



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERHITUNGAN KOMPLEKSITAS PROSES STRUKTUR
UTAMA SEPEDA MELALUI PENGEMBANGAN *GRAPHICAL*
USER INTERFACE BERBASIS *JAVA***

SKRIPSI

ADE GRATIA NOVALINA SILABAN

0806329722

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERHITUNGAN KOMPLEKSITAS PROSES STRUKTUR
UTAMA SEPEDA MELALUI *GRAPHICAL USER INTERFACE*
BERBASIS *JAVA***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

ADE GRATIA NOVALINA SILABAN

0806329722

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

DEPOK

JULI 2012

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : ADE GRATIA N SILABAN

NPM : 0806329722

Tanda Tangan :

Tanggal : JULI 2012



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Ade Gratia Novalina Silaban

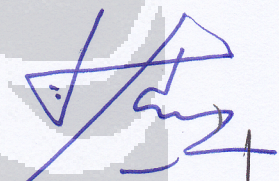
NPM : 0806329722

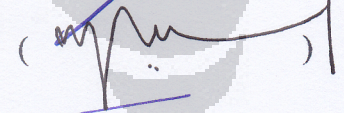
Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Perhitungan Kompleksitas Proses Struktur Utama Sepeda
Melalui *Graphical User Interface* Berbasis Java

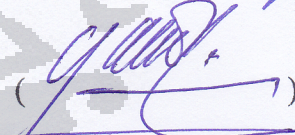
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

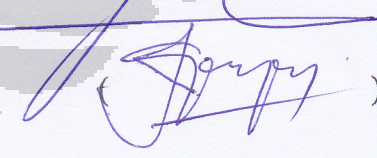
DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Hendri D. S. Budiono, M.Eng. ()

Penguji : Ir. Henky S. Nugroho, M.T. ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi, S.E., M.Si. ()

Penguji : Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng. ()

Penguji : Jos Istiyanto, S.T., M.T., Ph.D. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juli 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, 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 Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak menolong dan membantu saya dalam penyusunan skripsi ini. Kepada beberapa pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, saya hanya dapat ucapkan terimakasih dengan hati yang tulus.

1. Kepada Mama yang selalu mendoakan penulis dan selalu memberikan dukungan kepada penulis untuk tetap semangat dalam penyusunan skripsi ini. Kepada Pinta, Ira, Endang, Arby, Cattleya, yang juga mendoakan dan mendukung penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Kepada Ir. Hendri D. S. Budiono, M.Eng sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ir. Henky S. Nugroho, M.T.; Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi, S.E., M.Si.; Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng.; dan Jos Istiyanto, S.T., M.T., Ph.D. sebagai penguji sdang skripsi.
4. Prof Ir. Yulianto Sulisty Nugroho M.Sc., Ph.D yang telah memberikan inspirasi mengenai kejujuran hidup, semangat hidup yang pantang menyerah dan kerendahan hati.
5. Teman – teman saya, Guspra, Krisna, Adithya dan Mario yang mengajarkan penulis mengenai pemrograman dan pembuatan *GUI*.
6. Kepada Industri Sepeda SAE, Ponorogo, yang telah mengizinkan penulis mengambil data dan mengidentifikasi proses pembuatan struktur utama sepeda.
7. *Cemes08*, teman – teman mahasiswi Departemen Teknik Mesin angkatan 2008, Sonia, Dea, Nisa, Ica, Rani, Nana, Ragil, Indah, Ami, yang selalu memberikan doa, semangat dan keceriaan dalam penyusunan skripsi ini.

8. Teman – teman penulis, Veronika Dwi Utami, Junita Agnes Pohan, Jessica, Jonas, Wenty, Stefani, Mariana Dewi, Rahardika Arista, Kak Imel, teman – teman *ngobrol* Mesin 2008, Raka, Yogi, Afif, Derris, Dedy, Guni, Gani, Bayu, Agus, Ferdian, Dangker, Teguh, Jediel, Andri, Reka, Ijul, Jedo, Ario, Fikri, Ono, Fariz, yang memberikan semangat dalam pembuatan skripsi.
9. Teman – teman *Departemen Teknik Mesin* angkatan 2008, yang penulis banggakan karena telah menjadi bagian dari kalian.
10. Teman – teman angkatan 2009 penulis, Vinda, Dery, Ririn, Putu, Andira, dan Ekania, juga teman – teman jurusan Teknik Mesi, angkatan 2009 lain, yang menjadi rekan – rekan penulis dalam proses belajar mata kuliah yang belum penulis ambil, untuk mengejar kelulusan tahun genap 2012 ini.
11. Teman – teman *Ikatan Mahasiswa Mesin, Persekutuan Oikumene FT, Mahasiswa Keren UI, dan Magenta Orchestra*, yang telah memberikan doa, motivasi dan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat, umumnya bagi pengembangan ilmu bagi masyarakat banyak; dan khususnya dalam pengembangan industri sepeda konvensional di Indonesia.

Depok, Juli 2012

Penulis

Ade Gratia Novalina Silaban

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

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

Nama : Ade Gratia N Silaban

NPM : 0806329722

Program Studi : Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas skripsi saya yang berjudul :

**Perhitungan Kompleksitas Proses Struktur Utama Sepeda Melalui
Pengembangan *Graphical User Interface* Berbasis Java**

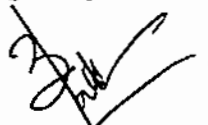
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Juni 2012

Yang menyatakan,



(Ade Gratia N Silaban)

Abstrak

Nama : Ade Gratia Novalina Silaban
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perhitungan Kompleksitas Proses Struktur Utama Sepeda Melalui *Graphical User Interface* Berbasis Java

Data BPS 2012 memperlihatkan bahwa sektor manufaktur di Indonesia memiliki peran yang cukup besar dalam mendorong peningkatan PDB di Indonesia. Untuk menghasilkan suatu produk manufaktur yang memiliki daya saing yang tinggi di pasaran maka perlu diketahui tingkat kompleksitas produk tersebut. WH ElMaraghy meneliti sebuah metode evaluasi untuk meningkatkan efektifitas suatu sistem manufaktur. Sebuah metode evaluasi yang diperlukan untuk memberikan gambaran tentang penilaian sebuah sistem manufaktur, yang disebut pemodelan sistem manufaktur. Salah satu bagian dari pemodelan sistem manufaktur yaitu metode penelitian yang dirancang untuk menentukan kompleksitas proses.

Dalam penelitian ini dilakukan evaluasi dan perhitungan kompleksitas proses manufaktur struktur utama sepeda BMX 20". Identifikasi proses yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk membuat sebuah *Graphical User Interface* kompleksitas proses struktur utama sepeda. Adanya perbedaan hasil perhitungan manual dengan *Interface* sebesar 0.004% diperkirakan terjadi karena adanya perbedaan proses pembulatan angka.

Kata kunci : kompleksitas, kompleksitas proses, sepeda, struktur sepeda, dan antarmuka.

Abstract

Nama : Ade Gratia Novalina Silaban
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : The Calculation of The Process Complexity of The Bicycle Main Structure Through Graphical User Interface Developing Based On Java

BPS 2012 shows that the manufacturing sector in Indonesia has a significant role in driving the increasing of the GDP in Indonesia. To produce a manufactured product that has high competitiveness in the market you need to know the level of complexity of the product. WH ElMaraghy researching a method of evaluation to improve the effectiveness of a manufacturing system. An evaluation method is needed to provide an overview of assessment of a manufacturing system, called the modeling of manufacturing systems. One part of the method of manufacturing system modeling studies designed to determine the complexity of the process.

This study evaluated and calculated the manufacturing process complexity of the BMX bike 20" main structure. The process identification that subsequently obtained used to create a Graphical User Interface complexity of the bicycle main structure. The difference of manual calculations results and the Interface calculation results is 0004%, that thought to occur because of the differences way in the process of numbers rounding.

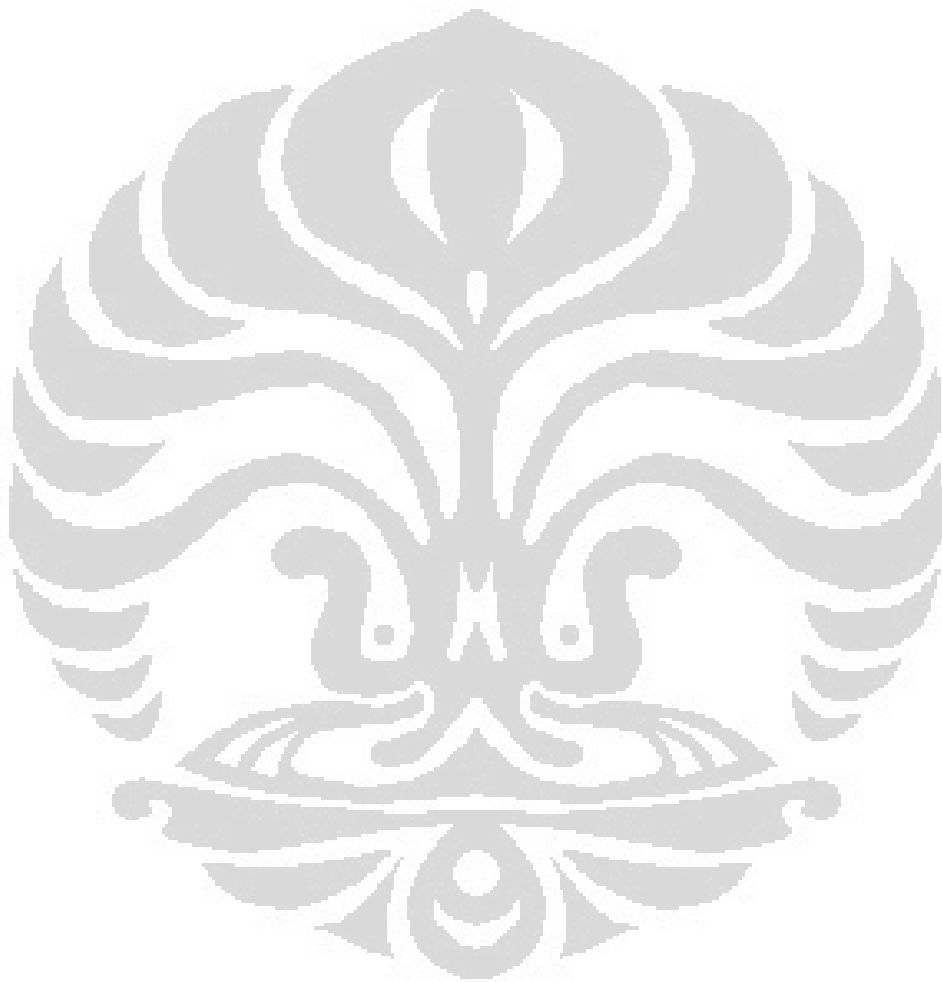
Key words: complexity, process complexity, bicycle, bicycle's main structures, and interfaces.

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Pernyataan Orisinalitas	ii
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	v
Abstrak	vi
Daftar Isi	vii
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan	4
1.5 Metodologi Penulisan	4
Bab II Tinjauan Pustaka	6
2.1 Pemodelan Kompleksitas Sistem Manufaktur	6
2.2 Pemrograman	12
2.3 Jenis Mesin dalam Proses	14
Bab III Metode Penelitian	20
3.1 Perumusan Masalah	21
3.2 Identifikasi Variabel	22
3.3 Identifikasi Total dan Distinct Elemen Fisik Proses	23
3.4 Pembobotan Kompleksitas	24
3.5 Pembuatan <i>Interface</i>	25
3.6 Pembuatan Algoritma	26
3.5 Pembuatan Pemrograman	27
Bab IV Hasil dan Pembahasan	28
4.1 Perhitungan manual	28
4.2 Pembuatan pemrograman untuk perhitungan manual	35
Bab V Penutup	43
5.1 Keimpulan	43

Daftar Pustaka ix
Lampiran x



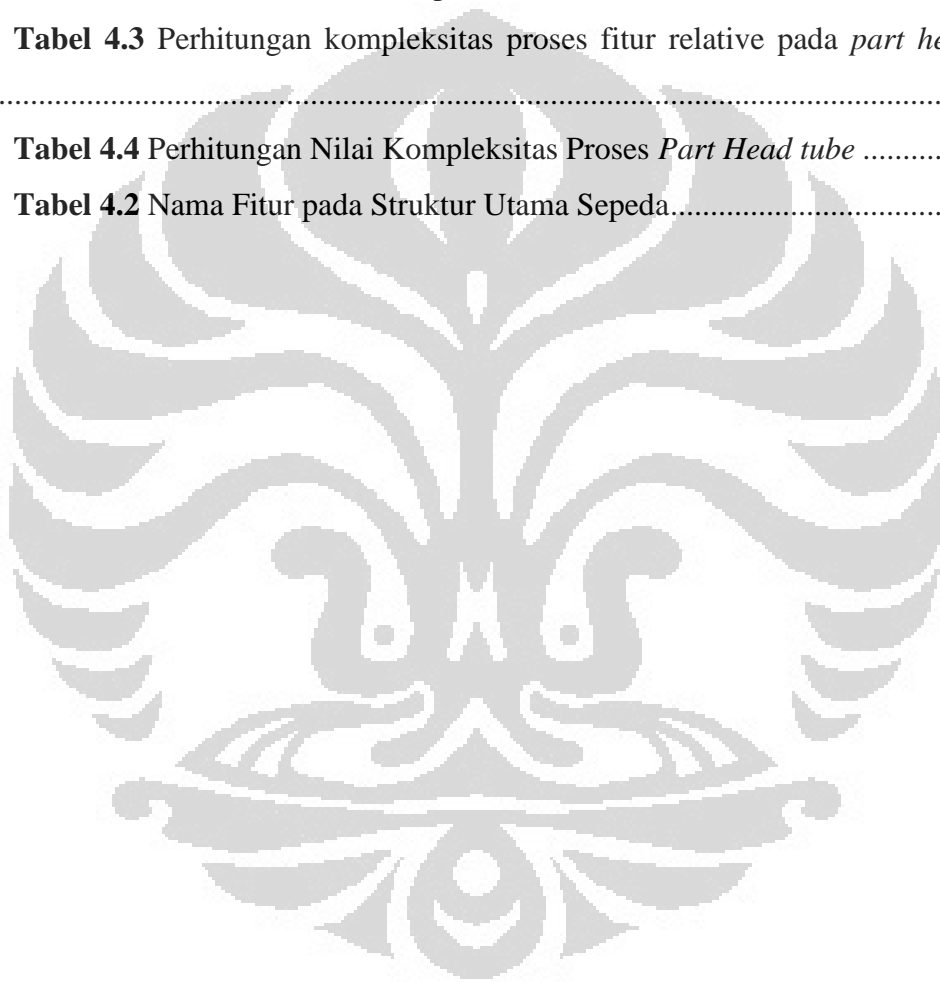
DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Elemen dari Kompleksitas.....	5
Gambar 2.2 Kompleksitas Proses.....	7
Gambar 2.3 Bagian <i>Part</i> Sepeda Menurut SNI 1049 Tahun 2008	11
Gambar 2.4 Rangka Sepeda	12
Gambar 2.5 Fork Sepeda	13
Gambar 2.6 Handle Bar.....	13
Gambar 2.7 Sepeda BMX 20”.....	14
Gambar 2.8 Bentuk Benda Kerja Mesin Bubut.....	15
Gambar 2.9 Mesin Bubut	16
Gambar 2.10 Mesin Press.....	16
Gambar 2.11 Sketsa Dies and Punch pada Mesin Press.....	17
Gambar 2.12 Proses Restriking Dies.....	18
Gambar 2.13 Perbedaan Blanking dan Piercing.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Algoritma Pemograman	29
Gambar 4.1 <i>Head tube</i> pada Frame.....	34
Gambar 4.2 Diagram Alir Prosedur Kerja GUI Yang Diharapkan	39
Gambar 4.2 <i>Interface</i> yang telah dibuat	39
Gambar 4.3 <i>Interface</i> Panel Pengisian Peralatan Pendukung Proses	39
Gambar 4.4 Panel isian peralatan yang dipakai dalam proses	40
Gambar 4.5 <i>Interface</i> Program 1	42
Gambar 4.6 <i>Interface</i> Program 2	43
Gambar 4.7 <i>Interface</i> Program 3	44
Gambar 4.8 <i>Interface</i> Program 4	45
Gambar 4.9 <i>Interface</i> Program	46
Gambar 5.1 hasil akhir perhitungan program.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Proses yang Digunakan.....	8
Tabel 4.1 Penilaian Kompleksitas Shape dan Geometri Fitur	33
Tabel 4.2 Identifikasi Informasi pada <i>Head tube</i>	34
Tabel 4.3 Perhitungan kompleksitas proses fitur relative pada <i>part head tube</i>	35
Tabel 4.4 Perhitungan Nilai Kompleksitas Proses <i>Part Head tube</i>	36
Tabel 4.2 Nama Fitur pada Struktur Utama Sepeda.....	41



