada tahap ini peneliti mendiskusikan permasalahan dan menentukan topik penelitian yang ingin dilakukan bersama-sama pembimbing skripsi.

2. Melakukan Studi Pustaka

Untuk memperdalam tentang topik permasalahan maka dilakukan studi pustaka dengan jurnal dan buku pendukung yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi terutama tentang *Analytic Hierarchy Process*.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3. Menentukan Tujuan Penelitian

Berdasarkan literatur yang telah dipelajari, maka rumusan masalah dan tujuan dari penelitian ditentukan.

4. Mengumpulkan Data

Melakukan wawancara dengan beberapa ahli dan praktisi untuk mendapatkan data kriteria pemilihan mesin bubut CNC. Mengumpulkan data yang diperlukan dalam proses penelitian yaitu data primer didapatkan dengan membagikan kuisioner AHP dan data sekunder yang merupakan data perusahaan tempat penelitian.

5. Mengolah Data

Melakukan pengecekan validitas data primer dengan menghitung rasio inkonsistensi masing-masing matriks dari kuisioner pembobotan AHP. Menghitung bobot manfaat, bobot biaya dan rasio manfaat / biaya dari masing-masing alternatif.

6. Melakukan Analisis Data

Proses dan hasil pengolahan data kemudian dianalisis, dihitung rasio inkonsistensi keseluruhan dan dilakukan uji sensitivitas kriteria.

7. Kesimpulan

Merangkum dan menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan saran kepada pihak peneliti selanjutnya dalam pengembangan lebih lanjut dari penelitian skripsi ini.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 Pendahuluan

Menjelaskan latar belakang dilakukan penelitian, diagram keterkaitan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Landasan Teori

Dalam penelitian ini, memuat dasar teori yang sesuai dan yang akan dijelaskan meliputi teori tentang Mesin CNC, Mesin bubut dan *Analytic Hierarchy Process*.

BAB 3 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan dan pengolahan data yang akan memperlihatkan setiap tahapan yang dilalui selama proses serta metode apa saja yang digunakan sehingga menggambarkan kondisi aktual penelitian.

BAB 4 Analisis Data

Berisi analisa dari hasil pengolahan data, yaitu memaparkan analisa dari hasil pengumpulan dan pengolahan data dengan metode *Analytic Hierarchy Process*. Hasil penelitian ini akan dikaitkan dengan dasar teori yang digunakan untuk penelitian ini.

BAB 5 Kesimpulan

Merupakan kesimpulan dari seluruh penelitian ini dan saran. Kesimpulan akan meliputi hasil keseluruhan pengolahan dan analisis data dan saran kepada pihak peneliti selanjutnya dalam pengembangan lebih lanjut dari penelitian skripsi ini.

BAB 2

LANDASAN TEORI

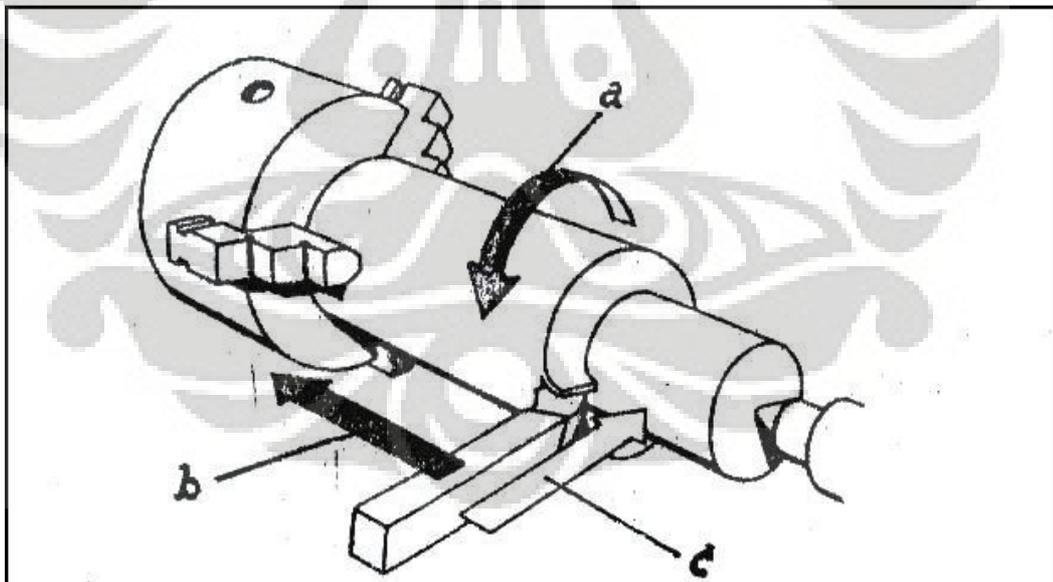
2.1 Mesin Bubut

Dalam industri manufaktur banyak sekali jenis mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksinya. Akan tetapi yang paling banyak digunakan adalah kategori mesin bubut, mesin milling dan *drilling tapping*. Perbedaan dari masing-masing kategori tersebut dapat diketahui dari benda kerja dan proses pengerjaannya.

2.1.1 Benda Kerja, Bentuk dan Teknik

Setiap benda kerja hasil bubutan memiliki penampang bulat, misalnya baut, as, spinde dan ring. Semua benda tersebut merupakan komponen yang penting dari mesin, *jig*, *fixture* dan alat cekam lainnya.

Teknik pengerjaan dengan mesin bubut sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2.1 terdiri dari beberapa gerakan¹.



Gambar 2.1 Gerakan Pembubutan

Sumber : Riyadi, Nunung Gunung. 2006

¹ Riyadi, Nunung Gunung. *Teori Bengkel*. Surakarta :ATMI Perss Surakarta, 2006.

- a. Gerakan berputar benda kerja disebut *cutting motion* atau *main motion* yang berarti gerakan utama. Dan *cutting speed* atau kecepatan potong merupakan gerakan untuk mengurangi benda kerja dengan pahat.
- b. Pahat yang bergerak maju secara teratur akan menghasilkan serpih / tatal / beram. Gerakan itu disebut *feed motion*.
- c. Bila pahat dipasang sesuai dengan dalamnya pemotongan, pahat dimajukan ke arah melintang sampai kedalaman pemotongan yang dikehendaki, gerakan ini disebut *adjusting motion*.

2.1.2 Pengerjaan Pada Mesin Bubut

Ber macam-macam benda yang dibubut dapat dibedakan menurut proses pengerjaannya. Pengerjaan pada bagian luar benda kerja disebut *outside turning* sedangkan pengerjaan pada bagian dalam disebut *inside turning*. Beberapa proses pengerjaan lainnya adalah² :

- Membubut memanjang / *Longitudinal turning*
- Membubut sisi muka / *Transversal turning facing*
- Membubut konus / *Angular turning, Taper turning*
- Membubut profil / *Profile turning*
- Membubut ulir / *Thread cutting*

Perbedaan dari masing-masing proses dapat dilihat pada gambar 2.2.

2.1.3 Bagian Utama Mesin Bubut

Untuk dapat bekerja sebagaimana fungsi ada beberapa bagian utama yang harus dimiliki sebuah mesin bubut seperti pada gambar 2.3.

a. *Lathe bed*

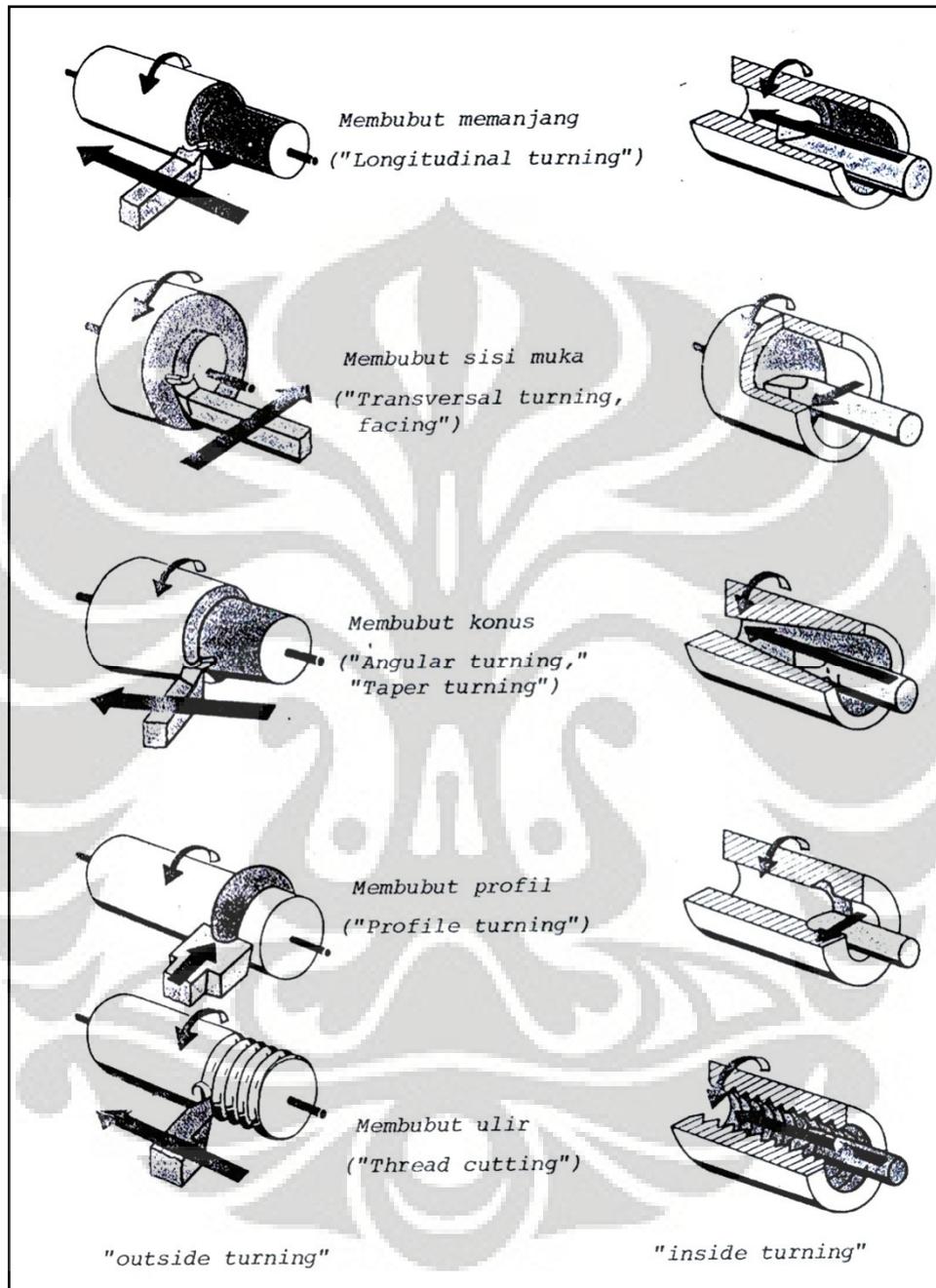
Yang dimaksud dengan *bed* adalah kerangka utama mesin bubut yang di atas kerangka tersebut *carriage* dan *Tail Stock* bertumpu dan bergerak.

b. *Spindle headstock*

Di dalam kepala tetap *spindle* utama terpasang pada bantalan. Fungsinya adalah memindahkan putaran ke benda. Pada umumnya bagian dalam

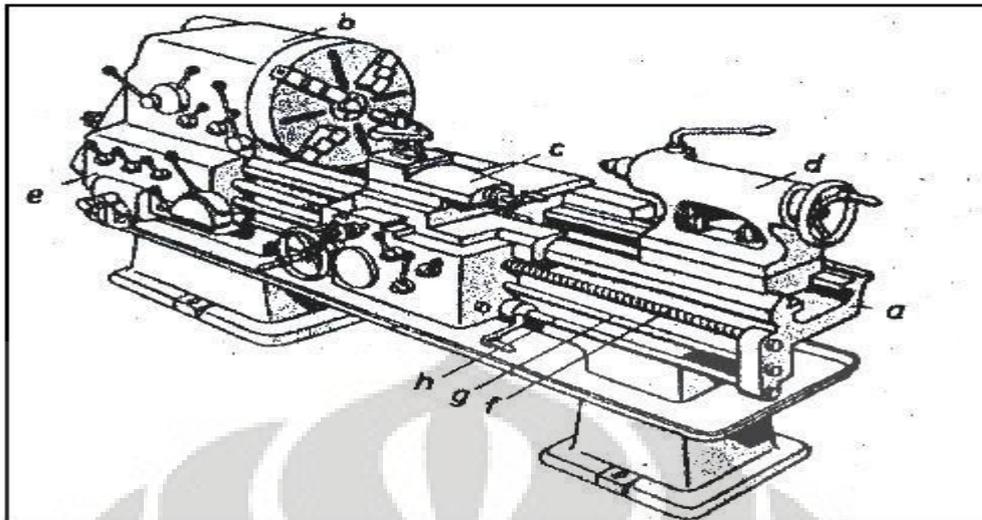
² Ibid

spindle dibuat berlubang. Pada ujung *spindle* dilengkapi dengan ulir yang berguna untuk memasang *chuck* (alat cekam benda kerja).



Gambar 2.2 Pengerjaan Pada Mesin Bubut

Sumber : Riyadi, Nunung Gunung. 2006



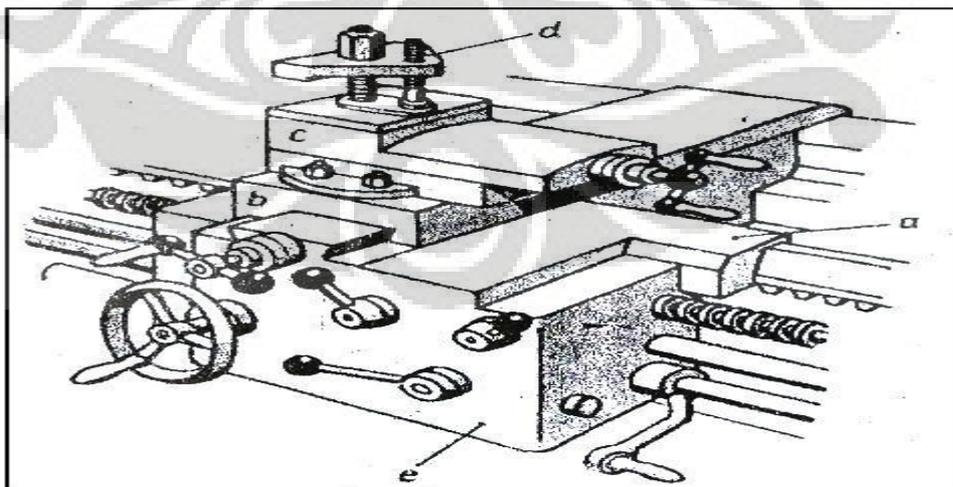
Gambar 2.3 Bagian-bagian Mesin Bubut

Sumber : Riyadi, Nunung Gunung. 2006

c. *Carriage*

Carriage adalah penopang utama dan pembawa pahat bubut, yang dapat diatur. Bentuk dari *carriage* adalah seperti pada gambar 2.4 dengan bagian-bagiannya adalah sebagai berikut :

- a) *Saddle*
- b) *Cross slide*
- c) *Compound slide*
- d) *Tool holder*
- e) *Apron box*



Gambar 2.4 *Carriage* Mesin Bubut

Sumber : Riyadi, Nunung Gunung. 2006

d. *Tail stock*

Fungsi utama dari tail stock adalah untuk menyangga benda kerja yang panjang dengan fungsi tambahan untuk mengebor, reaming atau memperlebar lubang. Tail stock dilengkapi dengan *morse taper* untuk memasang alat-alat seperti bor, *reamer* dan *life centre*.

e. *Feed gear box* / kotak transmisi kecepatan

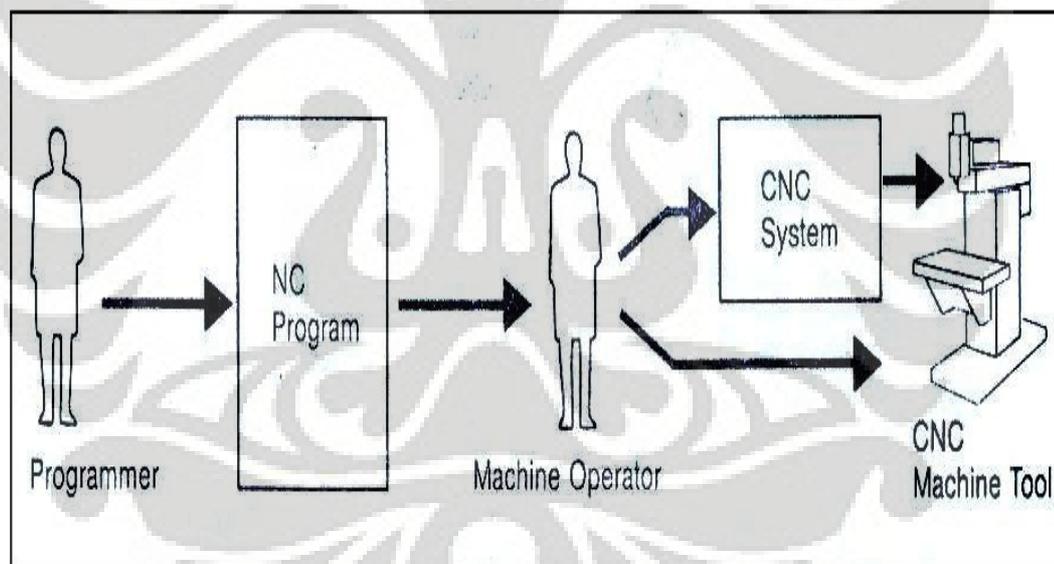
f. *Lead screw*

Lead screw digerakkan melalui *gear box* dan hanya dipakai untuk membuat ulir dengan menggerakkan *carriage* ke arah memanjang.

g. *Feed shaft*

Feed shaft digerakkan melalui *gear box* dan dipakai untuk menggerakkan *carriage* ke arah memanjang pada waktu proses pemotongan berlangsung.