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sektor industri merupakan salah satu sektor yang dapat menyerap tenaga kerja yang cukup besar. Perkembangan industri pengolahan di Indonesia mengalami peningkatan yang pesat, ini dikarenakan adanya perubahan struktur perekonomian di Indonesia dari sektor pertanian ke sektor industri. Meningkatnya kebutuhan rumah tangga akan produk – produk industri menyebabkan semakin pesatnya pertumbuhan sektor industri di Indonesia, yang memberikan kontribusi besar terhadap pembentukan Produk Domestik Bruto (PDB) yang meningkatkan pendapatan masyarakat, dan meningkatkan penyerapan tenaga kerja. Sektor industri manufaktur kini merupakan tulang punggung perekonomian Indonesia, karena kontribusi terbesar dalam pembentukan PDB Indonesia selama sepuluh tahun terakhir seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1.1 (*BPS 2011*). Salah satu industri pengolahan yang ada di Indonesia adalah industri pengolahan struktur utama sepeda, yang diproduksi konvensional atau manual.

Nilai PDB Menurut Lapangan Usaha 2009-2011,									
Laju Pertumbuhan dan Sumber Pertumbuhan Tahun 2011									
Lapangan Usaha		Atas Dasar Harga Berlaku (Triliun Rupiah)			Atas Dasar Harga Konstan 2000 (Triliun Rupiah)			Laju Pertumbuhan 2011 (Persen)	Sumber Pertumbuhan 2011 (Persen)
		2009	2010	2011	2009	2010	2011		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
1	Pertanian, Peternakan, Kehutanan dan Perikanan	857,2	985,4	1093,5	295,9	304,7	313,7	3	0,4
2	Pertambangan dan Penggalian	592,1	718,1	886,3	180,2	186,6	189,2	1,4	0,1
3	Industri Pengolahan	1477,5	1595,8	1803,5	570,1	597,1	634,2	6,2	1,6
4	Listrik, Gas dan Air Bersih	46,7	49,1	55,7	17,1	18,1	18,9	4,8	0,1
5	Konstruksi	555,2	660,9	756,5	140,3	150	160,1	6,7	0,4
6	Perdagangan, Hotel dan Restoran	744,5	882,5	1022,1	368,5	400,5	437,2	9,2	1,6
7	Pengangkutan dan Komunikasi	353,7	423,2	491,2	192,2	218	241,3	10,7	1
8	Keuangan, Real Estat, dan Jasa Perusahaan	405,2	466,6	535	209,2	221	236,1	6,8	0,7
9	Jasa-jasa	574,1	654,7	783,3	205,4	217,8	232,5	6,7	0,6
Produk Domestik Bruto (PDB)		5606,2	6436,3	7427,1	2178,9	2313,8	2461,2	6,5	6,5
PSD Tanpa Migas		5141,4	5936,2	6794,4	2036,7	2171	2321,8	6,9	-

Tabel 1.1 Laju pertumbuhan dan sumber pertumbuhan PDB tahun 2011

Sumber : Berita resmi statistik BPS No. 13/02/Th. XV, 6 Februari 2012

Pihak – pihak pemilik modal dalam sektor industri ingin meningkatkan usaha mereka dengan meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi mereka. Peningkatan kualitas dan peningkatan jumlah dan variasi produk, ternyata semakin membuat persaingan dalam bidang industri semakin ketat, akibatnya muncul sejumlah industri yang akan bersaing dalam hal kualitas dan efisiensi produksi tersebut. Sehingga tidak banyak yang akhirnya menyerah dengan keadaan bangkrut akibat tidak memahami bagaimana mengefisiensikan biaya produksinya namun tetap menjaga kualitas produk.

Dewasa ini semakin meningkatnya jumlah industri di Indonesia, cenderung mengakibatkan semakin meningkatnya juga riset dalam bidang manufaktur dan teknologinya dalam dunia pendidikan, khususnya di tingkat universitas. Tantangan industri yang kompetitif dalam biaya produksi lebih rendah, pendeknya waktu produksi, dengan kualitas produk tinggi merupakan sasaran yang sejalan juga dengan tujuan riset atau penelitian dalam lingkungan pendidikan di bidang manufaktur dan teknologinya. Salah satu prinsip dalam bidang manufaktur dan teknologinya yang dapat dikaji dan diterapkan adalah metode evaluasi mengenai proses pembuatan produk.

WH ElMaraghy meneliti sebuah metode evaluasi untuk meningkatkan efektifitas suatu sistem manufaktur. Sebuah metode evaluasi yang diperlukan untuk memberikan gambaran tentang penilaian sebuah sistem manufaktur, yang disebut pemodelan sistem manufaktur. Salah satu bagian dari pemodelan sistem manufaktur yaitu metode penelitian yang dirancang untuk menentukan kompleksitas proses secara sistematis dalam segala kondisi.

Pemodelan kompleksitas manufaktur dibuat berdasarkan tiga elemen: jumlah informasi secara keseluruhan, keragaman informasi, dan muatan informasi yang berkaitan dengan proses menciptakan fitur pada suatu produk. Dalam penulisan skripsi ini, kompleksitas proses di analisis secara tersendiri dan mandiri dan kemudian dikembangkan sebuah *Graphical User Interface (GUI)* berbasis Java. Metodologi untuk analisis kompleksitas proses ini diilustrasikan dalam sebuah contoh, yaitu sepeda BMX 20”, tujuannya adalah untuk mevalidasi perhitungan dengan *GUI* sebagai alat bantu perhitungan kompleksitas proses struktur utama sepeda.

Industri manufaktur mengevaluasi kompleksitas atau kerumitan proses manufaktur karena kompleksitas terkait erat dengan kesulitan dan kerumitan, sehingga penurunan atau kenaikan nilai kompleksitas sistem manufaktur secara keseluruhan akan memainkan peran yang penting dalam pencapaian desain produk terbaik yang memperhatikan perencanaan pemilihan proses manufaktur yang paling sesuai. Menurut ElMaraghy, material dan proses manufaktur mencakup 80% dan *Assembly* mencakup 20%, yang berasal dari total *production cost*. Informasi dari suatu produk atau desain-produk menjadi cara identifikasi yang menggambarkan bagaimana proses pembuatannya dan mengetahui kompleksitas proses tersebut.

I.2 Perumusan Masalah

Berkaitan dengan latar belakang yang telah diuraikan, maka masalah yang teridentifikasi antara lain upaya untuk mempermudah proses perhitungan identifikasi kompleksitas proses, sehingga dibutuhkan *GUI* yang mampu mengidentifikasi nilai kompleksitas prosesnya untuk mempermudah *designer* sepeda mengetahui seberapa rumit proses pembuatan struktur utama sepedanya.

I.3 Tujuan Penelitian

Berkaitan dengan latar belakang dan masalah yang diuraikan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Membuat *graphical user interface* perhitungan kompleksitas proses struktur utama sepeda yang mampu mengidentifikasi nilai kompleksitas prosesnya.
2. Menunjukkan validasi nilai dari perhitungan kompleksitas proses terhadap hasil perhitungan dengan menggunakan program yang dibuat.

I.4 Pembatasan Masalah

Karena luasnya ruang lingkup penelitian, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. *GUI* dibatasi dengan nama *part* yang sudah ditentukan. Nama *part* ini bersifat umum pada seluruh struktur utama sepeda.

2. GUI ini memiliki fitur yang bisa dipilih, dan dari nama fitur yang dipilih sudah terprogram bentuk fiturnya.

I.5 Metodologi Penelitian

Dalam membuat pemrograman ini, terlebih dahulu adalah memahami kompleksitas proses dan pengaruhnya terhadap lingkup manufaktur, lalu mengimplementasikan pada perhitungan kompleksitas proses struktur sepeda BMX 20". Dari studi kasus tersebut ditetapkan parameter – parameter yang menjadi acuan pembuatan GUI.

I.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini memiliki sistematika penulisan seperti dibawah ini:

1. Pendahuluan
Berisi tentang latar belakang pembuatan GUI tersebut.
2. Tinjauan Pustaka
Berisi tentang pemodelan kompleksitas proses, dan konsep proses sepeda.
3. Metodologi Penelitian
Berisi tentang metode bagaimana pembuatan GUI.
4. Pembahasan
Pembuatan perhitungan pemodelan kompleksitas secara manual, dan pembuatan pemrogramannya yang juga menginput data dengan manual.
5. Kesimpulan
Berisi perbandingan hasil perhitungan kompleksitas proses dengan manual dan dengan GUI.

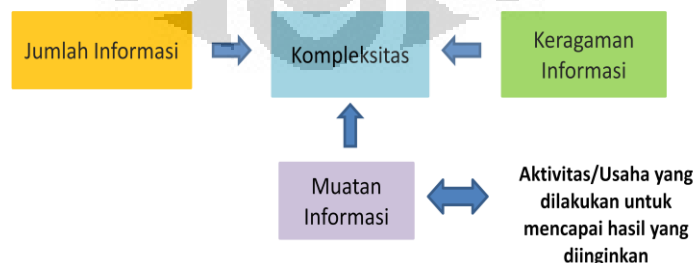
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Pemodelan Kompleksitas Sistem Manufaktur

Indeks Kompleksitas adalah perangkat untuk mengevaluasi daerah terjadinya kerumitan (berupa nilai kompleksitas) untuk dapat disederhanakan. Pemahaman yang baik atas kompleksitas diperlukan untuk menentukan karakteristik produk yang diharapkan dan menentukan seberapa rumit proses membuat produk tersebut, untuk meningkatkan daya kompetitif produsen. Kompleksitas meningkat seiring meningkatnya: (i) jumlah dan keragaman fitur yang akan diproduksi, dirakit dan diuji. (ii) jumlah, tipe dan aktivitas yang diperlukan dalam memproduksi fitur produk tersebut.

Model kompleksitas sistem manufaktur merupakan fungsi dari jumlah informasi, keragaman informasi dan muatan informasi. Penelitian ini disusun dan diterapkan dalam sebuah contoh sstruktur utama sepeda BMX 20”, untuk menentukan kompleksitas produk dan kompleksitas proses, serta keterkaitan diantara keduanya.

Elemen dasar dari suatu kompleksitas terdiri dari tiga faktor yaitu: Jumlah informasi, keragaman informasi dan muatan informasi seperti tertera pada Gambar 2.1. Gambar ini menjelaskan bahwa kompleksitas terkait dengan pemahaman dan pengaturan besarnya kuantitas informasi dan tingginya keragaman informasi. Muatan dari informasi dalam penelitian ini didefinisikan sebagai pengukuran relatif atas aktivitas kerja (pada penelitian ini mengenai desain dan proses) dalam mencapai hasil yang diinginkan / produk.



Gambar 2.1. Elemen dari Kompleksitas.

Sumber: WH ElMaraghy & R.J. Urbanic (2003)

Dari gambar 2.1, ditentukan beberapa variabel dalam perhitungan kompleksitas sistem manufaktur.

$$PI_{proses} = \sum pc_x + CI_{produk} \quad (1)$$

PI_{proses} = nilai kompleksitas sistem manufaktur.

$\sum pc_x$ = nilai kompleksitas proses

CI_{produk} = nilai kompleksitas produk

Variabel dibawah ini adalah yang menjadi bagian dari perhitungan nilai kompleksitas:

1. Faktor kompresi, yaitu entropi informasi yang diukur sebagai H pada persamaan 1, digunakan untuk mengukur jumlah informasi kompleksitas:

$$H = \log_2(N+1) \quad (2)$$

dimana : N : total jumlah informasi

2. Pengukuran kekhususan/*uniqueness* atau rasio keragaman (D_R) didefinisikan sebagai perbandingan antara informasi spesifik terhadap informasi total, seperti yang dinyatakan dalam persamaan dibawah ini:

$$D_R = \frac{n}{N} \quad (3)$$

dimana n: jumlah informasi spesifik

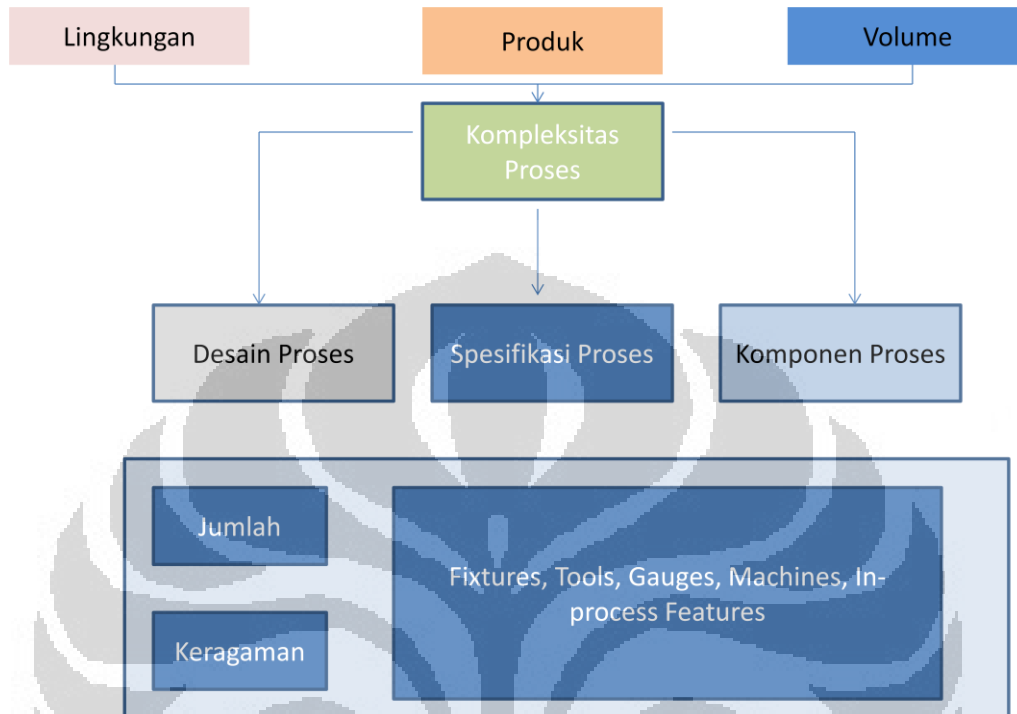
N : total jumlah informasi

3. Koefisien kompleksitas relatif/ *relative complexity coefficient*, merupakan variabel yang mengikut sertakan muatan informasi ke dalam persamaan (pada penelitian ini, kompleksitas proses dari fitur) dimana informasi mempengaruhi aktivitas desain ataupun prosesnya. Koefisien ini memiliki nilai antara 0 – 1, melengkapi rasio keragaman/ *diversity ratio*, DR.

II.2 Kompleksitas Proses

Kompleksitas proses yang diilustrasikan pada Gambar 2.2 adalah fungsi dari jumlah kompleksitas masing masing proses fitur ke x. Elemen – elemen dari proses harus diidentifikasi untuk menghasikan indeks kompleksitas proses pc_x , karena setiap elemen dalam proses merupakan faktor dari kompleksitas proses.

Dalam konteks permesinan, berikut adalah bagian dari elemen kompleksitas proses: *fixtures, tools, gauges, machines, in-process features, & in-process specification*.



Gambar 2.2 Kompleksitas Proses

Sumber: WH ElMaraghy & R.J. Urbanic (2003).

Perhitungan nilai kompleksitas manufaktur (persamaan 3) memerlukan informasi yaitu, nilai indeks kompleksitas proses, yang merupakan jumlah dari nilai masing – masing kompleksitas proses pembuatan setiap fitur pada *part* tersebut.

Indeks masing masing dari kompleksitas proses ke-x (pc_x) adalah:

$$pc_x = (D_{R\ proses,x} + c_{proses,x}) * H_{proses,x} \quad (4)$$

$$H_{proses,x} = \log_2(N + 1) \quad (5)$$

$$c_{proses,x} = \sum_{f=1}^f xf * cf, fitur \quad (6)$$

dimana cf adalah koefisien kompleksitas relatif fitur

xf adalah persentasi/bobot kompleksitas relative fitur ke-f yang tidak serupa

Koefisien kompleksitas proses atau $c_{proses,x}$ merupakan perkalian antara koefisien kompleksitas fitur dikali dengan persentasi jumlah keragaman fitur. Koefisien kompleksitas relative fitur adalah pengukuran rata-rata faktor kompleksitas relatif dari fitur dan spesifikasi. Hal ini dituangkan dalam persamaan berikut:

$$c_{f,fitur} = \frac{P_N * P_{CF} + Q_N * Q_{CF}}{P_N + Q_N} \quad (7)$$

dimana: P_N adalah jumlah fitur,
 P_{CF} adalah faktor kompleksitas fitur,
 Q_N adalah jumlah spesifikasi
 Q_{CF} adalah faktor kompleksitas spesifikasi
 A adalah jumlah Aspek,
faktor_level_a adalah faktor dari kategori ke-A
 B adalah jumlah Aspek Spesifikasi
faktor_level_b adalah faktor untuk spesifikasi ke-B

faktor level adalah penilaian masing – masing aspek fitur, aspek dalam penelitian ini merupakan aspek shape dan geometri. Jadi nilai faktor level itu merupakan nilai kompleksitas dari shape fitur dan geometri fitur tersebut. Dalam penelitian ini, aspek yang diuraikan adalah geometry dan shape. Aspek merupakan rincian penilaian desain terhadap proses manufaktur.

$$P_{CF} = \frac{\sum_{A=1}^A faktor_level_a}{A} \quad (8)$$

$$Q_{CF} = \frac{\sum_{B=1}^B faktor_level_b}{B} \quad (9)$$

	Total	Distinct	DRkonstituen	
Fixtures				Elemen Proses Fisik
Tools				
Gauges				
Machines				
In process Features				Geometri yang dihasilkan
In process specifications				
product features				
product specifications				

Tabel 2.1. Faktor Proses yang digunakan

Sumber: WH ElMaraghy & R.J. Urbanic (2003)

Metodologi untuk menghasilkan indeks kompleksitas proses pcx yaitu:

1. Tentukan batasan – batasan nilai yang digunakan sebagai perhitungan untuk mencari nilai faktor kompleksitas proses per fitur dan spesifikasi, penilaian menggunakan sistem rangking multi-tier (0 atau 0,5 atau 1).
2. Tentukan jumlah N dari seluruh fitur informasi setiap elemen proses (*fixtures, tools, gauges, machines, in process features*). Gunakan persamaan 2 untuk menghitung H_{proses}
3. Tentukan jumlah n spesifik dari seluruh fitur yang telah ditentukan pada langkah 3. Gunakan persamaan 2 dan 3, hitung rasio keragaman proses ($D_{R\text{proses}}$).
4. Tentukan jumlah dan tipe “aspek” untuk mengevaluasi proses fitur (A) dan proses spesifikasi (B) yang terkait dengan proses tersebut.
5. Buatlah tabel, $F \times A$ untuk detail informasi fitur dan $F \times B$ untuk detail spesifikasi, lalu berikan level kompleksitas yang tepat pada setiap selnya.
6. Hitung koefisien kompleksitas proses $c_{\text{proses}, x}$, seperti pada persamaan 4-7.
7. Koefisien kompleksitas proses yaitu, $c_{\text{proses}, x}$ di definisikan melalui persamaan berikut:

Faktor level menunjukkan tingkat aktivitas dan besarnya usaha yang diperlukan untuk proses suatu fitur/spesifikasi atau untuk proses *part* tersebut ditinjau secara fungsionalnya (penamaan yang konsisten). Sistem rangking *multi-tier* digunakan pada aktivitas/usaha bertingkat rendah, sedang dan tinggi yang ditandai dengan nilai faktor level 0, 0.5 dan 1.

8. Hitung indeks kompleksitas proses ($\sum pcx$), yaitu jumlah dari seluruh nilai pcx seperti pada persamaan 4.

Dalam perhitungan tersebut dibutuhkan pemahaman atas beberapa istilah yang terkait dalam perhitungan nilai kompleksitas, yaitu: *Fixture* adalah pemegang khusus pada benda/*part* yang sedang dikerjakan, agar tidak bergeser saat dikerjakan. *Tools* adalah alat bantu tambahan yang dipakai saat proses pembuatan struktur utama sepeda. *Machines* adalah mesin yang dipakai sebagai alat proses pembuatan struktur utama sepeda. *In process feature* merupakan jumlah rangkaian proses yang dilakukan dalam pembuatan sebuah fitur. *In process specification* adalah, jumlah

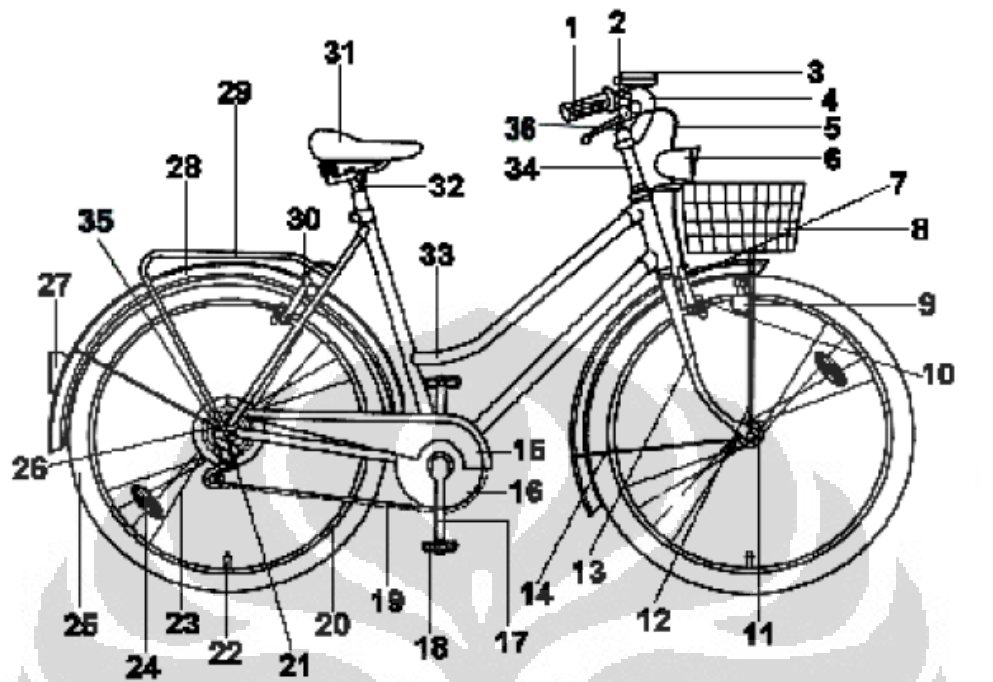
rangkaian proses yang dilakukan untuk membuat spesifikasi. Spesifikasi adalah, kualitas yang terdapat pada fitur, spesifikasi tersebut merupakan tambahan dan pelengkap yang meningkatkan kualitas fitur, misalnya kekerasan, kehalusan, permukaan halus, atau pemberian warna.

1. Fitur, adalah bentuk fungsional yang terdapat dalam sebuah *part* yang memiliki bentuk dan ukuran tertentu.
2. *Part* pada sepeda adalah bagian dari struktur utama sepeda yang digabung menjadi sebuah subassembly hingga menjadi struktur utama sepeda.
3. Spesifikasi merupakan kualitas yang ditambah pada fitur. Misalnya adalah proses penghalusan, proses pengerasan permukaan, proses pengampeasan permukaan untuk menunjang proses pembentukan fitur sesuai dengan desain yang diinginkan. Dalam pembuatan fitur, dapat juga dijumpai kasus yang membutuhkan proses roughing dalam pembuatannya, roughing disini maksudnya adalah, proses pembuatan fitur bertahap sebelum tahap finishing, yang tidak memiliki kriteria ukuran, yang penting tidak melewati batas geometri pada finishing. Misalnya, dalam proses pembuatan lubang 3 cm, roughing dilakukan dengan membuat lubang 1 cm terlebih dahulu, lalu 2 cm, lalu akhirnya proses finishing yaitu menyelesaikan hasil hingga 3 mm. Contoh proses ini diatas terdiri atas 3 tahap, dan ini merupakan bagian dari kategori Aspek/A (9). Apabila dilakukan tahapan hardening di akhir proses, maka ini merupakan bagian dari spesifikasi/B (9).

II.3 Sepeda

Sepeda adalah kendaraan beroda dua atau tiga, yang mempunyai setang, tempat duduk, dan sepasang pengayuh yang digerakkan kaki untuk menjalankannya (Kamus Besar Bahasa Indonesia, Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia).

Pada Gambar 2.3 ditampilkan anatomi / bagian – bagian penyusun sepeda.



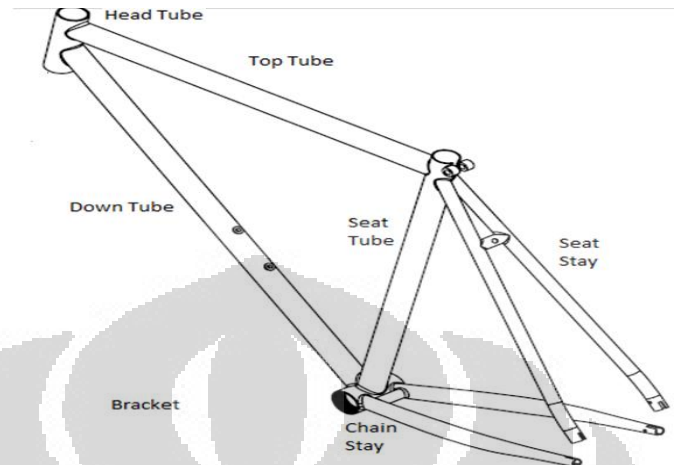
- | | |
|---|---|
| 1. Grip | 19. Rantai (<i>chain</i>) |
| 2. Tuas rem (<i>brake lever</i>) | 20. veig (<i>rim</i>) |
| 3. Bel | 21. <i>Rear derailleur</i> |
| 4. Batang kemudi (<i>handlebar</i>) | 22. Pentil |
| 5. Kabel rem (<i>brake cable</i>) | 23. Jeruji (<i>spoke</i>) |
| 6. Lampu | 24. Reflektor roda |
| 7. Rem depan | 25. Ban luar (<i>tyre</i>) |
| 8. Keranjang (<i>basket</i>) | 26. Pelindung jeruji (<i>spoke protector</i>) |
| 9. Dinamo | 27. Reflektor belakang |
| 10. Sepatu Rem (<i>Brake shoe</i>) | 28. <i>Fender/Mudguard</i> |
| 11. As Roda (<i>Hub</i>) | 29. Boncengan (<i>carrier</i>) |
| 12. Cagak keranjang | 30. Rem belakang |
| 13. Garpu depan (<i>front fork</i>) | 31. Sadel |
| 14. Cagak fender | 32. Batang sadel (<i>seat post</i>) |
| 15. Penutup rantai (<i>chain cover</i>) | 33. Rangka (<i>frame</i>) |
| 16. Gir depan (<i>chainwheel</i>) | 34. Stang kemudi (<i>stem</i>) |
| 17. Batang engkol (<i>crank</i>) | 35. Gir belakang (<i>freewheel/sprocket</i>) |
| 18. Pedal | 36. <i>Expander Bolt</i> |

Gambar 2.3 Bagian *part* sepeda.