2.2 Mesin CNC (*Computerized Numerical Control*)



Gambar 2.5 Sistem CNC dalam Mesin CNC

Sumber : CNC Machines an Introduction. 1992

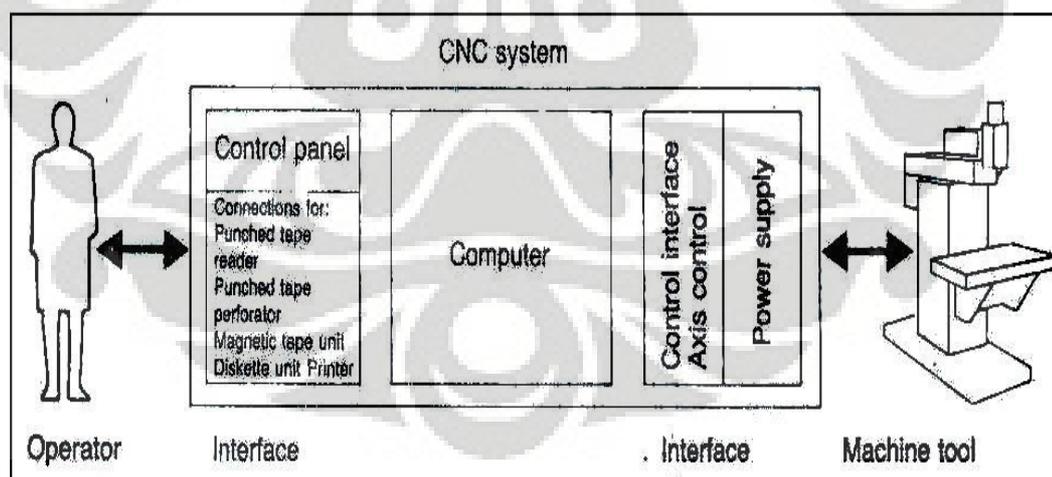
Mesin CNC merupakan perkembangan teknologi dari mesin konvensional. Secara konsep mesin CNC terdiri dari 2 bagian utama yaitu sistem CNC yang

berfungsi untuk mengontrol operasi mesin dan mesin yang melakukan proses pemotongan aktual pada benda kerja³.

Informasi berupa *machining sequence* diterima oleh sistem CNC dalam bentuk program NC yang disiapkan oleh seorang programmer dan kemudian operator mesin CNC memasukkan program NC tersebut ke sistem CNC. Dengan memberikan perintah mulai, maka mesin akan melakukan proses pemotongan pada benda kerja secara otomatis sesuai dengan *machining sequence* dari program NC yang dimasukkan dalam sistem CNC⁴.

2.2.1 Komponen Sistem CNC

Komponen utama dari mesin CNC adalah sistem CNC dalam bentuk komputer yang mampu melakukan kalkulasi dan *logical link-ups* dengan sangat cepat dan tepat selama proses pengerjaan dengan mesin CNC. Karena sistem CNC adalah elemen yang menghubungkan antara pengguna dan mesin maka terdapat 2 komponen penghubung di dalamnya. Piranti penghubung dengan pengguna berupa *control panel* dan piranti penghubung dengan mesin terdiri dari *control interface*, *axis control* dan *power supply*⁵.



Gambar 2.6 Komponen Sistem CNC

Sumber : CNC Machines an Introduction. 1992

³ CNC Machines an Introduction. Surakarta : ATMI PERSS, 1992.

⁴ Ibid

⁵ Ibid

2.2.2 Pemotongan Material

Terdapat faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam proses pemotongan material faktor mesin, alat potong, cairan pendingin, benda kerja dan material itu sendiri. Selain itu juga harus diperhitungkan dengan tepat berdasarkan faktor tersebut di atas, yaitu *metal cutting data* dalam melakukan pemotongan material. Untuk mesin bubut *metal cutting data* yang diperhitungkan yaitu *feed rate*, *depth of cut*, *spindle speed* dan *cutting speed*. Ketika menentukan *actual cutting data* perlu dipertimbangkan juga adanya keterbatasan teknologi untuk data tertentu⁶.

2.2.3 Keuntungan Mesin CNC

Keuntungan menggunakan mesin CNC dibandingkan dengan mesin konvensional adalah⁷ :

- a. Keselamatan kerja operator lebih terjamin
Biasanya dioperasikan dari tempat yang memiliki jarak aman dari ruang proses pemotongan material.
- b. Efisiensi kerja operator meningkat
Mesin CNC tidak memerlukan banyak perhatian pada saat proses pemotongan berlangsung, sehingga operator bisa menggunakan waktunya untuk aktivitas lain seperti deburing.
- c. Akurasi yang tinggi
Dengan system CNC maka mesin dapat menghasilkan produk yang dimensi yang akurat sesuai dengan desain yang diinginkan.
- d. Pengurangan tatal yang terbuang
Dengan akurasi yang tinggi maka ukuran material mentah dapat lebih disesuaikan dengan ukuran produk jadi sehingga volume material yang terbuang berkurang.
- e. Pengurangan waktu total produksi
Set up awal dapat dilakukan dengan mudah, dan dapat disimpan untuk sewaktu-waktu dipanggil.

⁶ Ibid

⁷Krar, S. and Arthur Gill. *CNC Technology and Programming*. Singapore: Mc-Graw Hill, 1990.

f. Peningkatan produktivitas

Dengan akurasi yang tinggi dan pengurangan waktu total produksi maka produktivitas akan meningkat.

g. Mengurangi kesalahan karena operator

Sistem CNC memungkinkan operator untuk menentukan operasi dan fungsi, menghilangkan percobaan pemotongan, pengukuran percobaan, penggantian alat potong secara manual.

h. Proses permesinan yang kompleks dapat diselesaikan dengan lebih cepat dan akurat

Dengan program NC kesalahan penulisan program dapat diminimalkan saat perancangan di komputer dan dapat dilakukan evaluasi sebelum program dijalankan.

i. Mengurangi ruang yang diperlukan

j. Pengurangan waktu untuk inspeksi

k. Perlengkapan alat potong mesin lebih aman / tidak mudah rusak

2.2.4 Kerugian Mesin CNC

Kerugian yang dikarenakan penggunaan mesin CNC yaitu⁸ :

- a. Biaya investasi awal yang besar bila dibandingkan dengan mesin konvensional
- b. Biaya operasional yang lebih tinggi untuk melakukan proses produksi dengan jumlah sedikit.
- c. Membutuhkan biaya reparasi yang rumit dengan biaya yang lebih tinggi.

2.3 *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

2.3.1 Prinsip Pemikiran dalam AHP

Pengambilan keputusan adalah suatu proses pemilihan di antara beberapa alternatif dalam rangka menyelesaikan masalah atau untuk pencapaian tujuan tertentu. Pengambilan keputusan menjadi sangat penting dalam dunia bisnis

⁸Krar, S. and Arthur Gill. *CNC Technology and Programming*. Singapore: Mc-Graw Hill, 1990.

karena semakin ketatnya kompetisi antar perusahaan. Dan tidak jarang proses pengambilan keputusan melibatkan banyak faktor yang saling berinteraksi, sehingga membuat proses pengambilan keputusan menjadi sangat kompleks. AHP memungkinkan untuk mengambil keputusan yang efektif atas persoalan kompleks dengan jalan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan. Ada 3 prinsip dasar dalam AHP yaitu penyusunan hirarki, penentuan prioritas dan sistesis, dan konsistensi logis⁹.

2.3.1.1 Penyusunan Hirarki

Sistem yang sangat kompleks dapat disederhanakan sehingga dengan mudah dipahami jika dipecah-pecah menjadi berbagai elemen yang menjadi elemen-elemen pokoknya dan menyusun elemen-elemen tersebut secara hirarkis. Hirarki melibatkan pengidentifikasian elemen-elemen persoalan, mengelompokkan elemen-elemen tersebut kedalam beberapa kumpulan yang homogeny, dan menata kumpulan-kumpulan tersebut pada tingkat-tingkat berbeda.

Dalam metode AHP, model hirarki keputusan (Gambar 2.1) dapat dikelompokkan ke dalam 3 bagian besar, yaitu¹⁰:

1. Tujuan (*GOAL*), adalah satu kesepakatan dari kriteria dan sub-kriteria secara menyeluruh. Merupakan fokus dari hirarki.
2. Kriteria (*Objective*) dan Sub Kriteria (*Sub-Objective*), adalah jawaban dari apa yang ingin didapatkan / dihasilkan. Merupakan pertimbangan dalam pemilihan alternatif.
3. Alternatif, adalah bagian dari kriteria dan sub kriteria yang merupakan pilihan dalam proses pengambilan keputusan. Merupakan bagian paling dasar / bawah dari model hirarki keputusan.

⁹ Saaty, T. L. *PENGAMBILAN KEPUTUSAN Bagi Para Pemimpin: Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Komplek*. Cetakan 1. Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo, 1991.

¹⁰ Ernest, Forman, and Marry Ann Selly. *Decision By Objective: How To Convince Others That You Are Right*. World Scientific Publishing, 2001.

BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Pengumpulan Data Kriteria dan Responden

Tahap pertama yang dilakukan dalam pengumpulan data yang digunakan dalam skripsi dengan menggunakan metode AHP adalah dengan menyusun hirarki keputusan. Untuk menyusun hirarki keputusan, selain data tujuan yaitu pemilihan mesin bubut CNC yang terbaik untuk kebutuhan bengkel adalah data kriteria dan sub kriteria yang menjadi pertimbangan dalam mencapai tujuan dan alternatif sebagai hasil akhir dari proses pengambilan keputusan sesuai dengan tujuan.

Untuk mendapatkan data kriteria yang digunakan sebagai pertimbangan dalam proses pengambilan keputusan dengan metode AHP, dilakukan wawancara dengan beberapa responden yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam hal pemilihan, pembelian dan penambahan mesin CNC khususnya mesin bubut CNC. Data narasumber untuk menentukan kriteria pemilihan mesin bubut CNC dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Responden Kriteria Hirarki

Nama	Pengalaman	Pendidikan	Perusahaan	Jabatan
Y. Sulistyono	21 tahun	S1	PT. Multi Sarana Teknik	<i>General Manager</i>
Satam	18 tahun	S1	PT. Issoniseiki Lexana Mulia	<i>Marketing Manager</i>
Soedjarwoto	33 tahun	D3	PT. Morita Tjokro Gearindo	Manajer <i>Maintenance</i>

Dengan metode wawancara, didapatkan beragam kriteria yang perlu dipertimbangkan dalam proses penyusunan skripsi ini. Kriteria-kriteria yang disampaikan oleh responden adalah sebagai berikut :

- Akurasi
- Harga / Biaya
- Kapasitas produksi
- Pengoperasian

- Perawatan
- *Repeatability*
- Panjang maksimum
- Adanya teknisi dari pemasok
- Jumlah *tool station*
- Garansi
- Reliabilitas
- Diameter maksimum
- Spindle RPM
- *Responsiveness* pemasok
- *Machine accessories*
- Harga jual kembali

Kriteria yang disampaikan oleh responden, kemudian disampaikan kepada pihak pengambil keputusan perusahaan tempat di mana penelitian dilakukan, sebagai pihak yang hendak melakukan pemilihan mesin bubut CNC untuk didiskusikan kriteria mana yang hendak dipakai, dan dikelompokkan untuk proses seleksi.

3.3 Hirarki Keputusan

Berdasarkan studi literatur tentang AHP yang dilakukan, maka disusun 2 hirarki keputusan untuk menyelesaikan permasalahan. Penyusunan Hierarki Biaya dan Hirarki Manfaat dari permasalahan dengan mempertimbangan kriteria-kriteria yang sering dipakai oleh para pengambil keputusan, dalam hal ini para manajer atau para pemilik perusahaan yang hendak melakukan penambahan mesin-mesin produksi.

3.3.1 Hirarki Manfaat

Hierarki manfaat dari metode AHP yang diterapkan untuk pemilihan mesin bubut CNC terbaik untuk kebutuhan bengkel yang menyuplai komponen produksi perusahaan *automotive accessories*. Dengan melakukan wawancara dengan nara sumber yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam hal mesin bubut CNC, Hirarki manfaat tersusun seperti pada gambar 3.1 terdiri beberapa kriteria dan sub-kriteria yang menjadi pertimbangan dalam menentukan pemilihan mesin terbaik. Berikut kriteria dan sub kriteria dari hirarki manfaat pada permasalahan yang dibahas.

3.3.1.1 Performa Mesin

Kriteria ini mengacu pada kinerja dari mesin bubut CNC sebagai alternatif permasalahan. Kinerja suatu alat memiliki pengertian kemampuan atau prestasi yang ditampilkan dari sebuah alat, dalam hal ini mesin bubut CNC.

Kinerja dari sebuah mesin bubut CNC sebagaimana fungsinya untuk memproses sebuah material mentah (dalam hal ini material dari logam) menjadi produk setengah jadi maupun produk jadi sesuai dengan dimensi atau bentukan dan ukuran serta waktu proses yang diharapkan, maka tidak bisa dipisahkan dari pengukuran terhadap kualitas dan kuantitas dari produk yang dihasilkan, sebagai hasil dari kinerja. Selain itu faktor lain yang perlu diperhatikan adalah reliabilitas dari kinerja mesin itu sendiri. Maka kriteria performa mesin dapat diturunkan ke dalam beberapa sub kriteria yaitu :

- Reliabilitas
- Kecepatan Proses
- Akurasi Proses

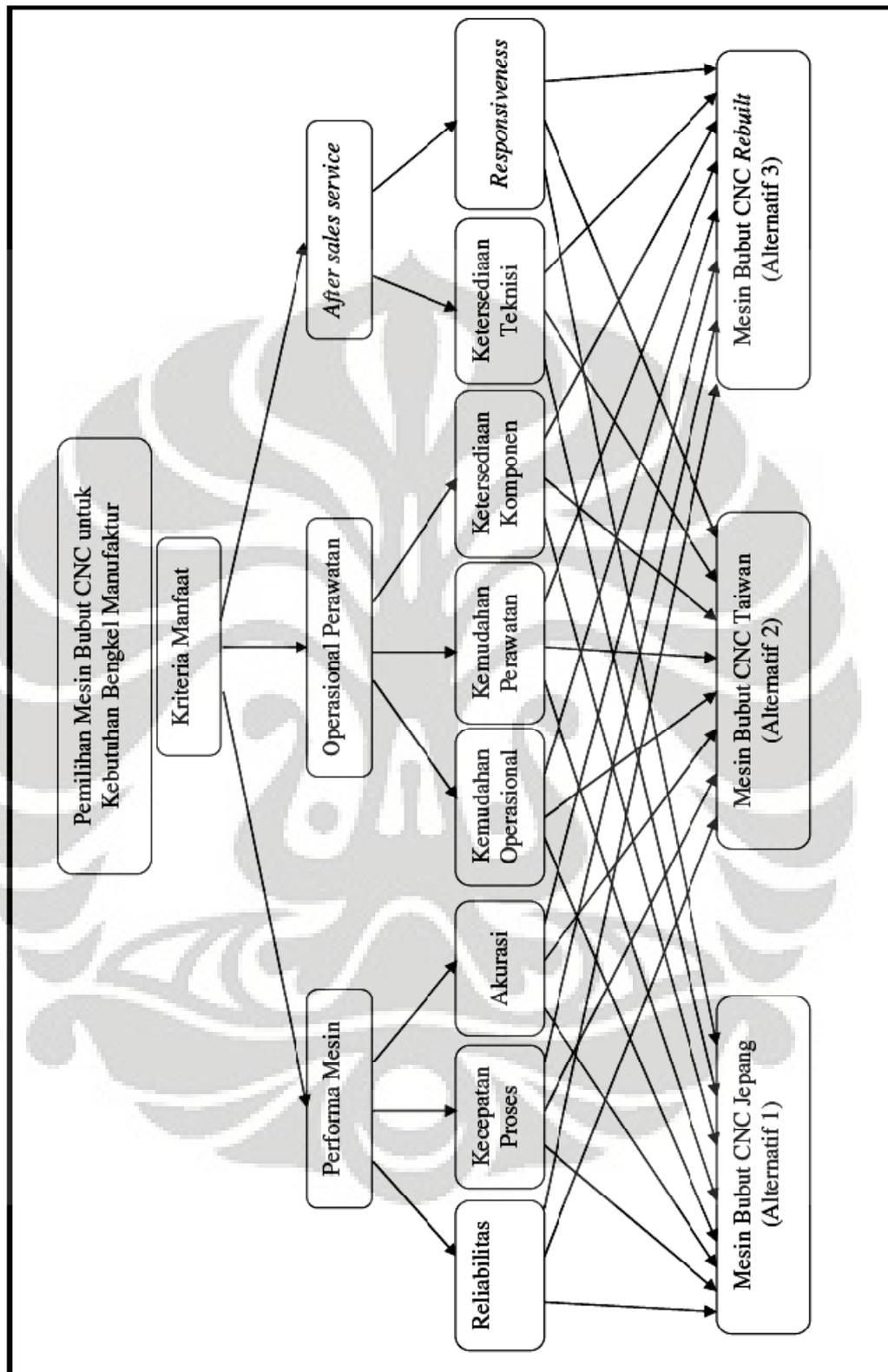
3.3.1.2 Operasional Perawatan

Setiap peralatan tidak pernah terlepas dari operasional dan tindakan perawatan. Untuk menghasilkan sesuatu maka alat tersebut harus beroperasi. Sedangkan untuk menjaga atau memperpanjang umur kerjanya maka harus dilakukan perawatan terhadap alat tersebut. Berdasarkan wawancara dengan nara sumber yang berkompeten dalam pemilihan mesin CNC maka kriteria operasioanal dan perawatan dibagi menjadi 3 sub kriteria yaitu :

- Kemudahan Operasional
- Kemudahan Perawatan
- Ketersediaan Komponen Standar di Pasaran

3.3.1.3 *After Sales Service* dari Pemasok

Karena mesin bubut CNC didapatkan dari pemasok, maka peran *after sales service* dari pemasok perlu menjadi pertimbangan dalam melakukan pemilihan mesin mana yang akan dibeli. Kemampuan pemasok untuk memberikan pelayanan dengan cepat jika terjadi masalah menjadi hal penting dalam menilai



Gambar 3.1 Hirarki Manfaat

kinerja *after sales service* dari pemasok. Bagi yang kurang biasa dengan penggunaan maupun perbaikan mesin bubut khususnya mesin CNC, maka ketersediaan teknisi dari supplier yang menangani perbaikan dan aplikasi dan operasional mesin CNC sangat diperlukan. Adapun sub kriteria untuk kriteria *after sales service* dari pemasok terdiri dari :

- Ketersediaan Teknisi untuk Perbaikan dan Aplikasi
- *Responsiveness* Pemasok Terhadap Permasalahan

3.3.1.4 Data Kuisisioner Kriteria Manfaat

Pengumpulan data untuk kriteria manfaat menggunakan metode kuisisioner yang disusun berdasarkan hierarki manfaat dari metode AHP. Untuk kebutuhan pengolahan data kuisisioner disusun dan dibagikan kepada 5 responden yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam mesin bubut CNC. Untuk mendapatkan penilaian yang homogen maka dibatasi responden yang bekerja di wilayah Yogyakarta dan sekitarnya. Dari 5 kuisisioner yang dibagikan sejumlah 3 kuisisioner kembali dan lolos uji konsistensi dengan menggunakan software *Expert Choice* berdasarkan metode AHP. Responden kuisisioner dapat dilihat dengan tabel 3.3.

Tabel 3.3 Responden Kuisisioner Pembobotan Kriteria Manfaat.

Nama	Pengalaman	Pendidikan	Perusahaan	Jabatan
Narto	16 tahun	S1	PT. NNE	Kepala Bengkel
Fachrurozi	18 tahun	S1	PT. Kripton Gama Jaya	Manajer Produksi
Dwi Widiyanto	14 tahun	D3	PT. Kripton Gama Jaya	Spv. Produksi
David	12 tahun	D3	PT. Karya Hidup Sentosa	Spv. Produksi
Andreas Banuhadi	12 tahun	D3	PT. Sarana Multi Santosa	Kepala Bengkel

3.3.1.5 Pengolahan Data Kuisisioner Kriteria Manfaat

Pengolahan data data kuisisioner matriks perbandingan berpasangan (data pembobotan) dilakukan dengan cara menggabungkan penilaian para ahli terhadap tingkat kepentingan relatif setiap Kriteria dan Alternatif. Penilaian kelompok dalam AHP dapat digabungkan menjadi satu penilaian yaitu rata-rata geometris dari penilaian responden seperti pada tabel 3.4 dengan keterangan sebagai berikut :

- k 1 : Kriteria Performa Mesin
- k 2 : Kriteria Operasional Perawatan
- k 3 : Kriteria *After Sales Service* dari Pemasok
- k 1.1 : Sub Kriteria Reliabilitas Mesin
- k 1.2 : Sub Kriteria Kecepatan Proses Mesin
- k 1.3 : Sub Kriteria Akurasi Proses Mesin
- k 2.1 : Sub Kriteria Kemudahan Operasional
- k 2.2 : Sub Kriteria Kemudahan Perawatan
- k 2.3 : Sub Kriteria Ketersediaan Komponen Standar
- k 3.1 : Sub Kriteria Ketersediaan Teknisi Perbaikan dan Aplikasi
- k 3.2 : Sub Kriteria *Responsiveness* Pemasok Terhadap Permasalahan

Tabel 3.4 Nilai Rataan Geometris

Terhadap	Perbandingan	Resp 1	Resp 2	Resp 3	Geomean	
Goal	k1	k2	4	5	4	4,3089
		k3	6	9	7	7,2304
	k2	k3	3	3	3	3
k1	k1.1	k1.2	4	4	6	4,5789
		k1.3	0,5	2	3	1,4422
	k1.2	k1.3	0,2	0,3333	0,3333	0,2811
k2	k2.1	k2.2	3	1	1	1,4422
		k2.3	6	3	5	4,4814
	k2.2	k2.3	3	6	3	3,7798

Tabel 3.4 Nilai Rataan Geometris (sambungan)

Terhadap	Perbandingan		Resp 1	Resp 2	Resp 3	Geomean
k3	k3.1	k3.2	7	1	3	2,7589
k1.1	a1	a2	4	5	5	4,6416
		a3	7	9	7	7,6117
k1.2	a1	a2	4	4	3	3,6342
		a3	6	8	4	5,7690
k1.3	a1	a2	6	4	5	4,9324
		a3	4	8	7	6,0732
k2.1	a1	a2	2	2	3	2,2894
		a3	2	3	3	2,6207
k2.2	a1	a2	2	1	2	1,5874
		a3	3	0,2	2	1,0627
k2.3	a1	a2	3	2	2	2,2894
		a3	3	0,3333	0,5	0,7937
k3.1	a1	a2	3	1	3	2,0801
		a3	3	0,2	2	1,0627
k3.2	a1	a2	1	4	3	2,2894
		a3	1	6	2	2,2894
	a1	a3	1	3	0,3333	1

Dengan data rata-rata geometris untuk setiap perbandingan berpasangan, maka dapat disusun matrik perbandingan kemudian dihitung bobot prioritas sebagaimana pengolahan data dalam metode AHP.

Tabel 3.5 Matrik Perbandingan Berpasangan Kriteria dalam Tujuan

Goal	k1	k2	k3	Prioritas
k1	1	4,3089	7,2304	0,7124
k2	0,2321	1	3	0,2046
k3	0,1383	0,3333	1	0,0830

Tabel 3.6 Matrik Perbandingan Berpasangan Sub Kriteria dalam Kriteria Performa Mesin

k1	k1.1	k1.2	k1.3	Prioritas
k1.1	1	4,5789	1,4422	0,5180
k1.2	0,2184	1	0,2811	0,1090
k1.3	0,6934	3,5569	1	0,3731

Tabel 3.7 Matrik Perbandingan Berpasangan Sub Kriteria dalam Kriteria Operasional Perawatan

k2	k3.1	k3.2	k2.3	Prioritas
k2.1	1	1,4422	4,4814	0,5128
k2.2	0,6934	1	3,7798	0,3798
k2.3	0,2231	0,2646	1	0,1074

Tabel 3.8 Matrik Perbandingan Berpasangan Sub Kriteria dalam Kriteria *After Sales Service* dari Pemasok

k3	k3.1	k3.2	Prioritas
k3.1	1	2,7589	0,7340
k3.2	0,3625	1	0,2660

Tabel 3.9 Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Reliabilitas

k1.1	a1	a2	a3	Prioritas
a1	1	4,6416	7,6117	0,7348
a2	0,2154	1	2,2894	0,1782
a3	0,1314	0,4368	1	0,0870

Tabel 3.10 Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kecepatan

k1.2	a1	a2	a3	Prioritas
a1	1	3,6342	5,7690	0,6764
a2	0,2752	1	2,6207	0,2228
a3	0,1733	0,3816	1	0,1007

Tabel 3.11 Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Akurasi

k1.3	a1	a2	a3	Prioritas
a1	1	4,9324	6,0732	0,7311
a2	0,2027	1	1,2599	0,1494
a3	0,1647	0,7937	1	0,1195

Tabel 3.12 Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Operasional

k2.1	a1	a2	a3	Prioritas
a1	1	2,2894	2,6207	0,5492
a2	0,4368	1	1,2599	0,2478
a3	0,3816	0,7937	1	0,2030

Tabel 3.13 Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Perawatan

k2.2	a1	a2	a3	Prioritas
a1	1	1,5874	1,0627	0,3887
a2	0,6300	1	0,6586	0,2435
a3	0,9410	1,5183	1	0,3678

Tabel 3.14 Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Komponen Standar

k2.3	a1	a2	a3	Prioritas
a1	1	2,2894	0,7937	0,3859
a2	0,4368	1	0,5503	0,1975
a3	1,2599	1,8171	1	0,4166

Tabel 3.15 Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Teknisi

k3.1	a1	a2	a3	Prioritas
a1	1	2,0801	1,0627	0,4129
a2	0,4807	1	0,5109	0,1985
a3	0,9410	1,9574	1	0,3886

Tabel 3.16 Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap *Responsiveness* dari Pemasok akan Permasalahan

k3.2	a1	a2	a3	Prioritas
a1	1	2,2894	2,2894	0,5337
a2	0,4368	1	1,0000	0,2331
a3	0,4368	1,0000	1	0,2331

3.3.2 Rasio Manfaat dari Alternatif

Nilai atau bobot prioritas dari setiap bagian dari hieraki manfaat hasil perhitungan berdasarkan metode AHP dengan menggunakan *Ms. Excel* dapat dicermati pada gambar 3.2.

Alternatif 1

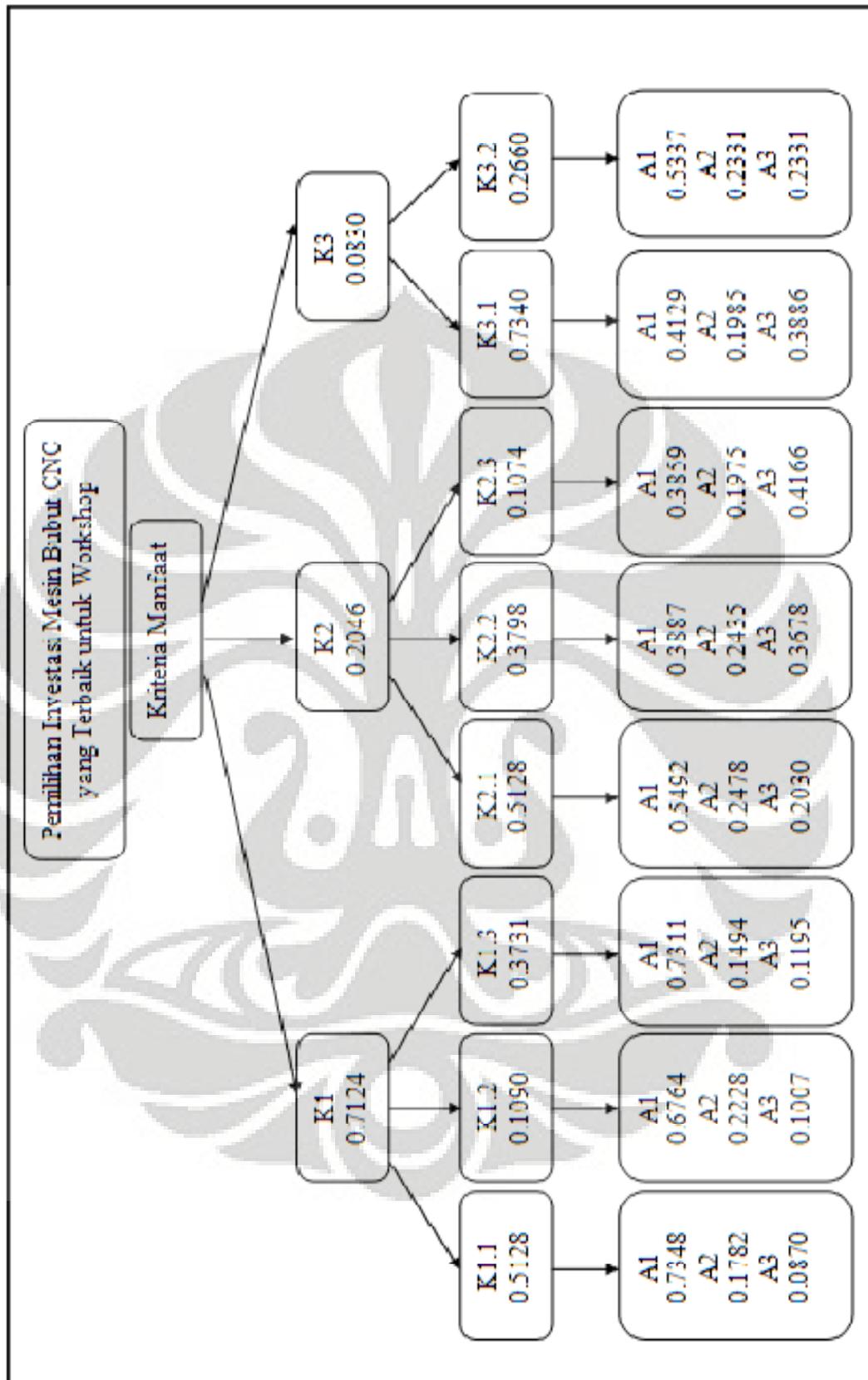
$$\begin{aligned} \text{Mesin Jepang} &= 0.7124 \times (0.5180 \times 0.7348 + 0.1090 \times 0.6764 + 0.3731 \times 0.7311) + 0.2046 \times (0.5128 \times 0.5492 + 0.3798 \times 0.3887 + 0.1074 \times 0.3859) + 0.0830 \times (0.7340 \times 0.4129 + 0.2660 \times 0.5337) \\ &= 0.6512 \end{aligned}$$

Alternatif 2

$$\begin{aligned} \text{Mesin Taiwan} &= 0.7124 \times (0.5180 \times 0.1782 + 0.1090 \times 0.2228 + 0.3731 \times 0.1494) + 0.2046 \times (0.5128 \times 0.2478 + 0.3798 \times 0.2435 + 0.1074 \times 0.1975) + 0.0830 \times (0.7340 \times 0.1985 + 0.2660 \times 0.2331) \\ &= 0.1893 \end{aligned}$$

Alternatif 3

$$\begin{aligned} \text{Mesin Rebuilt} &= 0.7124 \times (0.5180 \times 0.0870 + 0.1090 \times 0.1007 + 0.3731 \times 0.1195) + 0.2046 \times (0.5128 \times 0.2030 + 0.3798 \times 0.3678 + 0.1074 \times 0.4166) + 0.0830 \times (0.7340 \times 0.3886 + 0.2660 \times 0.2331) \\ &= 0.1595 \end{aligned}$$