Sumber: SNI 1049 Tahun 2008 Tentang Syarat Keselamatan

Sepeda memiliki 3 struktur utama yang dibuat pada industri konvensional secara manual yaitu:

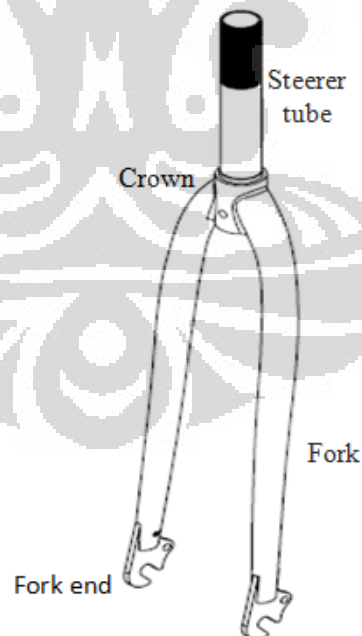
1. Frame atau rangka seperti terlihat pada gambar 2.4 dibawah ini:



Gambar 2.4. Rangka sepeda

Dari gambar 2.4, frame terdiri atas: *Head tube*, Down Tube, Seat Tube, BB Tube atau Bracket, Chain Stay, Seat Stay, Top Bridge dan Down Bridge.

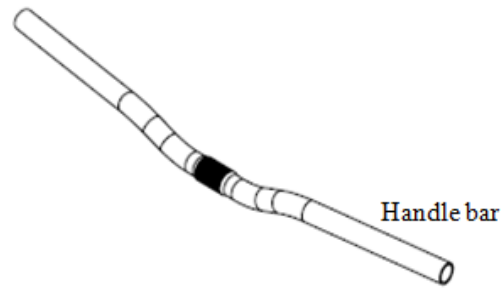
2. Fork atau garpu



Gambar 2.5 Fork Sepeda

dari gambar 2.5 diketahui bagian – bagian dari fork adalah: Left/Right Fork, Steerer Tube, Crown, dan Fork End.

3. Handle bar atau setir.



Gambar 2.6 Handle Bar

Dari gambar 2.6, handle bar terdiri atas *part* handle bar dan handle bar bridge, namun pada bagian handle bar biasanya tergantung daripada desain jenis sepedanya.

Sepeda BMX 20"

Sepeda BMX merupakan contoh sepeda yang disimulasikan dalam perhitungan nilai kompleksitas proses di penulisan buku ini. BMX seperti pada gambar 2.7, adalah bentuk sepeda yang biasanya memiliki roda 20 inci, dirancang dengan bentuk kursi pendek dan memiliki satu rem, masing – masing untuk roda belakang dan depan. Sepeda ini biasanya dipakai untuk berolahraga, seperti balap di trek tanah yang dikenal sebagai BMX balap, trik atau *Freestyle* BMX yang biasanya ditandingkan di jalan, taman, lumpur, dan tanah datar dengan gerakan teknis sepeda dengan cara variasi gerakan menurut variasi medannya.



Gambar 2.7 Sepeda BMX 20"

Sumber: www.sae.com

II.4 Jenis Mesin yang Dipakai dalam Proses Produksi Manual Struktur Utama Sepeda

Mesin – mesin yang dipakai pada proses pembuatan *part – part* pada struktur utama sepeda ini adalah:

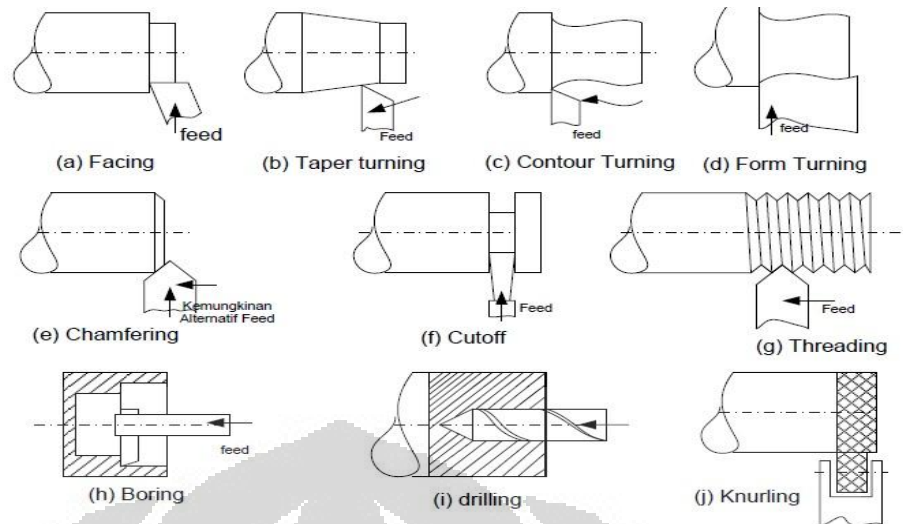
1. Mesin Bubut

Mesin Bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar. Bubut sendiri merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan.

Prinsip kerja mesin bubut adalah benda kerja yang berputar, sedangkan pisau bubut bergerak memanjang dan melintang. Dari kerja ini dihasilkan sayatan dan benda kerja yang umumnya simetris. Pekerjaan-pekerjaan yang umumnya dikerjakan oleh mesin bubut antara lain:

- a. Membubut luar
- b. Membubut dalam
- c. Membubut tirus
- d. Membubut permukaan
- e. Memotong
- f. Membuat ulir

Pada gambar 2.8 dapat dilihat bentuk-bentuk benda kerja yang dibuat oleh mesin bubut tersebut.

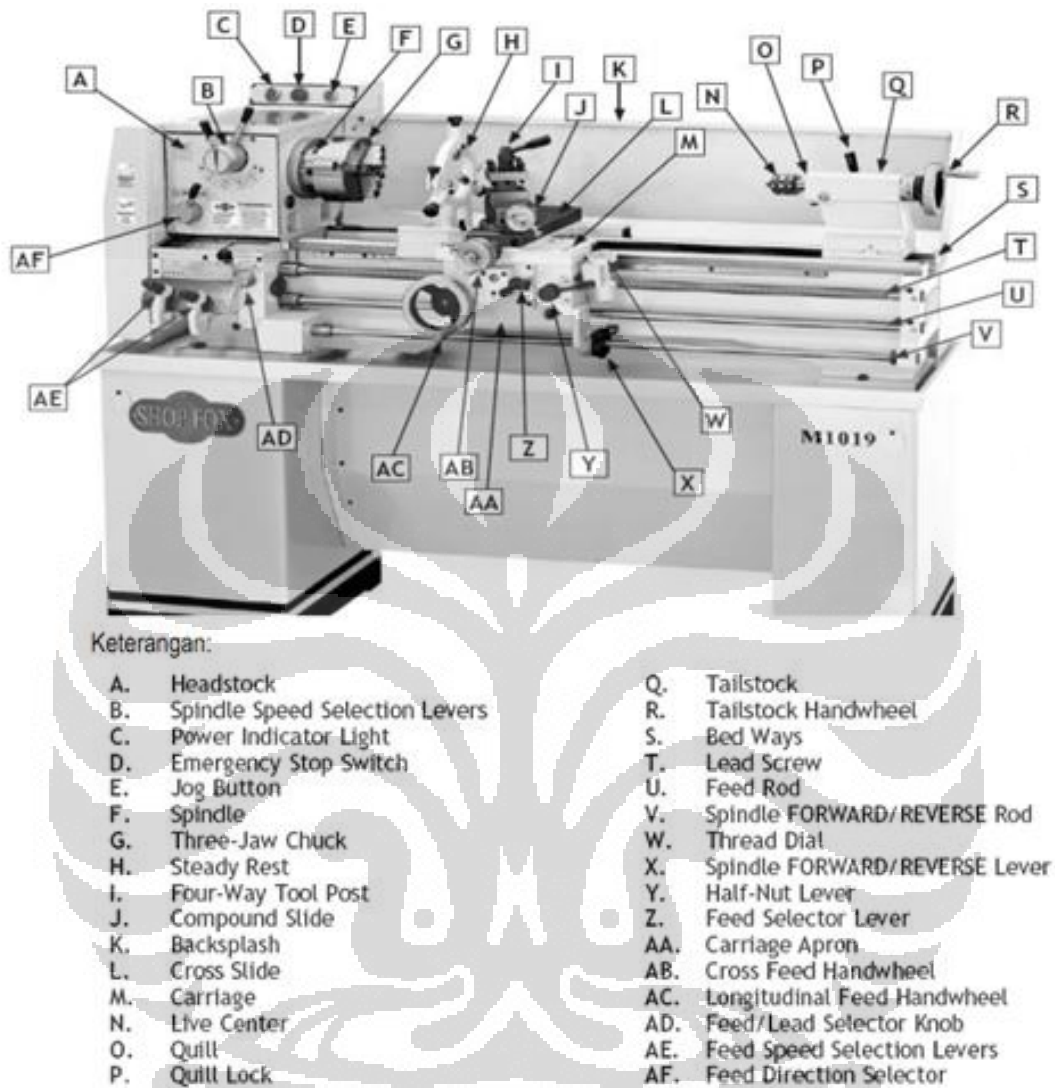


Gambar 2.8 Bentuk benda kerja mesin bubut

Sumber : <http://nikkobull.blogspot.com/2011/01/mesin-bubut.html>

- facing yaitu meratakan permukaan ujung benda kerja, serta untuk membuat tempat O-ring
- Taper turning adalah merupakan proses bubut lurus, tirus (conical), kurva, dan proses pembuatan alur (grooving).
- Threading adalah proses pembuatan alur dalam sebuah bidang.
- Chamfering adalah proses pembuatan tirus namun hanya pada bagian pinggir saja.
- Drilling adalah proses pembesaran lobang dan pembuatan alur pada bagian dalam benda kerja.
- Knurling adalah proses pembuatan step silinder. Step disini merupakan perbedaan diameter dan ukuran namun dalam 1 *part* yang sama.

Melalui gambar 2.9, bagian-bagian mesin bubut yang umum diketahui antara lain :

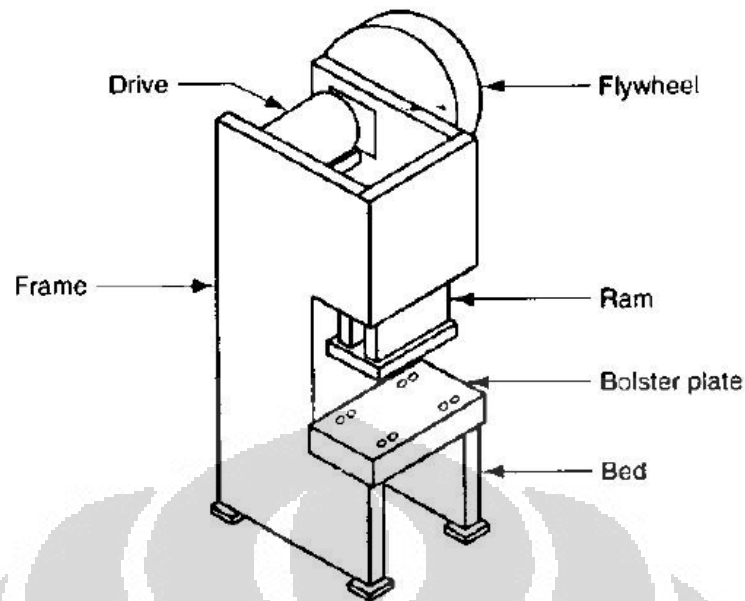


Gambar 2.9. Mesin bubut

Sumber : Woodstock International Inc.

2. Mesin Power press

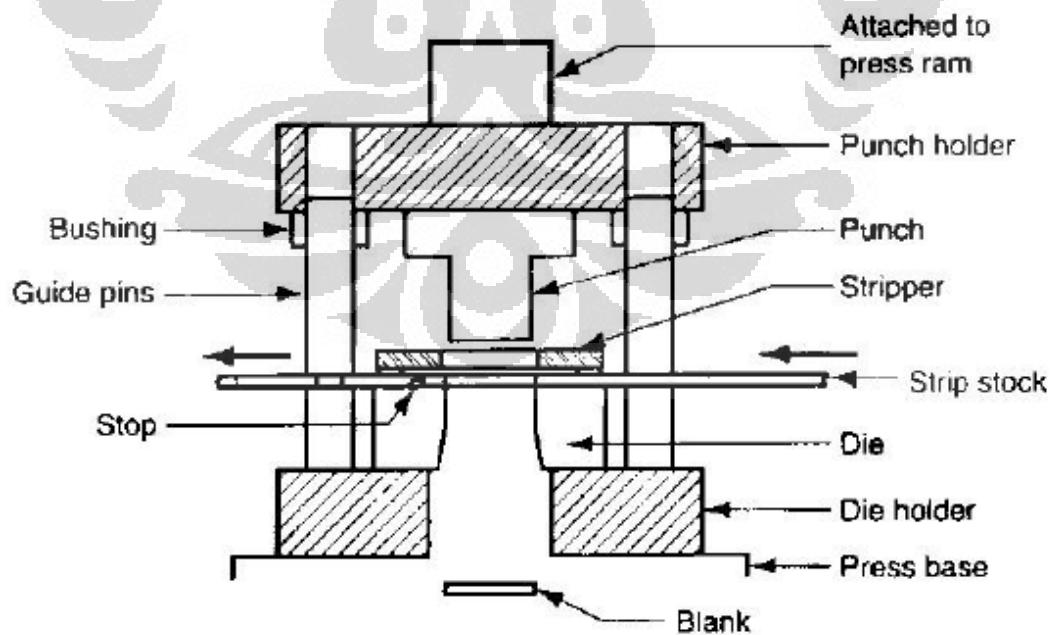
Mesin power press, seperti yang terlihat pada gambar 2.10 adalah mesin yang dipakai untuk mesin produksi yang menggunakan satu atau beberapa dies dengan melakukan pengerjaan stamping (penumbukan pada benda kerja).



Gambar 2.10 Mesin press

Sumber : Modul Sistem Produksi ITB (2011)

Sebagian besar pembentukan pelat logam dengan laju produksi tinggi dilakukan dengan mesin press yang dikendalikan secara mekanis maupun hidrolis. Pada proses ini blank dibentuk menjadi benda kerja tertentu diantara sepasang dies yang sesuai seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.11 berikut ini:



Gambar 2.11 Sketsa Dies dan Punch pada Mesin Press

Sumber : Modul Sistem produksi ITB (2011)

Proses stamping dilakukan dengan menggunakan dies yang dapat diganti jenisnya, hal inilah yang menyebabkan terdapat beberapa jenis stamping yang dapat dilakukan dengan mesin power press, yaitu:

1. Proses Pembentukan

Proses pembentukan adalah proses dimana logam ditekan dengan tekanan yang besar sampai dengan batas kemampuan *part* tersebut berubah bentuk seperti yang diinginkan. Berdasarkan diesnya proses pembentukan dapat dikelompokkan lagi menjadi :

a. Draw

Yaitu suatu proses pembentukan material. Draw ini merupakan proses awal pada mesin press / stamping sebelum di lanjutkan ke proses-proses berikutnya. Untuk proses draw ini benda kerja distamping untuk menghasilkan desain sesuai cetakan/dies yang diharapkan bisa dilakukan untuk 2 kali proses. Pada proses draw forming yang murni deformasi yang terjadi akibat gaya clamping yang menekan dies hanya cukup memberikan material mengalir ke dalam rongga cetakan.

b. Bending

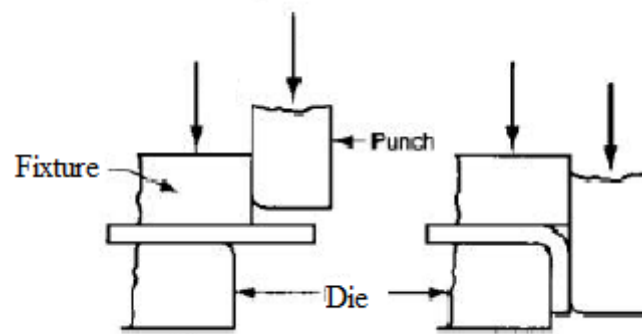
Yaitu suatu proses penekukan *part* yang hanya dilakukan satu kali. Bending merupakan proses untuk merubah bentuk – bentuk yang lurus menjadi lengkungan. Pada proses bending regangan bertambah besar dengan turunnya jari – jari lengkungan

c. Flange

Yaitu satu proses penekukan material yang menghasilkan lekuk lebih dari satu pada sebuah *part*.

d. Restriking Die

Proses untuk merapikan bentuk yang telah jadi atau membentuk siku pada benda kerja, terlihat pada gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.12 Proses Restriking Dies

Sumber: Modul Sistem Produksi ITB (2011)

e. Burring

Yaitu suatu proses penekukan keliling pada bagian dalam lubang.

f. Bulge

Yaitu suatu proses pembesaran dari diameter pipa.

g. Blanking

Proses mencetak sebuah plat supaya menjadi plat lingkaran.

2. Proses pemotongan

Proses pemotongan adalah proses dimana material di potong sesuai dengan ukuran yang diinginkan agar material tersebut dapat dikerjakan kedalam proses berikutnya. Proses pemotongan ini dikelompokan lagi menjadi :

a. Cutting

Yaitu suatu proses pemotongan material yang masih berbentuk lembaran (blank material)

b. Trimming

Yaitu satu proses pemotongan material plat pada bagian tepi. Biasanya proses ini adalah lanjutan dari proses sebelumnya seperti draw, stamp dan sebagainya.

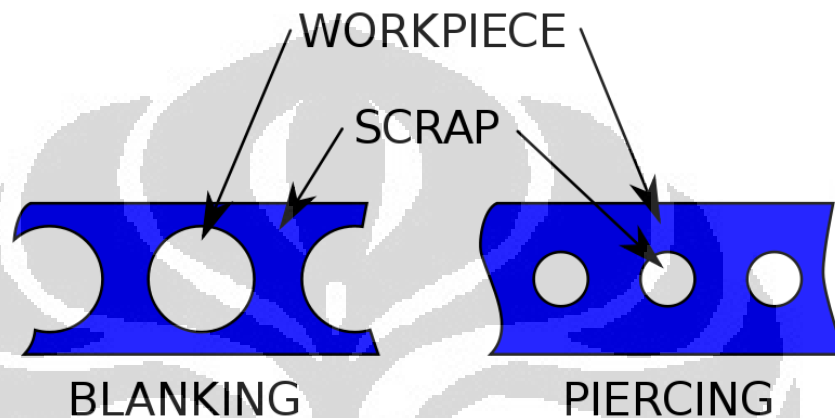
c. Mittering

Yaitu satu proses pemotongan material berupa silinder *hollow* pada bagian tepi. Biasanya proses ini adalah lanjutan dari

proses sebelumnya seperti draw, stamp dan sebagainya. Proses untuk memotong tepi benda kerja yang berlebihan atau yang tidak terpakai.

d. Pierce

Yaitu suatu proses pembuatan lubang pada material (Hasil yang diharapkan adalah lubang) seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.13..



Gambar 2.13 Gambar perbedaan *Blanking* dan *Piercing*

Sumber : Modul Sistem Produksi ITB 2011

e. Separate

Yaitu suatu proses pemotongan pelat menjadi 2 bagian.

f. Nocthing

Yaitu suatu proses pemotongan sebagian material atau sebuah coakan kecil untk membuat titik notch atau coakan kecil di bagian tengah material.

II.5 Pembuatan GUI (*Graphical User Interface*)

Komputer dan Bahasa Pemrograman

Komputer berasal dari bahasa latin *computare* yang mengandung arti menghitung. Komputer merupakan mesin penghitung elektronik cepat yang dapat menerima informasi input kemudian memprosesnya sesuai dengan program yang tersimpan di memorinya dan menghasilkan output berupa informasi. Terdapat beberapa hal yang merupakan tugas komputer, menerima input, memproses input seesuai dengan programnya,

menyimpan perintah – perintah dari hasil pengolahan, dan member output dalam bentuk informasi.

Untuk mewujudkan konsepsi komputer sebagai pengolah data untuk menghasilkan suatu informasi, maka diperlukan sistem komputer yang elemnnya adalah: hardware, software, dan brainware. Hardware adalah peangkat keras yang secara fisik merupakan peralatan yang terlihat dan bias dijamah. Software merupakan perangkat lunak berupa program yang beris indtruksi atau perintah untuk melakukan pengolahan data. Brainware merupakan manusia yang mengoperasikan dan mengendalikan sistem komputer.

Bahasa adalah suatu sistem untuk komunikasi. Bahasa tertulis menggunakan symbol untuk membentuk kata. Dalam ilmu komputer, bahasa manusaia disebut *natural language*, dimana komputer tidak memahaminya, sehingga diperlukan suatu bahasa komputer.

Program merupakan sekumpulan instruksi yang merupakan penyelesaian masalah. Program dimasukkan kedalam komputer, komputer mengerjakan instruksi – instruksi di dalam program tersebut, lalu memberikan hasil atau keluaran yang diinginkan. Agar program dapat dilaksanakan oleh komputer, program tersebut harus ditulis dalam suatu bahasa yang dimengerti komputer yang berguna dalam penyelesaian masalah.

Dalam pengertian luas pemrograman, kegiatan pemrograman mencakup:

- Pembuatan program
- Planning, design, dan implementation

Dalam pengertian secara sempit, kegiata pemrograman adalah:

- Pengkodean
- Pengujian berdasarkan rancangan tertentu

Konsep Algoritma

Algoritma merupakan pondasi yang harus dikuasai oleh setiap mahasiswa yang ingin menyelesaikan suatu masalah secara berstruktur, efektif, dan efisien,

teristimewa lagi bagi mahasiswa yang ingin menyusun program komputer untuk menyelesaikan suatu persoalan. Konsep dan dasar-dasar penyusunan algoritma akan dibahas dalam bab ini.

Definisi Algoritma merupakan:

1. Teknik penyusunan langkah-langkah penyelesaian masalah dalam bentuk kalimat dengan jumlah kata terbatas, tetapi tersusun secara logis dan sistematis.
2. Suatu prosedur yang jelas untuk menyelesaikan suatu persoalan dengan menggunakan langkah-langkah tertentu dan terbatas jumlahnya.
3. Algoritma adalah sekelompok aturan untuk menyelesaikan perhitungan yang dilakukan oleh tangan atau mesin.
4. Algoritma adalah langkah demi langkah sebuah prosedur berhingga yang dibutuhkan untuk menghasilkan sebuah penyelesaian
5. Algoritma adalah langkah –langkah perhitungan yang mentransformasikan dari nilai masukan menjadi keluaran
6. Algoritma adalah urutan operasi yang dilakukan terhadap data yang terorganisir dalam struktur data
7. Algoritma adalah sebuah program abstrak yang dapat dieksekusi secara fisik oleh mesin
8. Algoritma adalah sebuah model perhitungan yang dilakukan oleh computer

Struktur Algoritma

Agar algoritma dapat ditulis lebih teratur maka sebaiknya dibagi ke dalam beberapa bagian. Salah satu struktur yang sering dijadikan patokan adalah berikut:

- **Bagian Kepala (Header):** memuat nama algoritma serta informasi atau keterangan tentang algoritma yang ditulis.
- **Bagian Deklarasi/Definisi Variabel:** memuat definisi tentang nama variabel, nama tetapan, nama prosedur, nama fungsi, tipe data yang akan digunakan dalam algoritma.
- **Bagian Deskripsi/Rincian Langkah:** memuat langkah-langkah penyelesaian masalah, termasuk beberapa perintah seperti baca data,

tampilkan, ulangi, yang mengubah data input menjadi output, dan sebagainya.

Flowcharting

Flowchart adalah suatu teknik untuk menyusun rencana program telah diperkenalkan dan telah dipergunakan oleh kalangan programmer komputer sebelum algoritma menjadi populer, yaitu *flowcharting*. Flowchart adalah untaian simbol gambar (chart) yang menunjukkan aliran (flow) dari proses terhadap data. Simbol-simbol flowchart dapat diklasifikasikan menjadi simbol untuk program dan simbol untuk sistem (peralatan hardware).

Bahasa Pemrograman Java

Java adalah suatu jenis teknologi pemrograman yang dikembangkan oleh Sun Microsystems. Teknologi java dapat digunakan untuk pembuatan aplikasi database, web, jaringan, ataupun grafis. Java merupakan bahasa pemrograman yang andal, karena pemrograman dengan bahasa java dapat dijalankan pada berbagai sistem operasi dan berbagai platform tanpa bergantung pada arsitektur komputer yang digunakan asalkan ada mesin penerjemah bahasa java tersebut.

Java lahir pada awal 1991, oleh 12 orang dalam tim pemrograman Sun Microsystems, yang merupakan modifikasi dari bahasa pemrograman C++ tetapi lebih mudah beradaptasi pada berbagai sistem operasi dan platform. Platform adalah sebuah landasan pengembangan yang menjadi acuan pemrograman.

Java memiliki 3 komponen penting yaitu:

- Java programming language, adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk menulis kode program dalam platform java.
- Java platform adalah lingkungan yang digunakan untuk menjalankan kode program yang telah ditulis pada bahasa pemrograman java.
- Java application program *interface* adalah suatu kumpulan kelas – kelas dalam java yang digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak berbasis GUI, penyimpanan data, pengolahan data, dan pemrograman jaringan.

Sama seperti bahasa pemrograman lain, bahasa pemrograman java memiliki struktur yang mendukung terbentuknya sebuah program. Terdapat 2 struktur yaitu, struktur dasar dan struktur control.

Struktur dasar pemrograman java sama seperti bahasa lain, antara lain: tipe data, variabel, operator, dan array. Struktur control digunakan untuk melakukan pengaturan arah program yang berjalan. Bahasa pemrograman java mempunyai 3 struktur control yaitu struktur kondisi, struktur perulangan dan struktur break dan continue.

Dari penjelasan struktur dasar diatas, berikut adalah uraian mengenai struktur dasar pendukung java:

- Tipe data.

Tipe data merupakan kode program yang harus dideklarasikan terlebih dahulu, terdapat 8 tipe data, yaitu: Byte, Short, Int, Long, Float, Long, Float, Double, Boolean, dan Char.

- Variabel

Variabel digunakan untuk menyimpan suatu nilai dengan tipe data tertentu. Biasanya variabel dideklarasikan setelah tipe data karena variabel digunakan untuk menampung tipe data.

- Operator

Operator merupakan sebuah symbol khusus untuk mengerjakan operasi tertentu. Pemrograman java mempunyai beberapa operator tertentu diantaranya:

- o operator sederhana (berupa tanda sama dengan “=”),
- o operator aritmatika (berupa komputasi numeric (“+”, “-“, “*”, “/”, “%”))
- o operator unarray (“+” mendefinisikan bilangan positif, “-“ mendefinisikan bilangan negative, “++” menambah nilai variabel dengan 1),
- o Operator relasional, merupakan operator yang berfungsi membandingkan operand – operand secara kuantitatif (“==” menyatakan sama dengan, “!=” menyatakan tidak sama dengan, “>”, “<” menyatakan lebih besar atau lebih kecil)

- Operator kondisi, berfungsi membandingkan operator Boolean, yaitu operator yang hanya punya 2 kemungkinan yaitu true atau false. (“&&” menyatakan kondisi AND dan “||” menyatakan kondisi OR)
- Operator Bit Shift dan Bitwise, berfungsi untuk operasi bit.
- Array, merupakan struktur dasar yang menampung banyak nilai dalam sebuah variabel dengan tipe data yang sama.