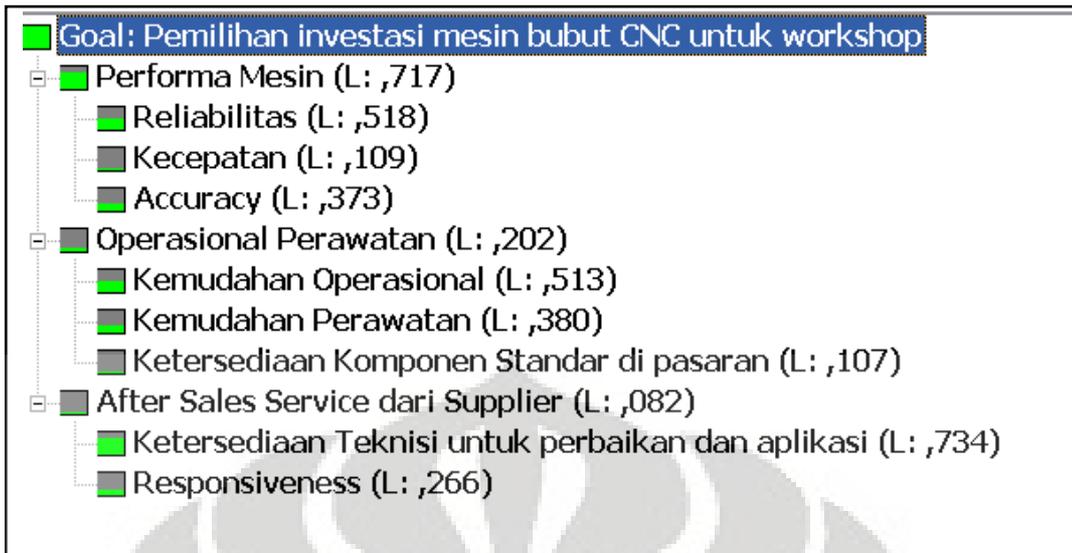
Gambar 3.2 Bobot Prioritas dalam Hirarki Manfaat

3.3.3 Pengolahan Hirarki Manfaat dengan *Expert Choice 11.5*

Perhitungan prioritas alternatif dari hirarki manfaat sangat mudah dengan menggunakan *Expert Choice 11.5* yang merupakan versi terbaru dari *Expert choice*. Dalam menyelesaikan permasalahan dengan metode AHP dengan *Expert Choice 11.5* tidak perlu menghitung nilai rata-rata geometris dari masing-masing matrik. Dengan *Expert Choice 11.5* hanya perlu memasukkan hasil kuisioner dan secara otomatis akan didapat bobot rasio dari hirarki. Langkah penyelesaian dengan *Expert Choice 11.5* secara ringkas adalah sebagai berikut :

1. Menyusun hirarki keputusan sesuai dengan tujuan, kriteria, sub-kriteria dan alternatifnya.
2. Menambahkan jumlah *participant*  sesuai dengan jumlah responden. Pada skripsi kali ini menggunakan 3 responden kuisioner.
3. Masukkan hasil kuisioner dari setiap responden ahli sesuai dengan *participant* nya. Dengan menggunakan menu *assessment / questionnaire*.
4. Kemudian hasil penilaian dari ketiga responden diintegrasikan dengan cara memilih *combined* pada pilihan *participant*  .
5. Penghitungan bobot rasio dari hirarki manfaat, dilakukan dengan menu *assessment / combine participants' judgement data / entire hirarcy*

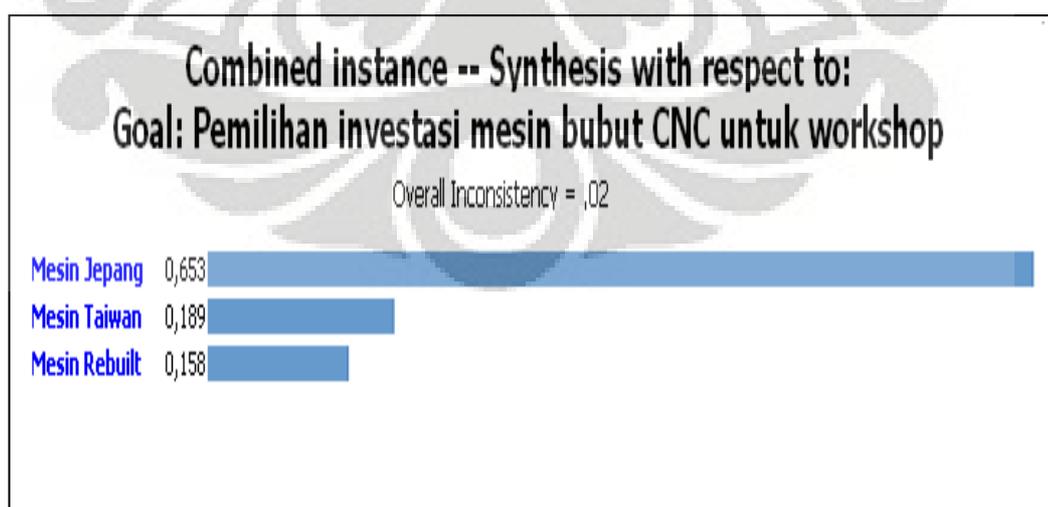
Dengan cara di atas, maka akan dengan mudah kita dapatkan hasil perhitungan bobot rasio untuk masing-masing kriteria dan sub kriteria seperti pada gambar 3.3, bobot rasio masing-masing alternatif seperti pada gambar 3.4 dan nilai *inconsistency* keseluruhan hirarki seperti dalam gambar 3.5.



Gambar 3.3 Bobot Rasio Kriteria dan Sub Kriteria dengan *Expert Choice 11.5*

Mesin Jepang	.653
Mesin Taiwan	.189
Mesin Rebuilt	.158

Gambar 3.4 Bobot Rasio Alternatif dengan *Expert Choice 11.5*



Gambar 3.5 Nilai Inkonsistensi dari Hirarki Manfaat Berdasarkan *Expert Choice 11.5*

3.4 Hirarki Biaya

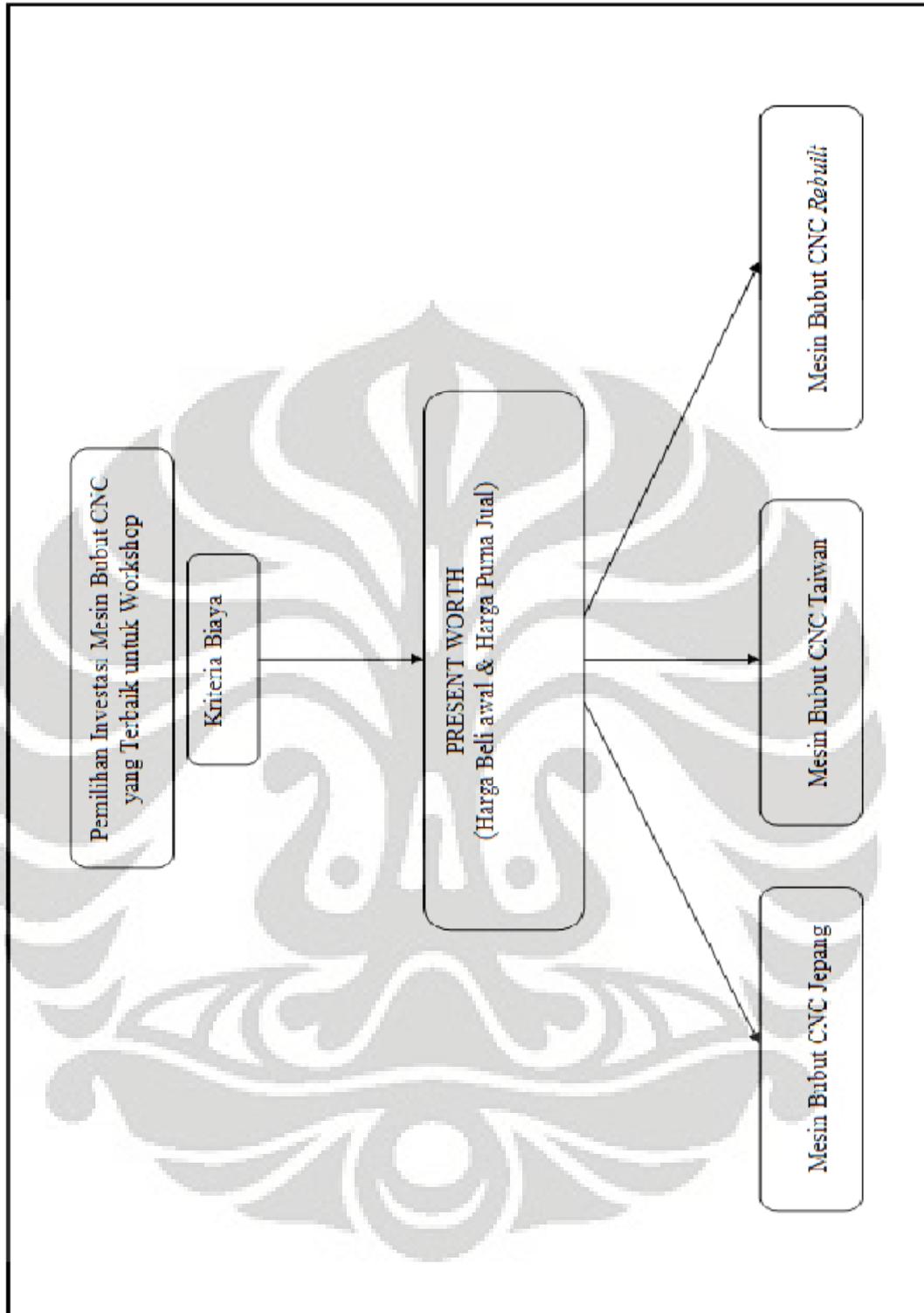
Untuk mendapatkan rasio biaya yang akan digunakan dalam metode AHP, digunakan data sekunder dari perusahaan. Data tersebut berupa biaya investasi awal dan nilai buku dari mesin pada tahun dimana umur pakai mesin tercapai, dan penilaian umur pakai dari mesin alternatif.

3.4.1 Data Biaya Investasi Awal Alternatif

Berdasarkan penawaran dari beberapa pemasok mesin bubut CNC yang telah diterima oleh perusahaan dan setelah dilakukan seleksi awal mesin-mesin yang memiliki spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan maka data investasi awal dari masing-masing alternatif seperti pada tabel 3.17, dengan menggunakan kurs IDR 110 untuk mata uang JPY, dan IDR 9.000 untuk mata uang USD sesuai dengan kisaran kurs mata uang asing yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia pada tanggal 15 November 2010.

3.4.2 Data Purna Jual dan Umur Pakai Alternatif

Perusahaan tempat dilakukan penelitian merupakan perluasan dari salah satu perusahaan yang bergerak di bidang *automotive accessories* kendaraan, maka untuk membantu penentuan harga purna jual dan umur pakai dari mesin-mesin alternative digunakan kerangka metode yang diterapkan di perusahaan tersebut. Hal ini karena perusahaan tempat dilakukan penelitian belum memiliki banyak mesin, sehingga data untuk penentuan harga purna jual dan umur pakai dari mesin masih sedikit. Data yang diperoleh berupa data perhitungan biaya penyusutan total dari setiap mesin selama umur pakai mesin tersebut dengan perincian seperti lampiran 4. Dari biaya penyusutan total tersebut dapat ditentukan berapa biaya mesin per jam, yang biasanya digunakan untuk estimasi biaya pengerjaan sebuah produk.



Gambar 3.6 Hirarki Biaya

Dengan metode yang sama, perusahaan menentukan nilai buku dan umur pakai dari ketiga alternatif mesin yang hendak dipilih. Akan tetapi, untuk membandingkan komponen biaya menggunakan *Present Worth* maka akan lebih mudah jika penilaian purna jual dari mesin-mesin tersebut pada tahun yang sama. Pada penelitian ini ditentukan umur pakai terendah di antara mesin alternatif yaitu 5 tahun sebagai acuan.

Tabel 3.18 Umur Pakai dan Purna Jual Mesin Alternatif

Mesin	Harga Mesin	Umur Pemakaian	Purna Jual
MRSK - Jepang	902.000.000	12 thn	225.500.000
TKSW - Taiwan	450.000.000	8 thn	112.500.000
<i>Rebuilt</i>	160.000.000	5 thn	40.000.000

Tabel 3.19 Purna jual Mesin Alternatif pada Tahun ke-5

Mesin	Harga Mesin	Umur Pemakaian	Purna Jual
MRSK - Jepang	902.000.000	5 thn	400.000.000
TKSW - Taiwan	450.000.000	5 thn	200.000.000
<i>Rebuilt</i>	160.000.000	5 thn	40.000.000

3.4.3 Perhitungan *Present Worth*

Dengan menggunakan asumsi inflasi per tahun adalah tetap 8%, maka nilai *present worth* dari setiap alternatif yang dibandingkan akan dengan mudah dihitung. Asumsi inflasi berdasarkan rata-rata inflasi yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia seperti pada lampiran 5.

Present Worth Alternatif 1

$$\begin{aligned}
 PW_{\text{MRSK}} &= \text{harga mesin} - \text{PV purna jual} \\
 &= 902.000.000 - \text{PV}(8\%; 5; ; 400.000.000) \\
 &= 902.000.000 - 248.368.529,22 \\
 &= 629.766.721,19
 \end{aligned}$$

Present Worth Alternatif 2

$$\begin{aligned}
 PW_{\text{TKSW}} &= \text{harga mesin} - \text{PV purna jual} \\
 &= 450.000.000 - \text{PV}(8\%; 5; ; 200.000.000) \\
 &= 450.000.000 - 124.184.264,61 \\
 &= 313.883.360,59
 \end{aligned}$$

Present Worth Alternatif 3

$$\begin{aligned}
 PW_{\text{Rebuilt}} &= \text{harga mesin} - \text{PV purna jual} \\
 &= 160.000.000 - \text{PV}(8\%; 5; ; 40.000.000) \\
 &= 160.000.000 - 24.836.852,92 \\
 &= 132.776.672,12
 \end{aligned}$$

Tabel 3.20 Nilai *Present Worth* Alternatif

No.	Merk	Harga Mesin IDR	Umur Pakai	Asumsi inflasi	Purna Jual	<i>Present Worth</i> IDR
1	MRSK - Jepang	902.000.000	5 tahun	8%	400.000.000	629.766.721,19
2	TKSW - Taiwan	450.000.000	5 tahun	8%	200.000.000	313.883.360,59
3	<i>Rebuilt</i>	160.000.000	5 tahun	8%	40.000.000	132.776.672,12
Jumlah nilai PW						1.076.426.753,90

3.4.4 Pembobotan Kriteria Biaya

Setelah pengolahan data dari kriteria biaya masing-masing alternatif dilakukan, maka dengan pembobotan sederhana akan didapatkan rasio biaya dari setiap alternatif.

$$\text{Alternatif 1} : 629.766.721,19 / 1.076.426.573,90 = 0,5851$$

$$\text{Alternatif 2} : 313.883.360,59 / 1.076.426.573,90 = 0,2916$$

$$\text{Alternatif 3} : 132.776.672,12 / 1.076.426.573,90 = 0,1233$$

3.5 Rasio Manfaat / Biaya

Setelah rasio manfaat dan rasio biaya didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung rasio manfaat / biaya untuk memilih mesin bubut CNC yang paling baik, paling sesuai dan paling produktif untuk kebutuhan sebuah bengkel, dengan rasio manfaat / biaya tertinggi.

Tabel 3.21 Rasio Manfaat / Biaya

Alternatif	Bobot Manfaat	Bobot Biaya	Rasio Manfaat / Biaya
MRSK - Jepang	0,653	0,5851	1,1161
TKSW - Taiwan	0,189	0,2916	0,6482
<i>Rebuilt</i>	0,158	0,1233	1,2809

Dari hasil perhitungan pada tabel Rasio Manfaat / Biaya, urutan prioritas pemilihan mesin bubut CNC untuk kebutuhan bengkel yang pertama adalah Mesin *Rebuilt* dengan bobot 1,2809 kemudian Mesin MRSK-Jepang dan TKSU-Taiwan dengan bobot masing-masing adalah 1,1161 dan 0,6482.

BAB 4

ANALISIS

4.1 Analisis Hirarki Keputusan

Pada sub bab ini, akan dianalisis hirarki keputusan yang terdiri dari analisis setiap tingkatan hirarki yaitu Tujuan, Kriteria, Sub Kriteria, dan Alternatif.