Pengenalan Software Netbeans

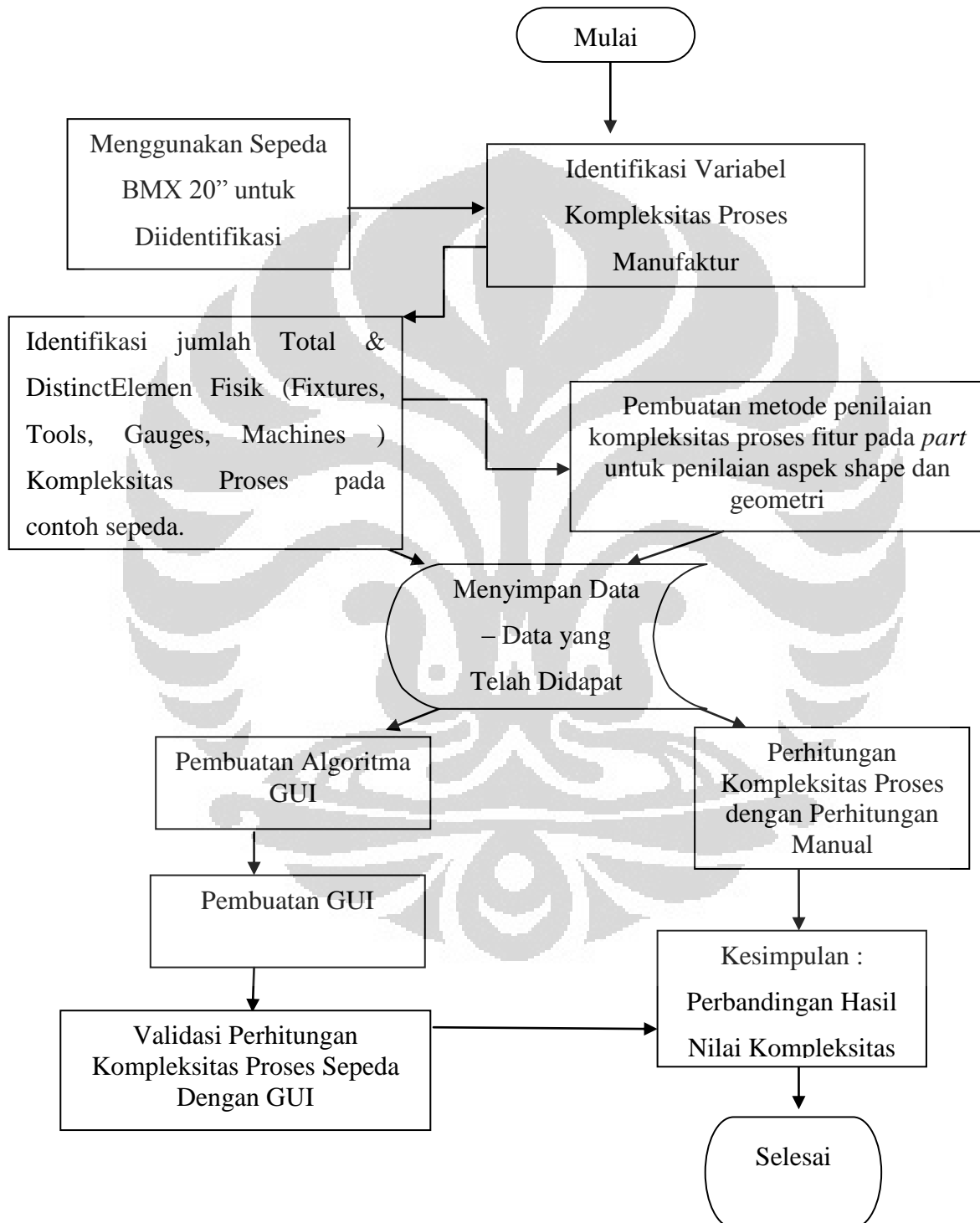
Netbeans merupakan salah satu IDE (Integrated Development Environment) yang dikembangkan dengan bahasa pemrograman java. IDE adalah program komputer yang memiliki beberapa fasilitas yang diperlukan dalam pembangunan perangkat lunak. Tujuan dari IDE adalah untuk menyediakan semua utilitas yang diperlukan dalam membangun perangkat lunak. Netbeans mempunyai lingkup pemrograman yang terintegrasi dalam suatu perangkat lunak yang didalamnya menyediakan pembangunan pemrograman GUI, text editor, compiler dan interpreter. Netbeans adalah sebuah perangkat lunak opensource yang dapat diunduh langsung dari <http://www.NetBeans.org/download/>.

GUI Pada NetBeans

Pada aplikasi java, komponen GUI disimpan pada container yang disebut dengan form. Bahasa pemrograman java mengumpulkan komponen antarmuka/*interface* dari form GUI yang telah terbentuk. Pada NetBeans komponen GUI ini telah tersedia. Hal ini membantu mempermudah dalam rancang dan bangun form yang diharapkan. *Interface*/antarmuka merupakan bentuk tampilan grafis yang berhubungan langsung dengan pengguna (*user*).

BAB III METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1, diagram alir di bawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

III.1 Identifikasi Variabel Kompleksitas Proses

Peneliti melakukan studi literatur dan melakukan pengambilan data berupa identifikasi ukuran dan bentuk saat melakukan kerja praktek di sebuah perusahaan sepeda konvensional, Industri Sepeda SAE, di Ponorogo. Untuk menentukan variabel-variabel yang mempengaruhi kompleksitas proses struktur utama sepeda tersebut didapat bahwa variabel-variabel yang mempengaruhi kompleksitas proses nya adalah:

1. *Shape* meliputi bentuk umum dari suatu produk yang meliputi jenis *shape*, jumlah *shape*, lengkung, simetris, dan bentuk tidak simetris.
2. Geometri meliputi ketebalan, berat, volume, panjang, dimensi, dan sudut.

III.2 Identifikasi Jumlah Total & Distinct Elemen Fisik (Fixtures, Tools, Gauges, Machines, in Process Spesification and in Process Feature) Kompleksitas Proses pada Struktur Utama Sepeda

Peneliti melakukan pengambilan data dan pengamatan secara langsung di sebuah pabrik pembuat struktur utama sepeda, yang bernama Industri Sepeda SAE, untuk mencari seperti apakah elemen fisik proses. Adapun hal yang paling utama adalah, mengidentifikasi jumlah fitur pada sebuah *part*. Fitur adalah bentukan yang dirancang sedemikian rupa sehingga menyusun sebuah *part*. Fitur memiliki bentuk dan geometri tertentu, yang memiliki kerumitan tersendiri dalam proses pembuatannya.

Elemen fisik yang dipakai dalam proses pembuatan struktur utama sepeda, memberikan pengaruh terhadap nilai kompleksitas proses nya, yaitu: *Fixtures, Tools, Gauges, Machines, In process Specification, dan In process feature*.

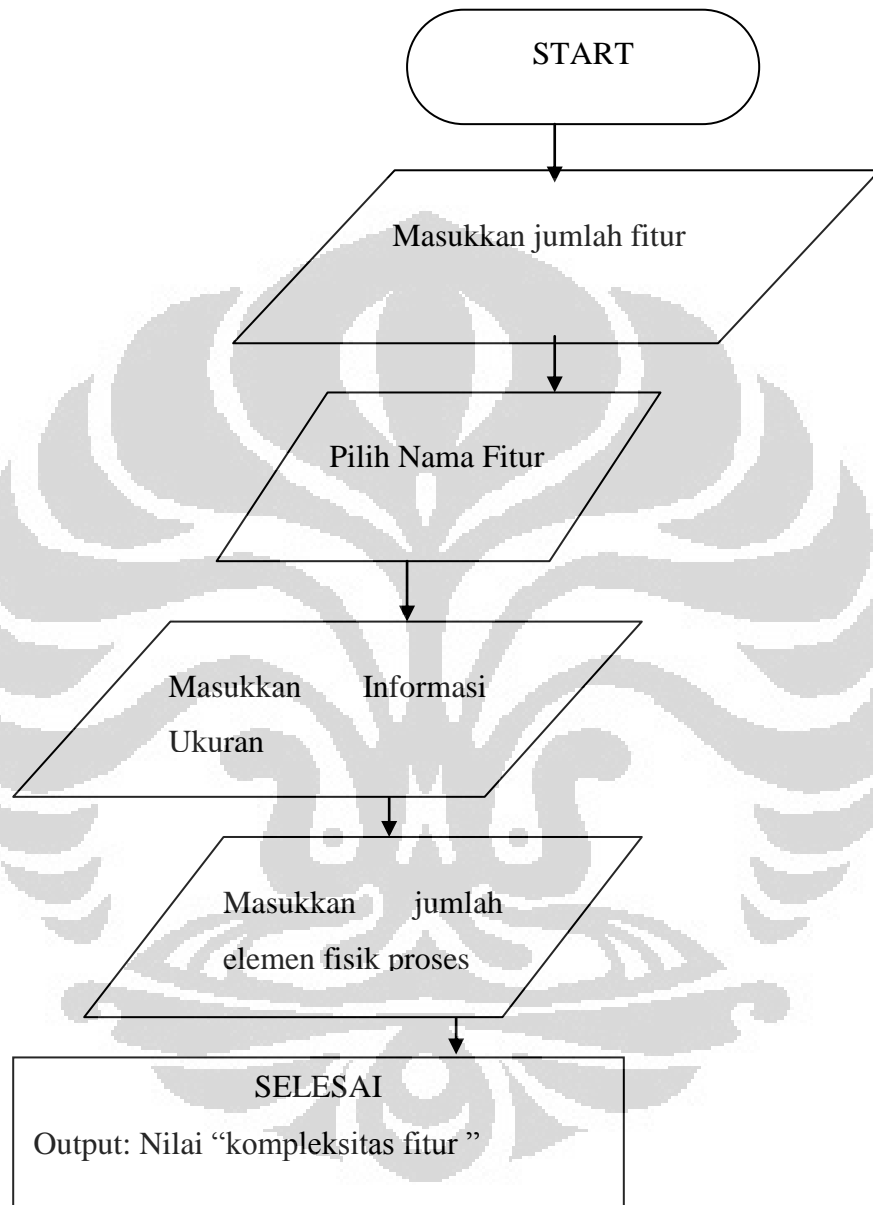
III.3 Pembuatan Tabel Pembobotan Tingkat Kompleksitas Proses Struktur Utama Sepeda

Pembuatan tabel pembobotan tingkat kompleksitas proses bertujuan untuk memudahkan peneliti menghitung nilai kompleksitas proses karena hasil dari scoring tersebut digunakan untuk menghitung koefisien kompleksitas relatif ($c_{\text{proses},x}$). Pembobotan dilakukan dengan melakukan observasi langsung ke industri sepeda. Adapun langkah-langkah untuk membuat pembobotan tersebut adalah:

1. Melakukan identifikasi proses – proses untuk pembuatan struktur utama sepeda.
2. Melakukan penilaian terhadap proses – proses berdasarkan aspek aspek dari variabel kompleksitas proses, pada penelitian ini yaitu shape dan geometri.
3. Membuat *range* dari hasil penilaian mulai nilai yang terendah sampai nilai yang tertinggi tiap-tiap variabel kompleksitas proses, berdasarkan waktu yang paling ;lama dalam pengerjaannya

III.4 Pembuatan Algoritma Pemrograman

Diagram alir algoritma pemrograman yang dikerjakan adalah seperti gambar 3.2 berikut ini:



Gambar 3.2 Diagram Alir Algoritma Pemrograman

III.5 Pembuatan GUI

Pembuatan GUI terlebih dahulu dilakukan dengan mengidentifikasi GUI yang diharapkan, kemudian membuat GUI tersebut dengan menggunakan Netbeans, berbasis java.

BAB IV

PERHITUNGAN KOMPLEKSITAS PROSES STRUKTUR UTAMA SEPEDA

IV.1 Model Perhitungan Manual Kompleksitas Proses Struktur Utama Sepeda

IV.1.1 Perhitungan $c_{\text{proses},x}$

Perhitungan dilakukan dengan menghitung nilai kompleksitas proses setiap *part*, kemudian dijumlahkan secara keseluruhan struktur utama sepeda.

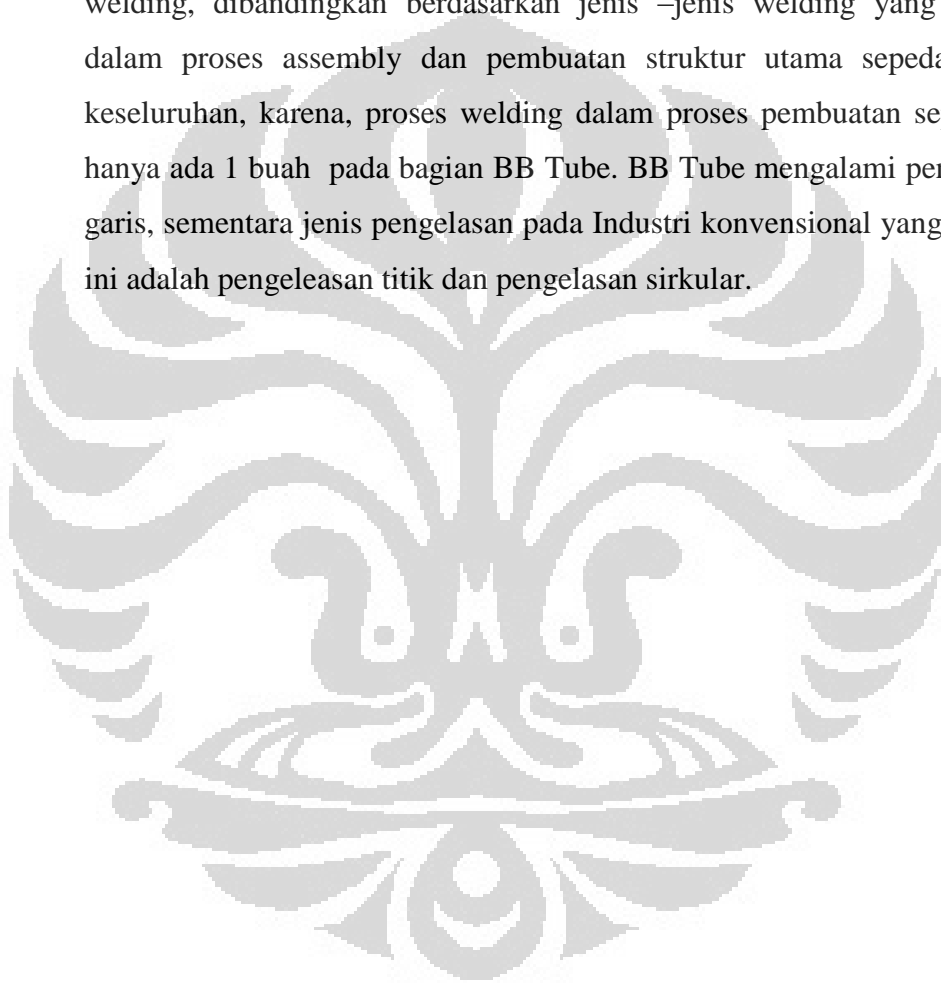
Berikut adalah range yang digunakan untuk pemberian nilai kompleksitas setiap fitur pada *part*: Tabel penilaian pada tabel 4.1 dilakukan dengan memisahkan proses pengerjaan pembuatan fitur berdasarkan mesinnya. Lalu diidentifikasi berdasarkan kerumitannya masing – masing menurut bentuk dan geometri fitur yang diinginkan.

Dengan mesin power press, nilai kompleksitas shape ditentukan berdasarkan hasil fitur yang diharapkan, terdapat 3 jenis proses yang terjadi dengan menggunakan mesin press, yaitu: membuat bentuk yang simetris seperti lingkaran dan persegi, membuat proses pelekukan dan pembengkokan, dan mencetak atau memotong dengan hasil akhir tidak beraturan. Proses pembuatannya pun terlihat secara actual bahwa proses untuk membuat bentuk yang tidak beraturan lebih lama daripada membuat bentuk yang beraturan dan bentuk bengkok atau lekuk.

Dengan mesin cutting, kompleksitas fitur berdasarkan shapenya ditentukan berdasarkan bentuk silinder besi yang akan dicutting, yaitu ada silinder yang berbentuk elips, dan silinder lingkaran yang dibagi dalam 2 jenis yaitu yang berdiameter besar dan kecil. Silinder berdiameter elips ini, memiliki waktu pengerjaan lebih lama daripada yang lingkaran, juga saat pengamatan terlihat bahwa pemotongan silinder elips lebih sulit dilakukan daripada lingkaran, karna memerlukan juga chuck khusus untuk silinder elips.

Dengan mesin bubut, kompleksitas shape dibedakan berdasarkan 3 jenis, yaitu melakukan pembubutan chamfer, melakukan pembubutan luar dan melakukan pembubutan ulir dalam. Pembubutan ulir dalam lebih sulit daripada pembuatan ulir luar dan chamfer, hal ini juga terlihat saat waktu pengerjaan pembubutannya terlihat lebih lama dalam pembuatan ulir dalam.

Penilaian kompleksitas shape jika proses menggunakan mesin welding, dibandingkan berdasarkan jenis –jenis welding yang dipakai dalam proses assembly dan pembuatan struktur utama sepeda secara keseluruhan, karena, proses welding dalam proses pembuatan sepeda ini hanya ada 1 buah pada bagian BB Tube. BB Tube mengalami pengelasan garis, sementara jenis pengelasan pada Industri konvensional yang diamati ini adalah pengeleasan titik dan pengelasan sirkular.



Tabel 4.1 Tabel penilaian kompleksitas shape dan geometri fitur

Nilai kompleksitas shape fitur				Nilai kompleksitas geometri fitur pada			
Cutting w/ gerinda	Memotong Silinder lingkaran	Silinder dengan bentuk berdiameter kecil $15 \leq x \leq 30$	0	Cutting w/ gerinda	Memotong ukuran kecil	$35 \leq x \leq 180$	0
		Silinder dengan bentuk berdiameter besar $30 \leq x \leq 45$	0.5		Memotong ukuran sedang	$180 < x \leq 325$	0.5
	Memotong Silinder elips	Diameter elips	1		Memotong ukuran besar	$325 < x \leq 470$	1
Power press	Bertujuan memotong dengan bentuk beraturan	Lingkaran, persegi	0	Power press	ukuran kecil	$0 < x \leq 160$	0
	Bertujuan membuat deformasi	bentuk silinder yang melengkung	0.5		ukuran sedang	$160 < x \leq 315$	0.5
	Bertujuan memotong dengan bentuk tidak beraturan.	Bentuk tidak beraturan	1		ukuran besar	$315 < x \leq 470$	1
Mesin bubut	Chamfer	-	0	Mesin bubut	Chamfer	$0 < x \leq 10$	0
	Ulir luar	-	0.5		Ulir	$10 < x \leq 30$	0.5
	Ulir dalam	-	1			$30 < x \leq 44$	1
Welding	las titik	-	0	Welding	Pendek	$0 < x \leq 50$	0
	las antar 2 plat sejajar	-	0.5		Sedang	$50 < x \leq 100$	0.5
	las antar 2 plat tidak sejajar	-	1		Panjang	$100 < x \leq 150$	1

Berikut adalah urutan cara mendapatkan nilai $c_{proses,x}$ *part head tube*, head tube merupakan salah satu *part* struktur utama sepeda, seperti yang terlihat pada gambar (Gambar 4.1):



Gambar 4.1 Head tube pada Frame

Dari pengamatan benda secara langsung, didapat informasi seperti tabel 4.1 dibawah ini dan untuk penjelasan informasi *part* sepeda seluruhnya terdapat pada lampiran 1:

No	Lokasi / PART	Number of feature	Fitur	Jumlah (n)	Proses	Mesin	Panjang	Diameter	Tebal	Lainnya
1	Head Tube	5	Silinder	1	Cutting	Cutting w/ Gerinda	120 mm	34,5 mm	1,5	
2			Lubang 1	1	Piercing	Power Press		10 mm		
3			Lubang 2	1	Piercing	Power Press		10 mm		
4			Chamfer 1	1	Turning	Mesin Bubut	4 mm			45°
5			Chamfer 2	1	Turning	Mesin Bubut	4 mm			45°

Tabel 4.2 Tabel identifikasi informasi pada *Head tube*

Dalam pembuatan *part head tube* yang diidentifikasi ini, terlihat beberapa fitur, yaitu:

1. 1 kali proses pembuatan bentuk silinder sepanjang 120 mm.
2. pembuatan 1 buah lubang berdiameter 10 mm sebanyak 2 kali, yang berfungsi untuk tempat aliran uap air dan udara yang mengalir didalam struktur utama sepeda.
3. pembuatan chamfer 1 buah dengan ketebalan 4 mm dan kemiringan sudut 45° sebanyak 2 kali, kegunaannya adalah untuk sambunga *head tube* dengan komponen sepeda lain.

Setelah melakukan identifikasi sebuah *part* dari struktur utama sepeda, dilakukan pencarian nilai $c_{proses,x}$, terdapat pada lampiran 2.

Fitur <i>Head tube</i>	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A	Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang	
		Bentuk	Geometri					
Silinder	1	0,5	0	0,5	0,25	0,25	0,05	
Lubang 1	1	0	0	0	0	0	0	
Lubang 2	1	0	0	0	0	0	0	
Hasil Chamfer 1	1	0	0	0	0	0	0	
Hasil Chamfer 2	1	0	0	0	0	0	0	
Total				5		Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $c_{proses,x}$		0,05

Tabel 4.3. Tabel Perhitungan kompleksitas proses fitur relative pada *part head tube*.

Mencari nilai P_{CF}

$$P_{CF} = \frac{\sum_{A=1}^A \text{faktor_level}_a}{A}$$

$$= \frac{(0,5+0)}{2} + \frac{(0*0)}{2} + \frac{(0*0)}{2} + \frac{(0*0)}{2} + \frac{(0*0)}{2} = 0,25$$

$$c_{f,fitur} = \frac{P_N * P_{CF}}{P_N} = \frac{(1*0.25)}{1} = 0,25$$

$$c_{proses,x} = \sum_{f=1}^f x_f * c_{f,fitur} = \frac{1}{5} * 0,25 + \frac{1}{5} * 0 + \frac{1}{5} * 0 + \frac{1}{5} * 0 + \frac{1}{5} * 0 = 0,05$$

cff adalah koefisien kompleksitas fitur relatif, nilai ***cff*** merupakan nilai rata – rata tertimbang dari nilai kompleksitas proses pembuatan fitur dan spesifikasi.

xf adalah persentasi dari fitur yang tidak serupa, untuk menimbang persentasi, atau berapa persen pengaruh nilai kompleksitas fitur tersebut terhadap nilai kompleksitas secara keseluruhan *part*.

dalam perhitungan ini tidak menghitung nilai Qcf, karena tidak ada dilakukan proses tambahan untuk spesifikasi fitur tersebut.

IV.1.2 Perhitungan nilai pc_x

Pengukuran kompleksitas proses merupakan jumlah dari nilai kompleksitas proses masing masing *part* atau fitur yang dijabarkan dalam rumus: $\sum pc_x$ nilai kompleksitas proses struktur utama sepeda.

pc_x Silinder

$$H_{\text{proses},x} = \log_2(N + 1)$$

$$pc_x = (D_{R \text{ proses},x} + c_{\text{proses},x}) * H_{\text{proses},x}$$

Menghitung nilai pc_x fitur silinder pada *part head tube*

Fixtures: $H_{\text{proses},x} = \log_2(0 + 1) = 0$

$$pc_x = \left(\frac{0}{0} + 0.05\right) * 0 = 0$$

Tools: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0.05\right) * 1 = 1,05$$

Gauges: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0.05\right) * 1 = 1,05$$

Machine: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0.05\right) * 1 = 1,05$$

In-process Feature: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0.05\right) * 1 = 1,05$$

$$pc_x \text{ Silinder} = 0 + 1,05 + 1,05 + 1,05 + 1,05 = 4,2$$

Menghitung nilai pc_x fitur lubang 1 pada *part head tube*

Fixtures: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

Tools: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

Gauges: $H_{\text{proses},x} = \log_2(0 + 1) = 0$

$$pc_x = \left(\frac{0}{0} + 0\right) * 0 = 0$$

Machine: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

In-process Feature: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

$$pc_x \text{ Silinder} = 1 + 1 + 0 + 1 + 1 = 4$$

Menghitung nilai pc_x fitur lubang 2 pada *part head tube*

Fixtures: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

Tools: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

Gauges: $H_{\text{proses},x} = \log_2(0 + 1) = 0$

$$pc_x = \left(\frac{0}{0} + 0\right) * 0 = 0$$

Machine: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

In-process Feature: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

$$pc_x \text{ Silinder} = 1 + 1 + 0 + 1 + 1 = 4$$

Menghitung nilai pc_x fitur Chamfering 1 pada *part head tube*

Fixtures: $H_{\text{proses},x} = \log_2(0 + 1) = 0$

$$pc_x = \left(\frac{0}{0} + 0\right) * 0 = 0$$

Tools: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

Gauges: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

Machine: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

In-process Feature: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

$$pc_x \text{ Silinder} = 0 + 1 + 1 + 1 + 1 = 4$$

Menghitung nilai pc_x fitur Chamfering 2 pada part head tube

Fixtures: $H_{\text{proses},x} = \log_2(0 + 1) = 0$

$$pc_x = \left(\frac{0}{0} + 0\right) * 0 = 0$$

Tools: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

Gauges: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

Machine: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

In-process Feature: $H_{\text{proses},x} = \log_2(1 + 1) = 1$

$$pc_x = \left(\frac{1}{1} + 0\right) * 1 = 1$$

$$pc_x \text{ Silinder} = 0 + 1 + 1 + 1 + 1 = 4$$

jadi, nilai pc_x heat tube adalah $= 4,2 + 4 + 4 + 4 + 4 = 20,2$

Tentukan jumlah N dari seluruh fitur informasi setiap elemen proses (*fixtures, tools, gauges, machines, in process features*). Dari gambar 2.2 pada bab 2, terlihat bahwa sebuah produk memiliki hal – hal fisik yang mempengaruhi nilai kerumitan prosesnya. Masing masing proses ini memiliki hal – hal fisik utama yang terkait dalam pengerjaannya, yaitu: *fixtures, tools, gauges, machines, in process features*. Perhitungan nilai pc_x heat tube diuraikan pada tabel 4.4 berikut.

No	Part	Proses	Complexcity				ΣP_{cx}
1	HEAD						20.20
	TUBE						
		Silinder	total	distinct	proses,x	Hx	$(Drx + c \text{ proses,x})$
		fixtures	0	0	0.05	0.00	0.00
		tools	1	1	1.05	1.00	1.05
		gauges	1	1	1.05	1.00	1.05
		machines	1	1	1.05	1.00	1.05
		in-process features	1	1	1.05	1.00	1.05
			Process total				4.20
		Lubang 1	total	distinct	proses,x	Hx	$(Drx + c \text{ proses,x})$
		fixtures	1	1	1	1.00	1.00
		tools	1	1	1	1.00	1.00
		gauges	0	0	0	0.00	0.00
		machines	1	1	1	1.00	1.00
		in-process features	1	1	1	1.00	1.00
			Process total				4.00
		Lubang 2	total	distinct	proses,x	Hx	$(Drx + c \text{ proses,x})$
		fixtures	1	1	1	1.00	1.00
		tools	1	1	1	1.00	1.00

IV.1.3. Perhitungan Nilai Kompleksitas Struktur Utama Sepeda

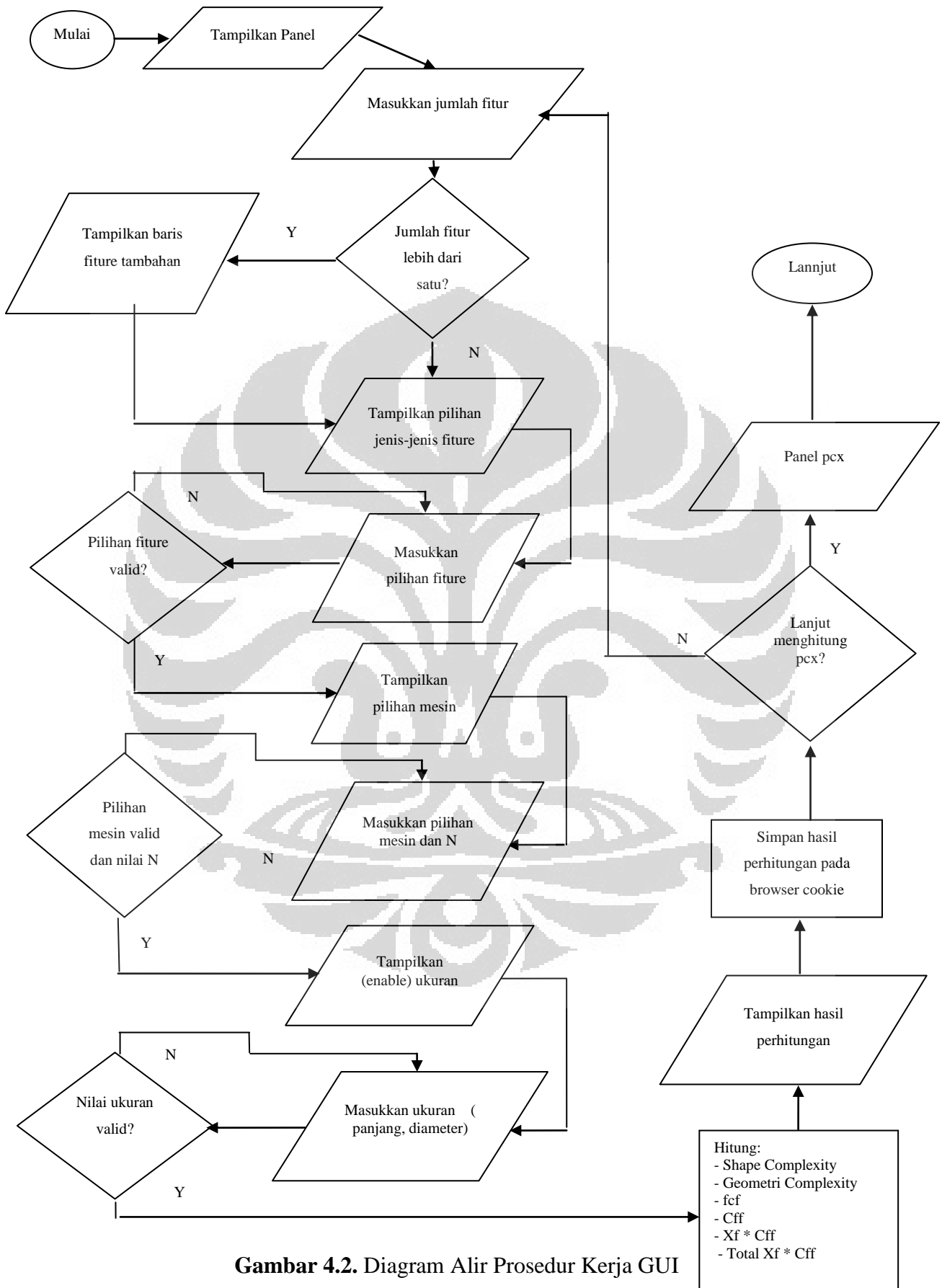
Dengan perhitungan seperti diatas, dilakukan perhitungan struktur utama sepeda pada *part* lainnya dan didapatkan hasil nilai kompleksitasnya adalah 404 seperti pada lampiran 3.