4.1.1 Analisis Tujuan

Hirarki ini merupakan hirarki fungsional karena model pembobotan adalah sistem kompleks yang disusun menjadi bagian-bagian menurut hubungannya yang penting. Level paling atas dalam suatu hirarki fungsional yang disebut fokus terdiri dari hanya satu elemen yaitu tujuan keseluruhan secara luas. Tujuan dari model hirarki ini adalah pemilihan mesin bubut CNC untuk kebutuhan bengkel. Tidak terdapat sub tujuan di bawah tujuan keseluruhan sehingga untuk level tujuan hanya satu level yakni tujuan keseluruhan.

4.1.2 Analisis Kriteria dan Sub Kriteria

Dalam hirarki fungsional, di bawah level tujuan adalah level kriteria yang harus dipertimbangkan untuk mencapai tujuan. Dikarenakan tujuan dari model hirarki adalah pemilihan mesin bubut CNC untuk kebutuhan bengkel, maka level di bawahnya adalah kriteria yang dipertimbangkan untuk mencapai tujuan tersebut. Kriteria tersebut secara spesifik merupakan beberapa hal yang dipertimbangkan pihak perusahaan dalam rangka memilih mesin bubut CNC. Berikut kriteria beserta sub kriteria yang telah dikelompokkan sesuai dengan kriterianya :

1. Performa Mesin
 - 1.1. Reliabilitas

- 1.2. Kecepatan
- 1.3. Akurasi

2. Operasional dan Perawatan Mesin
 - 2.1. Kemudahan Operasional
 - 2.2. Kemudahan Perawatan
 - 2.3. Ketersediaan Komponen Standar
3. *After Sales Service* dari Pemasok
 - 3.1. Ketersediaan Teknisi Aplikasi dan Perbaikan
 - 3.2. *Responsiveness* Pemasok terhadap Permasalahan
4. Biaya Mesin

Dalam pemilihan dan penyusunan kriteria-kriteria tersebut tidak hanya melibatkan pihak internal perusahaan tetapi didahului dengan melibatkan narasumber dari eksternal perusahaan yang memiliki pengalaman dan pengetahuan dalam memilih mesin CNC yang sesuai dengan kebutuhan secara khusus mesin bubut CNC. Karena ada komponen biaya dalam kriteria untuk tujuan hierarki pemilihan mesin bubut CNC, maka perlu dipisahkan dari kriteria manfaat. Sehingga dipakai 2 hierarki yaitu hirarki manfaat dan hierarki biaya untuk menyelesaikan permasalahan pemilihan mesin bubut CNC untuk kebutuhan bengkel.

Dengan pendekatan tersebut maka kriteria dan sub kriteria dari hierarki dinilai sudah cukup lengkap dan detail untuk digunakan dalam memilih mesin bubut CNC yang terbaik.

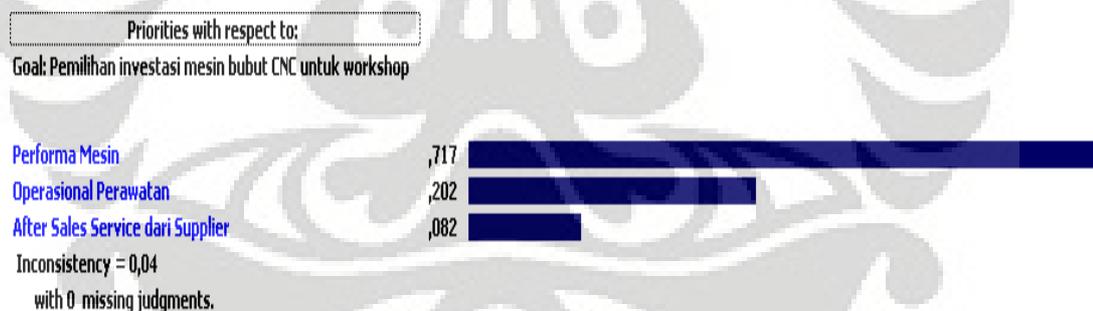
4.1.3 Analisis Alternatif

Alternatif model ini adalah mesin bubut CNC yang dipertimbangkan untuk dibeli oleh pihak perusahaan, sehubungan dengan kenaikan jumlah dan variasi produk bubutan. Dalam proses *inquiry* mesin bubut CNC yang sesuai perusahaan mendapatkan beberapa penawaran dalam bentuk penawaran dari beberapa pemasok. 2 diantaranya pemasok mesin Jepang, 3 mesin dari pemasok mesin Taiwan dan 1 penawaran untuk mesin *rebuilt*. Kemudian pihak perusahaan memilih 3 mesin yang sesuai spesifikasinya untuk dijadikan alternatif keputusan. Dengan mempertimbangkan kriteria dan sub kriteria dari hierarki keputusan yang telah ditentukan oleh pihak perusahaan, maka ketiga mesin tersebut layak dan dapat diperbandingkan secara berpasangan sesuai dengan metode AHP.

4.2 Analisis Pembobotan dan Rasio Inkonsistensi dalam Hirarki Manfaat

4.2.1 Analisis Pembobotan Kriteria Manfaat

Berdasarkan pengolahan data yang penulis kerjakan dapat dilihat bahwa bobot masing-masing risiko diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Kriteria

Rasio Performa Mesin memiliki bobot yang paling tinggi yaitu 0,717. Angka ini sangat jauh jika dibandingkan dengan kriteria lainnya. Berdasarkan wawancara dengan responden, performa atau kinerja dari mesin adalah acuan utama untuk sebuah mesin yang berkualitas sehingga semakin baik performa dari sebuah mesin maka akan semakin tinggi juga nilai tambah yang dapat dihasilkan

dari sebuah mesin. Dengan performa mesin yang baik maka kualitas produk yang dihasilkan akan terjamin dengan kapasitas yang dihasilkan lebih tinggi. Performa yang handal menghindarkan biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan dan waktu yang hilang karenanya.

Diurutan kedua adalah kriteria Operasional Perawatan dengan bobot 0,202 dan kriteria yang memiliki bobot paling rendah yaitu 0,082 adalah kriteria *After Sales Service* dari Pemasok. Kriteria *After Sales Service* dari Pemasok kurang menjadi pertimbangan responden, hal ini dimungkinkan karena di perusahaan tempat responden bekerja memiliki tenaga ahli untuk aplikasi dan reparasi, sehingga jika terjadi masalah dengan mesin bubut CNC dapat segera ditangani. Selain itu perusahaan kategori bengkel tidak memiliki mesin dalam jumlah banyak, sehingga jumlah dan variasi dari kerusakan yang terjadi hanya sedikit dan lebih mudah untuk dikelola.

Rasio Inkonsistensi adalah 0,04 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan kriteria konsisten.

4.2.2 Analisis Pembobotan Sub Kriteria dalam Kriteria Performa Mesin

Berikut ini adalah prioritas Sub Kriteria dalam Kriteria Performa Mesin dari yang terbesar ke yang terkecil.



Gambar 4.2 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Sub Kriteria Performa Mesin

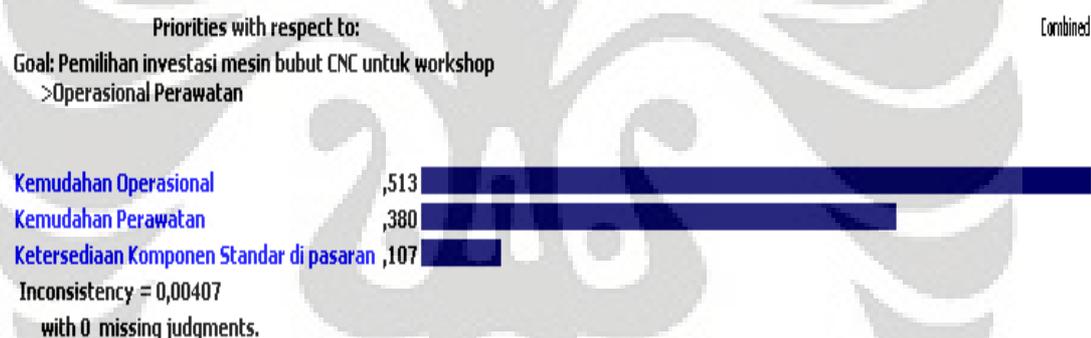
Dapat dilihat bahwa Sub Kriteria dengan prioritas tertinggi adalah Reliabilitas dengan bobot 0,518 . Sub Kriteria ini penting karena mengindikasikan kehandalan mesin tersebut, seberapa lama performa terbaik dari sebuah mesin

dapat bertahan. Kemudian diurutkan kedua adalah Sub Kriteria Akurasi dengan bobot 0,373. Akurasi menjadi penting untuk menghasilkan produk dengan ukuran yang presisi dan kualitas tersebut tetap terjaga dalam jangka waktu lama sesuai dengan kehandalan dari mesin tersebut. Sub Kriteria Kecepatan nampaknya tidak terlalu penting dalam menilai kinerja mesin karena mempunyai prioritas paling rendah dengan bobot 0.109.

Rasio Inkonsistensi adalah 0,00137 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Sub Kriteria dalam Kriteria Performa Mesin konsisten.

4.2.3 Analisis Pembobotan Sub Kriteria dalam Kriteria Operasional Perawatan

Berikut ini adalah prioritas Sub Kriteria dalam Kriteria Operasional Perawatan dari yang terbesar ke yang terkecil.



Gambar 4.3 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Sub Kriteria Operasional Perawatan

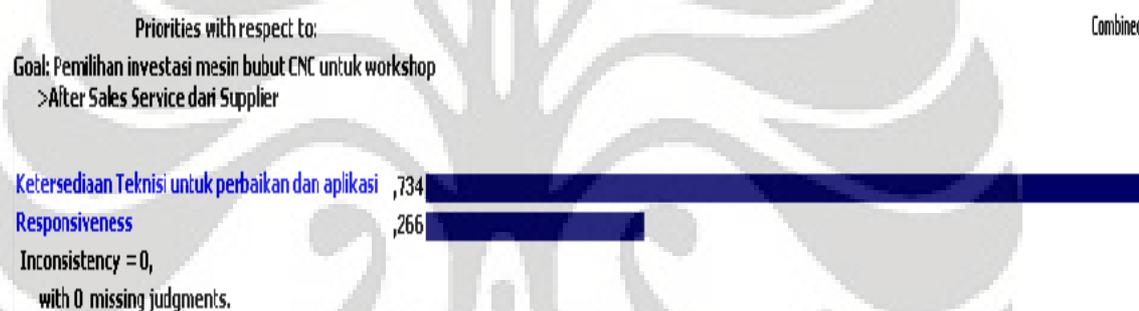
Sebagaimana terlihat pada gambar, Sub Kriteria Kemudahan Operasional berada di urutan paling atas yaitu 0,513. Berdasarkan wawancara dengan responden Kemudahan Operasional menjadi lebih dominan karena lebih mempengaruhi hasil dari proses mesin bubut CNC. Sub Kriteria Kemudahan Perawatan dengan bobot 0,380 dan Sub Kriteria Ketersediaan Komponen Standar dengan bobot 0,107.

Rasio Inkonsistensi adalah 0,00407 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Sub Kriteria dalam Kriteria Operasional Perawatan konsisten.

4.2.4 Analisis Pembobotan Sub Kriteria dalam Kriteria *After Sales Service*

Pada Kriteria *After Sales* hanya terdiri dari 2 Sub Kriteria, yaitu Ketersediaan Teknisi Aplikasi dan Perbaikan dengan bobot 0,734 dan *Responsiveness* dengan bobot 0,266. Menurut responden Ketersediaan Teknisi Aplikasi dan Perbaikan dari pemasok sangat mempengaruhi *responsiveness* dari penanganan masalah dari supplier itu sendiri. Karena supplier yang tidak memiliki divisi teknisi untuk aplikasi dan perbaikan akan kesulitan menangani permasalahan yang dihadapi perusahaan.

Berikut ini adalah prioritas Sub Kriteria dalam Kriteria *After Sales Service* dari yang terbesar ke yang terkecil.

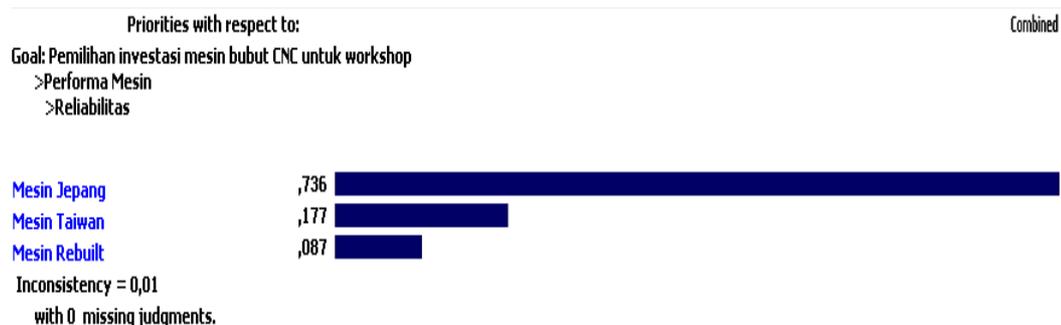


Gambar 4.4 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Sub Kriteria *After Sales Service*

Rasio Inkonsistensi adalah 0,0 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Sub Kriteria dalam Kriteria *After Sales Service* konsisten.

4.2.5 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Reliabilitas

Berikut ini adalah prioritas alternatif dalam Sub Kriteria Reliabilitas dari yang terbesar ke yang terkecil.



Gambar 4.5 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Reliabilitas

Dalam hal reliabilitas mesin jepang jauh lebih unggul dibandingkan dengan alternative mesin lainnya. Hal ini memang alternatif yang dipilih oleh perusahaan adalah merk yang sudah terkenal dengan kualitas mesinnya baik dari segi reliabilitas, kecepatan maupun akurasinya.

Rasio Inkonsistensi adalah 0,01 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria konsisten.

4.2.6 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Kecepatan

Berikut ini adalah prioritas alternatif dalam Sub Kriteria Kecepatan dari yang terbesar ke yang terkecil.



Gambar 4.6 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Kecepatan

Dalam hal Kecepatan, Mesin Jepang jauh lebih unggul dibandingkan dengan alternative mesin lainnya. Hal ini memang alternatif yang dipilih oleh perusahaan adalah merk yang sudah terkenal dengan kualitas mesinnya baik dari segi reliabilitas, kecepatan maupun akurasinya.

Rasio Inkonsistensi adalah 0,03 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Kecepatan konsisten.

4.2.7 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Akurasi

Dalam hal Akurasi, Mesin Jepang jauh lebih unggul dibandingkan dengan alternative mesin lainnya. Hal ini memang alternatif yang dipilih oleh perusahaan adalah merk yang sudah terkenal dengan kualitas mesinnya baik dari segi reliabilitas, kecepatan maupun akurasinya. Bahkan jika dibandingkan dengan mesin Jepang yang lain akurasi untuk mesin tersebut masih lebih unggul.

Berikut ini adalah prioritas alternatif dalam Sub Kriteria Akurasi dari yang terbesar ke yang terkecil.

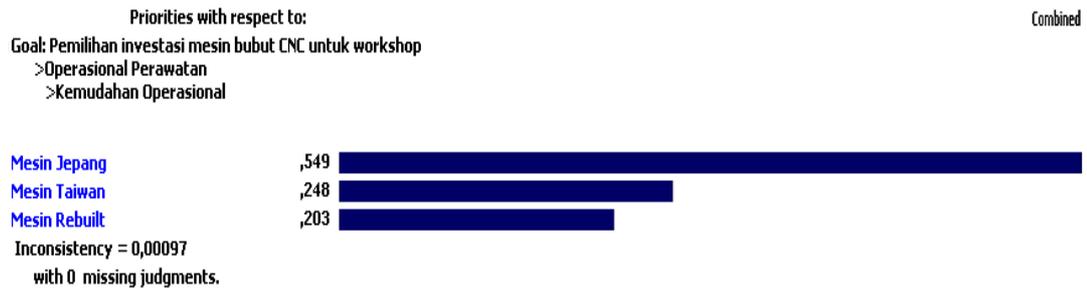


Gambar 4.7 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Akurasi

Rasio Inkonsistensi adalah 0,00006 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Akurasi konsisten.

4.2.1.8 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Kemudahan Operasional

Berikut ini adalah prioritas alternatif dalam Sub Kriteria Kemudahan Operasional dari yang terbesar ke yang terkecil.



Gambar 4.8 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Kemudahan Operasional

Untuk Sub Kriteria Kemudahan Operasional, Mesin Jepang masih dominan dibandingkan dengan 2 alternatif lainnya. Berdasarkan pengamatan hal ini dikarenakan Mesin Jepang jauh lebih dulu digunakan sehingga para pemakai mesin lebih familiar dengan desain operasional dari mesin Jepang.

Rasio Inkonsistensi adalah 0,00097 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Kemudahan Operasional konsisten.

4.2.9 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Kemudahan Perawatan

Berikut ini adalah prioritas alternatif dalam Sub Kriteria Kemudahan Perawatan dari yang terbesar ke yang terkecil.



Gambar 4.9 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Kemudahan Perawatan

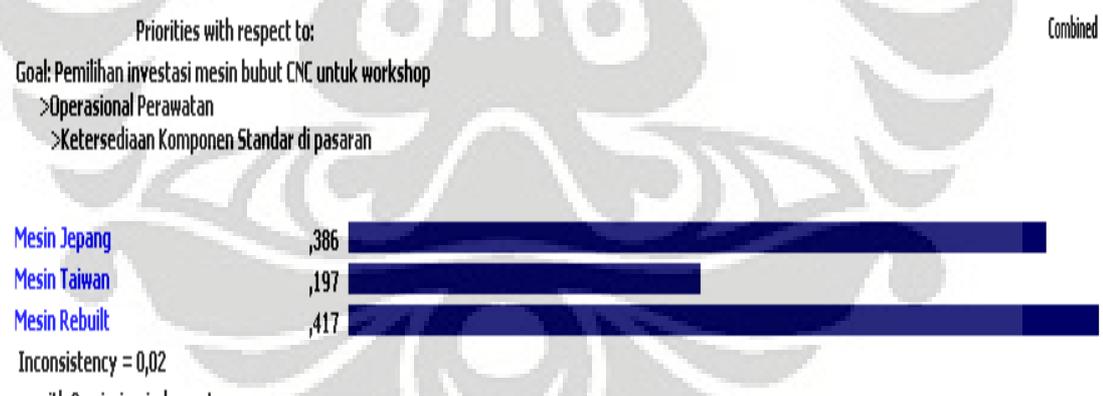
Pada Sub Kriteria Kemudahan Perawatan bobot dari ketiga alternative tidak terlalu jauh, sehingga pada dasarnya kemudahan perawatan dari ketiga alternative sebanding.

Rasio Inkonsistensi adalah 0,0003 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Kemudahan Perawatan konsisten.

4.2.10 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Ketersediaan Komponen Standar

Pada Sub Kriteria Ketersediaan Komponen Standar alternative mesin *rebuilt* memiliki bobot paling tinggi yaitu 0,417. Berdasarkan pengamatan, hal ini karena penggantian komponen pada saat proses *rebuilt* mesin tersebut selalu disesuaikan dengan ketersediaan komponen di pasaran. Mesin Jepang di prioritas kedua dengan bobot 0,386 tidak berbeda jauh dari mesin rebuilt, hal ini dikarenakan mesin Jepang sudah sangat lama mulai digunakan di Indonesia sehingga para penjual komponen juga mengantisipasi permintaan untuk penggantian komponen-komponen standar.

Berikut ini adalah prioritas alternatif dalam Sub Kriteria Ketersediaan Komponen dari yang terbesar ke yang terkecil.

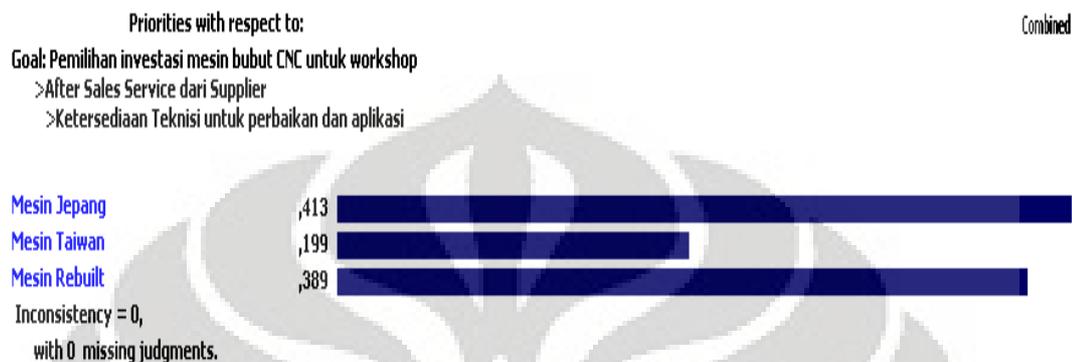


Gambar 4.10 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Ketersediaan Komponen Standar

Rasio Inkonsistensi adalah 0,02 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria konsisten.

4.2.11 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria Ketersediaan Teknisi Aplikasi dan Perbaikan

Berikut ini adalah prioritas alternatif dalam Sub Kriteria Ketersediaan Teknisi Aplikasi dan Perbaikan dari yang terbesar ke yang terkecil.



Gambar 4.11 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria Ketersediaan Teknisi

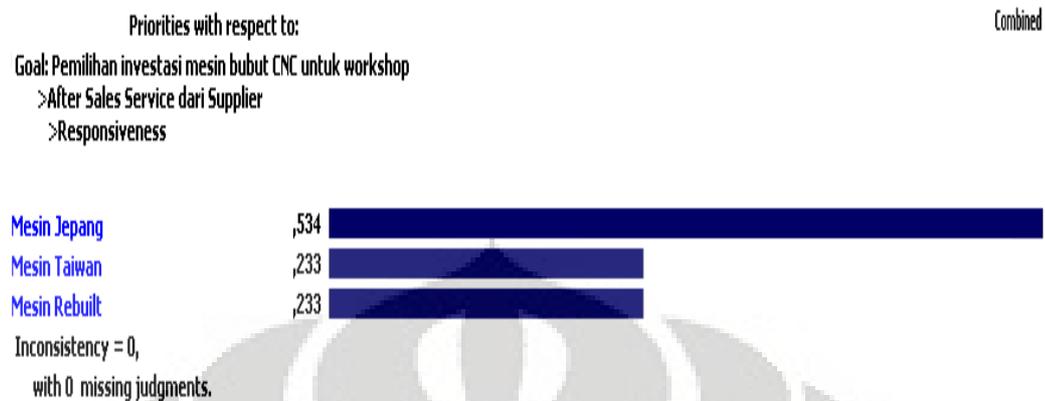
Pada pembobotan alternative dalam Sub Kriteria Ketersediaan Teknisi, Mesin Jepang dan Mesin Rebuilt memiliki bobot yang relative sama yaitu 0,413 dan 0,398. Hal ini disebabkan karena Supplier Mesin Jepang memiliki teknisi yang dikelola dengan baik sesuai dengan kualifikasi dan standar dari *mother company / machine builder* di Jepang. Sedangkan untuk mesin rebuilt, sangat wajar jika memiliki bobot ketersediaan teknisi yang cukup dominan karena setiap proses awal *rebuilt* pasti membutuhkan teknisi.

Rasio Inkonsistensi adalah 0,0 lebih kecil daripada 0,05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria konsisten.

4.2.12 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria *Responsiveness* Pemasok terhadap Permasalahan

Pada Sub Kriteria *Responsiveness* dari Pemasok, Mesin Jepang memiliki bobot 0,534 merupakan prioritas pertama. Hal ini dikarenakan supplier mesin Jepang memiliki pengalaman sehingga mampu mengelola aktivitas *after sales service* nya dengan baik.

Berikut ini adalah prioritas alternatif dalam Sub Kriteria *Responsiveness* dari yang terbesar ke yang terkecil.

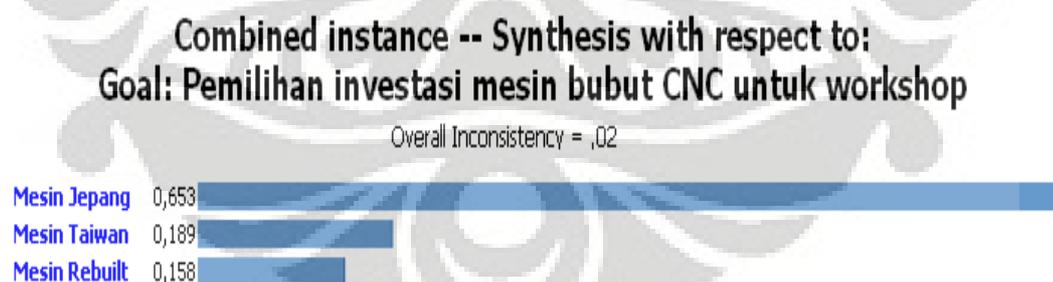


Gambar 4.12 Prioritas Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif dalam Sub Kriteria *Responsiveness* Pemasok terhadap Permasalahan

Rasio Inkonsistensi adalah 0.0 lebih kecil daripada 0.05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Alternatif dalam Sub Kriteria konsisten.

4.2.13 Analisis Pembobotan Alternatif dalam Kriteria Manfaat Keseluruhan

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, diperoleh bahwa bobot alternatif dari terbesar ke yang terkecil seperti pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Prioritas Global Dan Rasio Inkonsistensi Alternatif

Gambar menunjukkan bahwa secara hirarki manfaat alternatif Mesin Jepang memiliki bobot tertinggi dengan 0,653. Alternatif Mesin Taiwan memiliki bobot 0,189 menjadi prioritas kedua dan alternatif Mesin *Rebuilt* dengan bobot 0,159 di prioritas ketiga berdasarkan kriteria manfaat. Mesin Jepang terlihat begitu

dominan dalam prioritas keseluruhan, karena memiliki penilaian yang jauh lebih tinggi dalam pembobotan alternatif dalam ketiga sub kriteria dari Kriteria Performa Mesin yaitu Sub Kriteria Reliabilitas, Kecepatan dan Akurasi Mesin Jepang mendapatkan bobot masing-masing 0,736 , 0,679 dan 0,731.

Rasio Inkonsistensi adalah 0.02 lebih kecil daripada 0.05 untuk matriks 3x3 sehingga pembobotan Alternatif Keseluruhan dianggap konsisten.

4.3 Analisis Pembobotan dalam Hirarki Biaya

Pembobotan dalam Hirarki Biaya menggunakan data sekunder perusahaan, berupa data harga beli dan harga purna jual di akhir umur pakai dari setiap alternatif. Dalam rangka memudahkan pembobotan maka, pihak manajemen perusahaan melakukan penilaian harga purna jual pada tahun ke lima dari setiap alternatif. Pemilihan tahun ke lima berdasarkan penilaian umur pakai paling pendek dari semua alternatif. Umur pakai paling pendek adalah umur pakai dari mesin rebuilt sesuai dengan penilaian dari manajemen perusahaan. Dengan metode *Present Worth Analysis* nilai PW untuk Mesin Jepang Rp 629.766.721,19 untuk alternatif Mesin Taiwan Rp 313.883.360,59 dan alternatif Mesin Rebuilt Rp 132.776.672,12.

Dari ketiga nilai present worth tersebut kemudian didapatkan nilai bobot untuk alternative Mesin Jepang 0,5851, untuk Mesin Taiwan 0,2916 dan untuk mesin Rebuilt 0,1233 dengan metode pembobotan sederhana. Karena nilai bobot alternatif dalam kriteria biaya menggunakan data sekunder dan berupa data kuantitatif maka tidak perlu dilakukan uji konsistensi seperti dalam pembobotan kriteria manfaat yang menggunakan penilaian kualitatif dengan skala AHP.

4.4 Analisis Rasio Manfaat / Biaya dari Alternatif

Dari hasil pengolahan data untuk rasio manfaat / biaya berdasarkan data bobot alternatif dalam kriteria manfaat dan kriteria biaya, maka bobot untuk alternatif Mesin Jepang dengan Model adalah 1,1161. Sedangkan untuk alternatif 2 yaitu Mesin Taiwan dengan Model TKS W NEX-108 memiliki bobot manfaat / rasio 0,6482 dan Alternatif 3 Mesin Rebuilt 1,2809. Maka urutan prioritas berdasarkan rasio manfaat / biaya yang pertama adalah Alternatif Mesin *Rebuilt*,

Universitas Indonesia

yang kedua Alternatif Mesin Jepang dan di urutan ketiga adalah Mesin Taiwan TKS_W NEX-108.

Dengan demikian sebagaimana metode AHP adalah suatu metode yang praktis untuk memilih alternatif yang terbaik dengan rasio manfaat / biaya tertinggi maka alternatif ketiga yaitu Mesin *Rebuilt* menjadi pilihan terbaik dalam pemilihan mesin bubut CNC untuk kebutuhan workshop.

Jika hanya membandingkan dari kriteria manfaat maka Alternatif Mesin *Rebuilt* memiliki bobot terendah yaitu 0,158 di bawah alternatif lainnya yaitu Mesin Jepang dengan bobot 0,653 dan Alternatif Mesin Taiwan TKS_W NEX-108 dengan bobot 0,189. Namun demikian dari kriteria biaya, Mesin *Rebuilt* merupakan alternatif dengan biaya jauh lebih murah dengan nilai *present worth* Rp 132.776.672,12 dibandingkan dengan Mesin Jepang Rp 629.766.721,19 dan Mesin Taiwan TKS_W NEX-108 Rp 313.883.360,59. Sehingga apabila dihitung rasio manfaat / biayanya maka Mesin *Rebuilt* akan menjadi prioritas utama dari pengambilan keputusan dalam penelitian ini.

Dengan demikian untuk menjadi prioritas pertama alternatif harus mendapatkan rasio manfaat / biaya yang paling tinggi. Untuk mencapai hal tersebut bobot dari kriteria manfaat dari alternatif harus maksimal, sedangkan bobot kriteria biaya dari alternatif harus minimal.

4.5 Analisis Sensitivitas

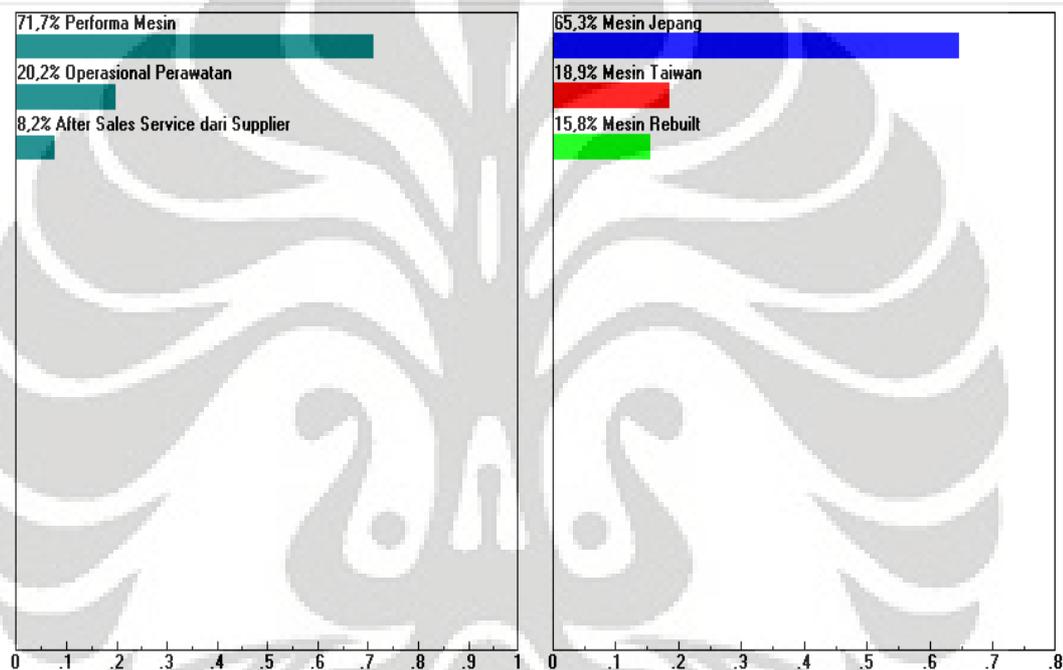
Analisis Sensitivitas pada Hirarki Kriteria Manfaat dilakukan menggunakan *Expert Choice 11.5*. Untuk Hirarki Kriteria Biaya tidak dilakukan analisis sensitivitas karena menggunakan pembobotan sederhana tanpa menggunakan *Expert Choice 11.5*. Dengan *Expert Choice 11.5* analisis sensitivitas dapat menggunakan 5 model *sensitivity-Graphs*, yaitu *Performance*, *Gradient*, *Dynamic*, *Head to Head* dan *2D*. Dalam Analisis sensitivitas berikut akan menggunakan Model *Dynamic Sensitivity*.

4.5.1 Analisis Sensitivitas Alternatif dalam Kriteria Manfaat

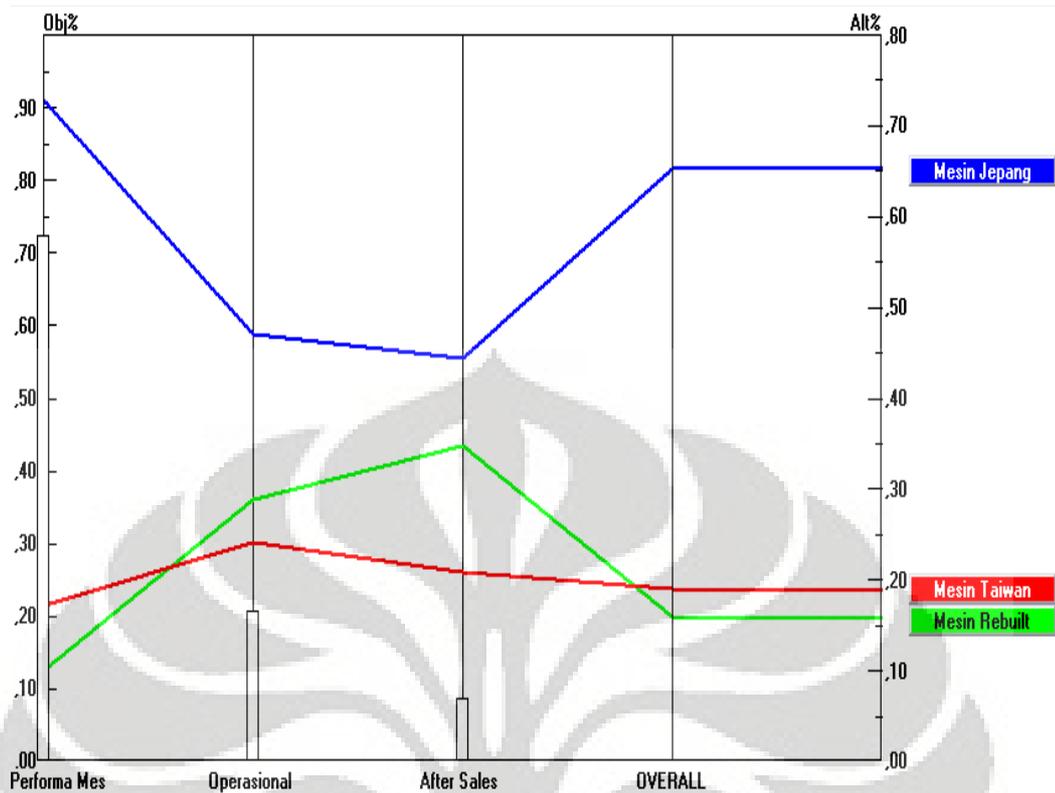
Dengan *Dynamic Sensitivity* dilakukan analisis sensitivitas dari Keseluruhan Kriteria Manfaat terhadap Alternatif. Kriteria Performa Mesin

memiliki bobot paling dominan 71,7% sedangkan Kriteria After Sales Service 8,2% merupakan bobot paling rendah dengan bobot manfaat pada alternatif mesin Jepang 65,3%, mesin Taiwan 18,9% dan alternatif pada mesin *Rebuilt* 15,8% seperti pada gambar 4.14 dan gambar 4.15.

Kemudian dilakukan uji sensitivitas kriteria manfaat dengan mengubah bobot dari masing kriteria manfaat secara bergantian dimulai dari mengurangi bobot kriteria Performa Mesin, menambah bobot kriteria Operasional Perawatan, dan menambah bobot kriteria *After Sales Service* secara bertahap seperti pada tabel 4.1.



Gambar 4.14 *Dynamic Sensitivity* Kriteria Manfaat



Gambar 4.15 Performance Sensitivity Kriteria Manfaat

Tabel 4.1 Tabel Analisis Sensitivitas Alternatif dalam Kriteria Manfaat

Percobaan Sensitivitas		Hasil pada alternatif		
		Mesin Jepang (65,4%)	Mesin Taiwan (18,9%)	Mesin Rebuilt (15,8%)
Performa Mesin	- 10 %	62,9%	19,5%	18,0%
	- 20%	59,8%	20,1%	20,1%
	- 30%	57,3%	20,7%	22,1%
	- 50%	52,0%	21,9%	26,2%
Operasional Perawatan	+10%	63,0%	19,5%	17,5%
	+ 30%	58,5%	20,8%	20,7%
	50%	53,9%	22,1%	24,0%

<i>After sales service</i>	+10%	63,0%	19,1%	17,7%
	+ 20%	60,0%	19,3%	19,9%
	+ 30%	58,5%	19,5%	22,0%
	+ 50%	54,0%	19,9%	26,1%

Sebagaimana tersaji dalam tabel 4.1 perubahan urutan prioritas alternatif hanya terjadi pada urutan 2 dan 3, yaitu antara mesin Taiwan dan mesin *Rebuilt* sedangkan prioritas 1 dengan bobot tertinggi adalah alternatif mesin Jepang. Perubahan urutan prioritas alternatif dalam kriteria manfaat terjadi ketika bobot kriteria Performa Mesin dikurangi hingga lebih dari 20% atau bobot kriteria Operasional Perawatan ditingkatkan hingga lebih dari 30% atau bobot kriteria *After Sales Service* ditingkatkan hingga 30%.

Dari hasil uji sensitivitas kriteria manfaat ternyata tidak memberikan perubahan yang signifikan terhadap bobot akhir dari alternatif. Fenomena ini menunjukkan bahwa hasil pembobotan cukup stabil tidak terlalu sensitif terhadap perubahan pada pembobotan kriteria manfaat.

4.5.2 Analisis Sensitivitas Alternatif dalam Kriteria Biaya

Setiap pengusaha akan selalu memperhatikan nilai tukar mata uang asing terhadap mata uang rupiah pada saat akan melakukan transaksi dalam satuan mata uang asing. Perubahan nilai tukar mata uang dapat merupakan fenomena yang tidak bisa dihindari karena perubahan permintaan dan penawaran terhadap mata uang tertentu sebagai alat transaksi seiring meningkatnya kegiatan ekonomi antar negara. Terdapat 2 jenis mata uang selain rupiah yaitu JPY untuk mesin Jepang dan USD untuk mesin Taiwan pada data sekunder penawaran mesin bubut CNC.

Dengan mempertimbangkan hasil rasio manfaat / biaya pada poses pemilihan mesin bubut CNC untuk kebutuhan bengkel, dimana bobot rasio untuk masing-masing alternatif secara berurutan dari paling tinggi sampai paling rendah adalah 1,2809 untuk alternatif Mesin *Rebuilt* SL-3, 1,1161 untuk alternatif Mesin Jepang dan 0,6482 untuk alternatif Mesin. Maka analisis sensitivitas alternatif

dalam Kriteria Biaya dilakukan dengan asumsi adanya penurunan apresiasi terhadap mata uang Jepang (JPY) yang merupakan satuan mata uang yang digunakan dalam harga penawaran alternatif Mesin Jepang yang memiliki bobot manfaat paling tinggi.

Analisis sensitivitas dilakukan dengan menurunkan nilai tukar mata uang JPY secara bertahap dari Rp 110 / JPY, Rp 105/ JPY, Rp 100 / JPY dan Rp 95 /JPY dengan asumsi nilai tukar mata uang USD terhadap rupiah, tingkat inflasi dan harga purna jual tidak berubah. Perubahan pada bobot Kriteria Biaya dan bobot rasio manfaat / biaya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel Analisis Sensitivitas Alternatif dalam Kriteria Biaya

Nilai Tukar JPY	Harga Mesin Jepang	Bobot Kriteria Biaya			Rasio Manfaat / Biaya		
		Mesin Jepang	Mesin Taiwan	Mesin Rebuilt	Mesin Jepang	Mesin Taiwan	Mesin Rebuilt
110	902.000.000	0,5851	0,2916	0,1233	1,1161	0,6482	1,2809
105	861.000.000	0,5686	0,3031	0,1282	1,1484	0,6235	1,2321
100	820.000.000	0,5508	0,3156	0,1335	1,1855	0,5988	1,1833
95	779.000.000	0,5315	0,3292	0,1393	1,2285	0,5741	1,1345

Hasil uji sensitivitas tersebut menunjukkan bahwa prioritas alternatif dari pemilihan mesin bubut CNC untuk kebutuhan bengkel cukup sensitif dalam kaitannya dengan perubahan nilai tukar mata uang khususnya penurunan nilai tukar mata uang JPY terhadap IDR.

BAB 5 KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh memilih mesin bubut CNC yang paling sesuai untuk kebutuhan bengkel penyedia komponen produksi *automotive accessories*. Berdasarkan tujuan itu, maka kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semua Rasio Inkonsistensi matriks perbandingan berpasangan Kriteria, Sub Kriteria, dan Alternatif menunjukkan hasil yang konsisten yaitu lebih kecil atau sama dengan 0.05 untuk matriks 3x3. Rasio Inkonsistensi hirarki keseluruhan adalah 0.02 lebih kecil daripada 0.1 sehingga hirarki secara keseluruhan konsisten.
2. Berdasarkan rasio manfaat / biaya tertinggi, alternatif yang paling sesuai dengan kebutuhan bengkel penyedia komponen produksi perusahaan *automotive accessories* adalah Mesin *Rebuilt* SL-3.
3. Kriteria Performa Mesin merupakan kriteria manfaat yang paling berpengaruh dalam pemilihan mesin bubut CNC karena memiliki bobot paling tinggi.
4. Kriteria manfaat lebih penting daripada kriteria biaya, karena setelah dilakukan analisis sensitivitas bobot manfaat relatif stabil, dibandingkan bobot biaya yang sensitif dengan perubahan nilai tukar mata uang asing. Sehingga alternatif dengan bobot manfaat yang tinggi mempunyai peluang lebih besar untuk menempati prioritas pilihan pertama dengan bobot rasio manfaat / biaya paling tinggi.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan analisa kelayakan mesin dalam aspek kelayakan kapasitas produksi, aspek operasional perawatan dan aspek kelayakan finansial untuk mengevaluasi apakah mesin yang diinvestasikan sudah tepat.

DAFTAR REFERENSI

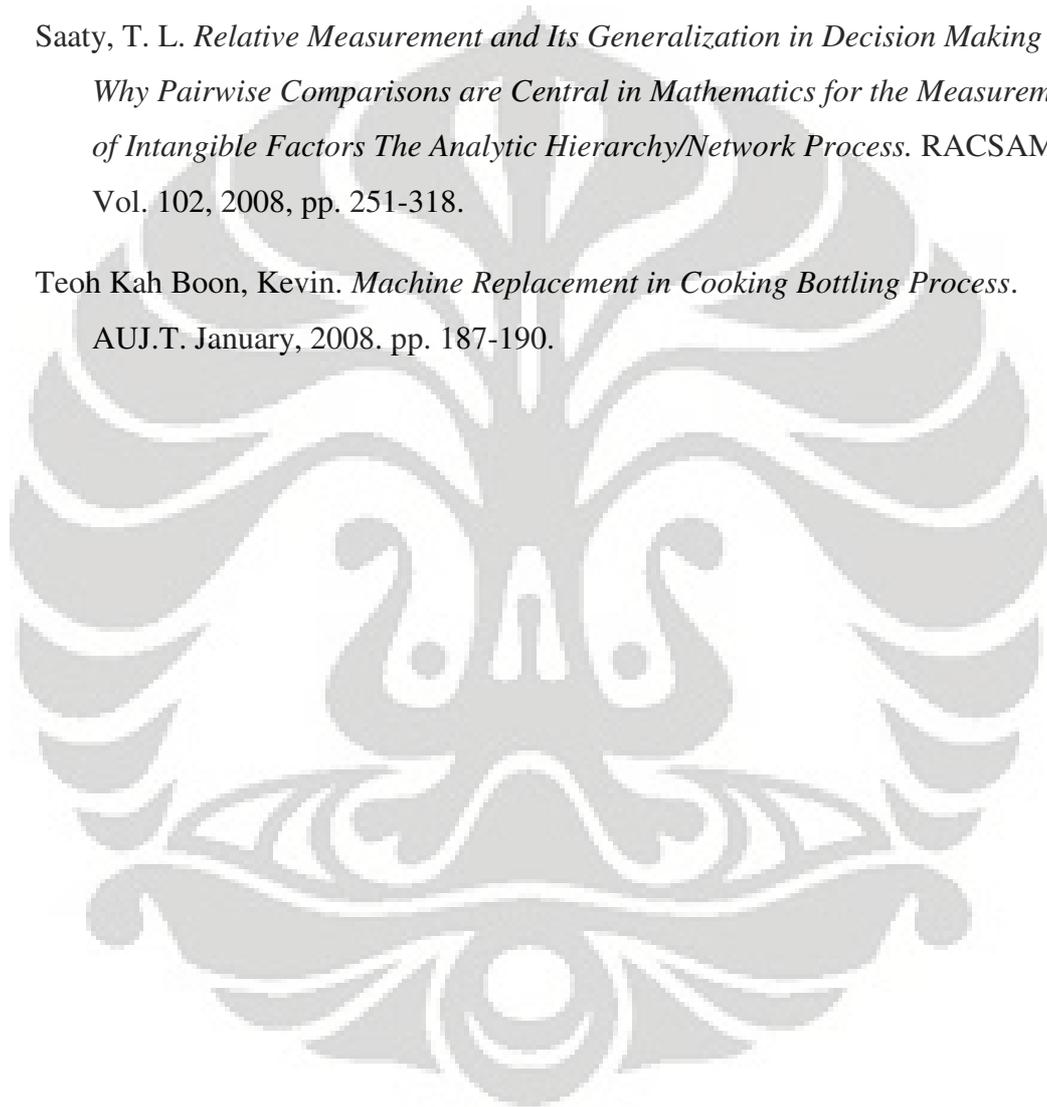
- Chin-Sheng, Huang, Yu-Ju Lin, and Che-Chern Lin. *An Evaluation Model For Determining Insurance Policy Using AHP and Fuzzy Logic: Case Studies of Life and Annuity Insurances*. Proceedings of 8th WSEAS International Conference of Fuzzy Systems, Vancouver, British Columbia, Canada. June 19-21, 2007.
- CNC Machines an Introduction*. Surakarta: ATMI PRESS, 1992.
- Blank, Leland, and Anthony Tarquin. *Engineering Economy. 6th edition*. New York : McGraw-Hill, 2005.
- Ernest, Forman, and Marry Ann Selly. *Decision By Objective: How To Convince Others That You Are Right*. World Scientific Publishing, 2001.
- Harbi-Al, Kamal, M.A.-S. *Application of the AHP in Project Management*. International Journal of Project Management 19, 2001. pp. 19-27.
- Krar, S. and Arthur Gill. *CNC Technology and Programming*. Singapore: McGraw Hill, 1990.
- Kumar, S, Parashar, N, Haleem Abid. *Analytical Hierarchy Process Applied to Vendor Selection Problem : Small Scale, Medium Scale and Large Scale Industries*. Business Intelligence Journal. August, 2009. Vol. 2.
- Lacalle, L.N. López. *Machine Tools for High Performance Machining*. Springer. 2009.
- Mohajed, M. and Javad Dodangeh. *Different Criteria by Using Engineering Economy techniques For Best Project Selection in one of the sector of telecommunication in Iran*. International Journal of Engineering and Technology, June, 2009. Vol. 1, No. 2.

Riyadi, Nunung Gunung. *Teori Bengkel*. Surakarta: ATMI PRESS, 2006.

Saaty, T. L. *PENGAMBILAN KEPUTUSAN Bagi Para Pemimpin: Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Komplek*. Cetakan 1. Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo, 1991.

Saaty, T. L. *Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process*. RACSAM. Vol. 102, 2008, pp. 251-318.

Teoh Kah Boon, Kevin. *Machine Replacement in Cooking Bottling Process*. AUJ.T. January, 2008. pp. 187-190.



LAMPIRAN 1 Matriks Data Kuisisioner Responden 1

Matrik Perbandingan Berpasangan Kriteria terhadap Tujuan

Goal	k1	k2	k3
k1	1	4	6
k2		1	3
k3			1

k1 : kriteria Performa Mesin

k2 : kriteria Operasional Perawatan

k3 : kriteria *After Sales Service*

Matrik Perbandingan Berpasangan sub kriteria dalam Kriteria Performa Mesin

k1	k1.1	k1.2	k1.3
k1.1	1	4	1/2
k1.2		1	1/5
k1.3			1

k1.1 : Reliabilitas

k1.2 : Kecepatan

k1.3 : Akurasi

Matrik Perbandingan Berpasangan dalam Kriteria Operasional Perawatan

k2	k2.1	k2.2	k2.3
k2.1	1	3	6
k2.2		1	3
k2.3			1

k2.1 : Kemudahan Operasional

k2.2 : Kemudahan Perawatan

k2.3 : Ketersediaan Komponen Standar

Matrik Perbandingan Berpasangan sub kriteria dalam Kriteria *After Sales Service*

k3	k3.1	k3.2
k3.1	1	7
k3.2		1

k3.1 : Ketersediaan Teknisi Aplikasi / Perbaikan

k3.2 : *Responsiveness*

(lanjutan)

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Reliabilitas

k1.1	a1	a2	a3
a1	1	4	7
a2		1	3
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kecepatan

k1.2	a1	a2	a3
a1	1	4	6
a2		1	3
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Akurasi

k1.3	a1	a2	a3
a1	1	4	6
a2		1	1/3
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Operasional

k2.1	a1	a2	a3
a1	1	2	2
a2		1	1
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

(lanjutan)

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Perawatan

k2.2	a1	a2	a3
a1	1	2	3
a2		1	2
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Komponen

k2.3	a1	a2	a3
a1	1	3	3
a2		1	1
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Teknisi

k3.1	a1	a2	a3
a1	1	3	3
a2		1	2
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap *Responsiveness*

k3.2	a1	a2	a3
a1	1	1	1
a2		1	1
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

LAMPIRAN 2 Matriks Data Kuisisioner Responden 2

Matrik Perbandingan Berpasangan Kriteria terhadap Tujuan

Goal	k1	k2	k3
k1	1	5	9
k2		1	3
k3			1

k1 : kriteria Performa Mesin

k2 : kriteria Operasional Perawatan

k3 : kriteria *After Sales Service*

Matrik Perbandingan Berpasangan sub kriteria dalam Kriteria Performa Mesin

k1	k1.1	k1.2	k1.3
k1.1	1	4	2
k1.2		1	1/3
k1.3			1

k1.1 : Reliabilitas

k1.2 : Kecepatan

k1.3 : Akurasi

Matrik Perbandingan Berpasangan dalam Kriteria Operasional Perawatan

k2	k2.1	k2.2	k2.3
k2.1	1	1	3
k2.2		1	6
k2.3			1

k2.1 : Kemudahan Operasional

k2.2 : Kemudahan Perawatan

k2.3 : Ketersediaan Komponen Standar

Matrik Perbandingan Berpasangan sub kriteria dalam Kriteria *After Sales Service*

k3	k3.1	k3.2
k3.1	1	1
k3.2		1

k3.1 : Ketersediaan Teknisi Aplikasi / Perbaikan

k3.2 : *Responsiveness*

(lanjutan)

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Reliabilitas

k1.1	a1	a2	a3
a1	1	5	9
a2		1	2
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kecepatan

k1.2	a1	a2	a3
a1	1	4	8
a2		1	3
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Akurasi

k1.3	a1	a2	a3
a1	1	4	8
a2		1	3
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Operasional

k2.1	a1	a2	a3
a1	1	2	3
a2		1	1
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

(lanjutan)

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Perawatan

k2.2	a1	a2	a3
a1	1	1	1/5
a2		1	1/7
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Komponen

k2.3	a1	a2	a3
a1	1	2	1/3
a2		1	1/3
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Teknisi

k3.1	a1	a2	a3
a1	1	1	1/5
a2		1	1/5
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap *Responsiveness*

k3.2	a1	a2	a3
a1	1	4	6
a2		1	3
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

LAMPIRAN 3 Matriks Data Kuisisioner Responden 3

Matrik Perbandingan Berpasangan Kriteria terhadap Tujuan

Goal	k1	k2	k3
k1	1	4	7
k2		1	3
k3			1

k1 : kriteria Performa Mesin

k2 : kriteria Operasional Perawatan

k3 : kriteria *After Sales Service*

Matrik Perbandingan Berpasangan sub kriteria dalam Kriteria Performa Mesin

k1	k1.1	k1.2	k1.3
k1.1	1	6	3
k1.2		1	1/3
k1.3			1

k1.1 : Reliabilitas

k1.2 : Kecepatan

k1.3 : Akurasi

Matrik Perbandingan Berpasangan dalam Kriteria Operasional Perawatan

k2	k2.1	k2.2	k2.3
k2.1	1	1	5
k2.2		1	3
k2.3			1

k2.1 : Kemudahan Operasional

k2.2 : Kemudahan Perawatan

k2.3 : Ketersediaan Komponen Standar

Matrik Perbandingan Berpasangan sub kriteria dalam Kriteria *Aftersales Service*

k3	k3.1	k3.2
k3.1	1	3
k3.2		1

k3.1 : Ketersediaan Teknisi Aplikasi / Perbaikan

k3.2 : *Responsiveness*

(lanjutan)

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Reliabilitas

k1.1	a1	a2	a3
a1	1	5	7
a2		1	2
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kecepatan

k1.2	a1	a2	a3
a1	1	3	4
a2		1	2
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Akurasi

k1.3	a1	a2	a3
a1	1	5	7
a2		1	2
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Operasional

k2.1	a1	a2	a3
a1	1	3	3
a2		1	2
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

(lanjutan)

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Perawatan

k2.2	a1	a2	a3
a1	1	2	2
a2		1	1
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Komponen

k2.3	a1	a2	a3
a1	1	2	1/2
a2		1	1/2
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Teknisi

k3.1	a1	a2	a3
a1	1	3	2
a2		1	1/3
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*Matrik Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap *Responsiveness*

k3.2	a1	a2	a3
a1	1	3	2
a2		1	1/3
a3			1

a1 : Mesin Jepang

a2 : Mesin Taiwan

a3 : Mesin *Rebuilt*

LAMPIRAN 4 Tabel Investasi Mesin

LAMPIRAN 5 Tingkat Inflasi

Tingkat Inflasi per Bulan (tahun 2003 -2010)								
Tahun	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Januari	8,68 %	4,82 %	7,32%	17,03 %	6,26 %	7,36%	9,17 %	3,72 %
Februari	7,60 %	4,60 %	7,15%	17,92 %	6,30 %	7,40%	8,60 %	3,81 %
Maret	7,17 %	5,22 %	8,81%	15,74 %	6,52 %	8,17%	7,92 %	3,43 %
April	7,62 %	5,92 %	8,12%	15,40 %	6,29 %	8,96%	7,31 %	3,91 %
Mei	7,15 %	6,47 %	7,40%	15,60 %	6,01 %	10,38 %	6,04 %	4,16 %
Juni	6,98 %	6,83 %	7,42%	15,53 %	5,77 %	11,03 %	3,65 %	5,05 %
Juli	6,17 %	7,20 %	7,84%	15,15 %	6,06 %	11,90 %	2,71 %	6,22 %
Agustus	6,52 %	6,67 %	8,33%	14,90 %	6,51 %	11,85 %	2,75 %	6,44 %
Septembe r	6,33 %	6,27 %	9,06%	14,55 %	6,95 %	12,14 %	2,83 %	5,80 %
Oktober	6,48 %	6,22 %	17,89 %	6,29%	6,88 %	11,77 %	2,57 %	5,67 %
Nopembe r	5,53 %	6,18 %	18,38 %	5,27%	6,71 %	11,68 %	2,41 %	6,33 %
Desember	5,16 %	6,40 %	17,11 %	6,60%	6,59 %	11,06 %	2,78 %	-

Sumber : Bank Indonesia. <<http://www.bi.go.id/web/id/Moneter/Inflasi/Data+Inflasi/>>

LAMPIRAN 6 Kuisisioner Pembobotan

Kepada Yth.

Bpk. _____

PT. _____

Dengan Hormat,

Saya Agustinus Titis Iswara (NIM : 080636623), mahasiswa Jurusan Teknik Industri Universitas Indonesia yang sedang mengerjakan TA dengan judul “Pemilihan Mesin Bubut CNC untuk Kebutuhan Bengkel dengan Metode *Analytic Hierarchy Process*”. Dengan surat ini bermaksud memohon kerjasama Bapak dalam hal pengisian kuisisioner pembobotan.

Untuk mendapatkan mesin bubut CNC yang terbaik, kriteria dan alternatif pemilihan telah ditentukan. sebagai berikut :

1. Performa Mesin

Kriteria ini terdiri dari sub kriteria :

a. Reliabilitas

Sub kriteria reliabilitas, membandingkan kemampuan alternatif / mesin untuk mempertahankan kinerjanya terutama dalam hal akurasi dan kecepatan.

b. Akurasi

Sub kriteria ini membandingkan tingkat kepresisian alternatif / mesin dan *repeatability* dari pergerakan axis mesin sehingga mampu menghasilkan produk yang sesuai ukuran.

c. Kecepatan Proses

Dengan asumsi *cutting speed* diabaikan, maka kecepatan proses dari mesin bubut CNC tergantung pada putaran *spindle* maksimum, *feedrate* maksimum, *rapid travel*.

(lanjutan)

2. Operasional dan Perawatan

Kriteria ini meliputi Sub Kriteria :

a. Kemudahan Operasional

Dalam sub kriteria ini, kemudahan untuk membuat, mengedit dan menyimpan program dan pengoperasian lainnya antara mesin yang satu dengan yang lain dibandingkan.

b. Kemudahan Perawatan

Perawatan rutin mudah untuk dimonitor dan dilakukan sehingga dapat meminimalkan biaya *maintenance* dan memperpanjang umur pakai mesin.

c. Ketersediaan komponen standar di pasaran

Apabila ada kerusakan komponen standar maka komponen dapat segera diganti, tidak perlu menunggu komponen dari pemasok tertentu. Lebih cepat ketersediaan komponen pengganti maka semakin baik.

Contoh : *V-Belt, Bearing Support, Piping*

3. *After sales service* dari pemasok

a. Ketersediaan teknisi untuk menangani kerusakan dan aplikasi

b. *Responsiveness* : seberapa cepat pemasok memberikan pelayanan ketika terjadi masalah baik masalah aplikasi maupun masalah reparasi pada mesin yang telah dibeli dari mereka.

Sedangkan untuk alternatif mesin yang hendak dipilih adalah :

1. Mesin Jepang : MRSK – CL2000
2. Mesin Taiwan : TKSU – NEX108
3. Mesin *Rebuilt* : SL – 3, mesin bekas dengan kondisi mekanik 80% masih baik dan dilakukan retrofit dengan kontrol NC “GREAT” (China).

Setelah menentukan kriteria dan alternatif, maka akan dilakukan pembobotan dari masing masing kriteria dan alternatif tersebut.

(lanjutan)

Besar harapan Saya akan kesediaan Bapak, yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dengan mesin bubut CNC, untuk mengisi Kuisisioner Pembobotan pada lampiran berikut.

Saya menyadari bawa pengisian kuisisioner ini mungkin mengganggu kesibukan Anda. Untuk itu saya sangat berterimakasih atas kesediaan Bapak untuk meluangkan waktu dalam mengisi kuisisioner..

Petunjuk Pengisian Kuisisioner

- Anda diminta untuk membandingkan secara berpasangan dari faktor-faktor yang ada dalam tabel berdasarkan derajat pengaruhnya terhadap pemilihan mesin bubut CNC.
- Penilaian ini menggunakan skala pembobotan metode AHP berdasarkan derajat kepentingan.

Berikut skala pembobotan yang digunakan untuk penilaian.

Nilai	Definisi	Penjelasan
1	Kedua faktor sama pentingnya	Dua faktor menyumbangkan sama besar untuk sifat itu
3	Faktor yang satu sedikit lebih penting dari faktor lainnya.	Pengalaman dan pertimbangan sedikit menyokong satu faktor atas yang lainnya
5	Faktor yang satu lebih penting dari faktor yang lainnya	Pengalaman dan pertimbangan dengan kuat menyokong satu faktor atas faktor yang lainnya
7	Satu faktor jauh lebih penting dari faktor yang lainnya	Satu faktor disokong dan dominannya telah terlihat dalam praktik
9	Satu faktor mutlak lebih penting dari faktor lainnya	Bukti yang menyokong faktor yang satu atas yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2, 4 6, 8	Nilai tengah diantara 2 judgment yang berdampingan	Kompromi diperlukan antara dua pertimbangan

(lanjutan)

- Bapak diminta memberikan tanda silang (X) pada kolom nilai sesuai dengan derajat kepentingan dari 2 faktor yang dibandingkan.
- Bapak diminta memberikan tanda silang dengan ketentuan :
 - Pada kolom (>) jika faktor I lebih penting dari faktor II
 - Pada kolom (<) jika faktor II lebih penting dari faktor I
 - Pada kolom (=) jika faktor I sama penting dengan faktor II
- Apabila menurut Anda, kedua faktor sama penting maka berikan tanda silang pada angka 1.

Contoh Pengisian :

- Bila berpendapat bahwa Cutting Process **mutlak lebih penting** dibandingkan *after sales service* dari pemasok, maka pengisiannya sebagai berikut :

Faktor I	>									=	<									Faktor II
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Performa Mesin	X																		<i>After sales service</i>	

- Bila berpendapat bahwa Kemudahan Operasional memiliki derajat kepentingan di antara **lebih penting** dan **jauh lebih penting** dari Cutting Process, maka pengisiannya sebagai berikut :

Faktor I	>									=	<									Faktor II
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Performa Mesin														X					Operasional Perawatan	

- Bila berpendapat bahwa Akurasi **sama pentingnya** dengan Kecepatan Proses maka pengisiannya sebagai berikut :

Faktor I	>									=	<									Faktor II
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Akurasi										X									Kecepatan Proses	

KUISIONER PEMBOBOTAN

(lanjutan)

Perbandingan Berpasangan Kriteria terhadap Tujuan

Kriteria	>								=	<								Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Performa Mesin																		Operasional Perawatan
Performa Mesin																		After Sales Service
Operasional Perawatan																		After Sales Service

Perbandingan Berpasangan sub kriteria dalam Kriteria Performa Mesin

Kriteria	>								=	<								Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Reliabilitas																		Kecepatan
Reliabilitas																		Akurasi
Kecepatan																		Akurasi

Perbandingan Berpasangan dalam Kriteria Operasional Perawatan

Kriteria	>								=	<								Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kemudahan Operasional																		Kemudahan Perawatan
Kemudahan Operasional																		Ketersediaan komponen
Kemudahan Perawatan																		Ketersediaan komponen

(lanjutan)

Perbandingan Berpasangan Sub kriteria dalam Kriteria *Aftersales Service*

Kriteria	>									=	<									Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Ketersediaan Teknisi																		<i>Responsiveness</i>		

Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Reliabilitas

Kriteria	>									=	<									Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Mesin Jepang																		Mesin Taiwan		
Mesin Jepang																		Mesin <i>Rebuilt</i>		
Mesin Taiwan																		Mesin <i>Rebuilt</i>		

Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kecepatan

Kriteria	>									=	<									Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Mesin Jepang																		Mesin Taiwan		
Mesin Jepang																		Mesin <i>Rebuilt</i>		
Mesin Taiwan																		Mesin <i>Rebuilt</i>		

(lanjutan)

Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Akurasi

Kriteria	>								=	<								Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mesin Jepang																		Mesin Taiwan
Mesin Jepang																		Mesin <i>Rebuilt</i>
Mesin Taiwan																		Mesin <i>Rebuilt</i>

Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Operasional

Kriteria	>								=	<								Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mesin Jepang																		Mesin Taiwan
Mesin Jepang																		Mesin <i>Rebuilt</i>
Mesin Taiwan																		Mesin <i>Rebuilt</i>

Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Kemudahan Perawatan

Kriteria	>								=	<								Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mesin Jepang																		Mesin Taiwan
Mesin Jepang																		Mesin <i>Rebuilt</i>
Mesin Taiwan																		Mesin <i>Rebuilt</i>

(lanjutan)

Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Komponen

Kriteria	>								=	<								Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mesin Jepang																		Mesin Taiwan
Mesin Jepang																		Mesin <i>Rebuilt</i>
Mesin Taiwan																		Mesin <i>Rebuilt</i>

Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap Ketersediaan Teknisi

Kriteria	>								=	<								Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mesin Jepang																		Mesin Taiwan
Mesin Jepang																		Mesin <i>Rebuilt</i>
Mesin Taiwan																		Mesin <i>Rebuilt</i>

Perbandingan Berpasangan Alternatif terhadap *Responsiveness*

Kriteria	>								=	<								Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mesin Jepang																		Mesin Taiwan
Mesin Jepang																		Mesin <i>Rebuilt</i>
Mesin Taiwan																		Mesin <i>Rebuilt</i>