IV.2. Pembuatan GUI Perhitungan Kompleksitas Proses

IV.2.1. Pembuatan *Interface* Pemrograman untuk Pengguna

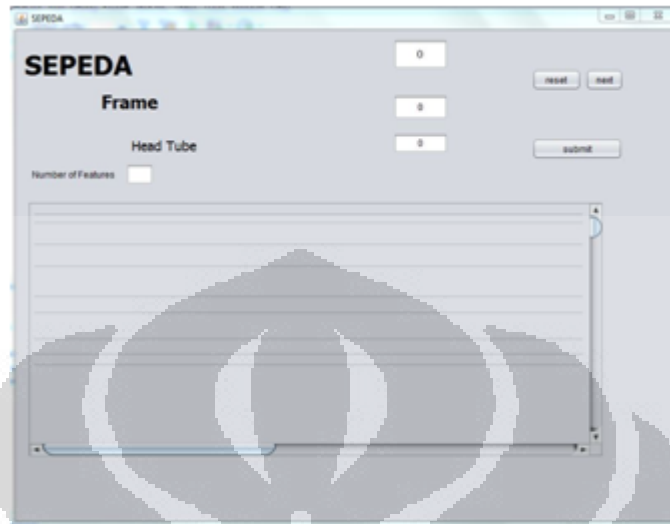
Sebelum membuat GUI perhitungan kompleksitas proses, dibuatlah terlebih dahulu identifikasi hal – hal apa saja yang diperlukan dalam GUI tersebut. Identifikasi ini bertujuan untuk memahami hal – hal apa saja yang menjadi bagian dari *interface* ini, yaitu mengidentifikasi input, proses dan output yang terdapat dalam *interface*. Seperti yang terdapat dalam lampiran 4, terdapat aliran proses perhitungan yang diharapkan untuk membuat *interfacenya*. Dari lampiran 4 dijelaskan bahwa inputnya adalah: Jumlah fitur pada *part*, Nama fitur ke-x, Nama mesin pembuat fitur ke-x, jumlah fitur ke-x tersebut, geometri fitur ke-x tersebut, jumlah *total* dan *distinct* elemen proses (*fixture, machines, gauges, tools, in-process feature*).

Setelah diidentifikasi hal – hal apa saja yang menjadi bagian dari GUI yang diharapkan, maka dibuatlah diagram aliran prosedur kerja GUI tersebut berjalan, seperti yang terlihat dalam gambar 4.2 dibawah ini.



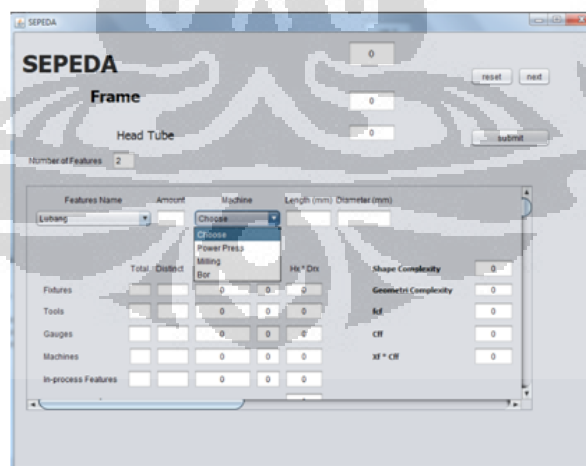
Gambar 4.2. Diagram Alir Prosedur Kerja GUI
Yang Diharapkan

Setelah membuat *interface* yang diharapkan dengan cara men-*drag* tombol dan isian sesuai dengan tampilan yang diinginkan untuk diprogram, lalu setiap jadilah tampilan seperti gambar 4.3 dibawah ini



Gambar 4.3 Gambar *interface* yang telah dibuat

Pada bagaian awal, akan muncul halaman pengisian, untuk mengisi berapa banyak fitur pada *head tube*, program ini langsung menetapkan nama *partnya*. Lalu setelah itu, desain *interface* berikutnya adalah pembuatan panel panel yang merupakan uraian dari setiap fitur – fiturnya, dan user harus mengisi isian input yang disediakan seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 *Interface* panel pengisian peralatan pendukung proses

Berikut adalah contoh tampilan hasil output yang diharapkan pada program perhitungan nilai kompleksitas proses, pada bagian proses fitur misalnya: lubang berdiameter 10 mm pada *part* heat tube, dengan memasukkan total dan

jumlah keunikan aspek fisik (nilai N dan n) proses pembuatan fitur pada *frame* sepeda.

	Total	Distinct	Drx + Cproses,x	Hx	Hx * Drx	Shape Complexity	Geometri Complexity	fcf	Cff	Xf * Cff
Fixtures	1	1	1.00	1.00	1.00	0	0	0.00	0.00	0.00
Tools	1	1	1.00	1.00	1.00					
Gauges	0	0	0	0.00	0.00					
Machines	1	1	1.00	1.00	1.00					
In-process Features	1	1	1.00	1.00	1.00					

Gambar 4.5 Panel isian peralatan yang dipakai dalam proses

IV.2.2 Pengembangan Metode Perhitungan dengan Membuat Pemrogramannya

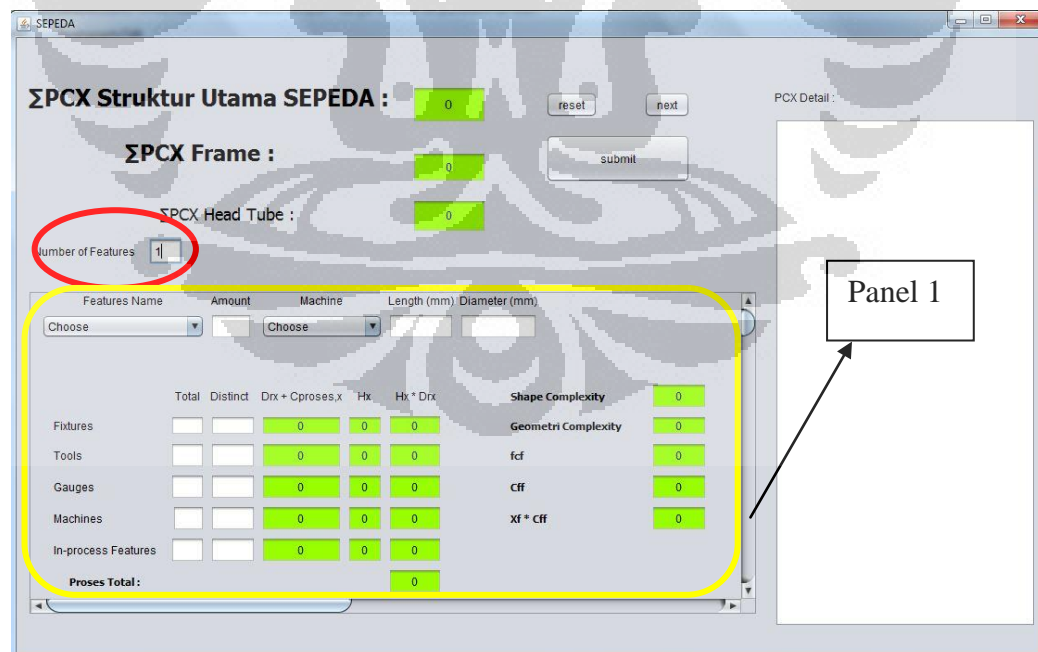
Pembuatan program ini menggunakan IDE netbeans (opensource), menggunakan bahasa java, menggunakan pembuatan *interface* dengan menu drag and drop pada netbeans mempermudah dalam mengatur *interface*/tampilan program penggunaan netbeans sangat mudah karena dimanjakan dengan fitur syntax guessing dan pemeriksaan error yang mudah dicari kelemahannya adalah dalam program ini tidak menggunakan variabel dalam mengakses data, dominan pengaksesan data dilakukan secara langsung, sehingga bila ada perubahan dalam range kompleksitas bagian sepeda atau ada perubahan lainnya, sangat susah untuk memperbaiki programnya karena memakan waktu yang cukup lama. Selain itu, masih banyak exception pada program yang belum ditangani, ini membuat program ini harus benar dalam proses input data (contohnya, jika field yang seharusnya merupakan tempat angka tapi diketikkan huruf, maka program akan error)

Kelebihan dalam program ini adalah hanya menggunakan satu halaman display, sehingga tidak menyusahkan user dalam penggunaannya dan *interface* program yang sederhana membuat program tidak berat untuk dijalankan. Berikut ini nama – nama fitur terdapat pada sistem pemrograman ini:

No	Nama Fitur	No	Nama Fitur	No	Nama Fitur	No	Nama Fitur
1	Silinder	5	Pipih Elips	9	Ulir dalam	13	Lengkung Silinder
2	Lubang	6	Cetak Persegi	10	Silinder Elips	14	Plat bulat
3	Chamfer	7	Lekuk	11	Cetakan draw		
4	Hasil Mittering	8	Pengelasan 2 plat sejajar	12	Ulir luar		

Tabel 4.9 Nama fitur pada struktur utama sepeda

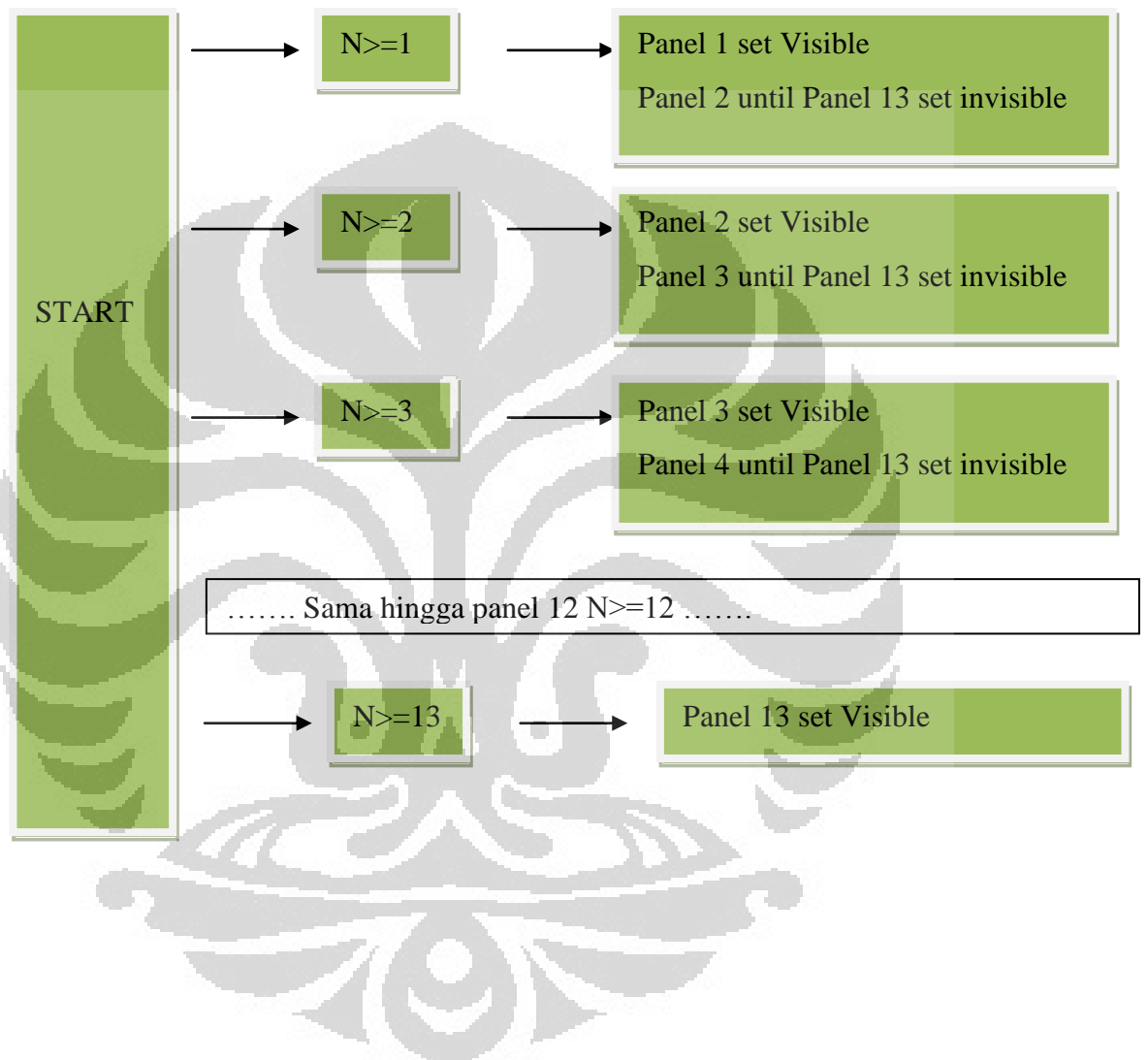
Berikut ini adalah deskripsi penjelasan pembuatan tombol dan isian pada panel *interface* yang dibuat seperti pada gambar 4.6 :

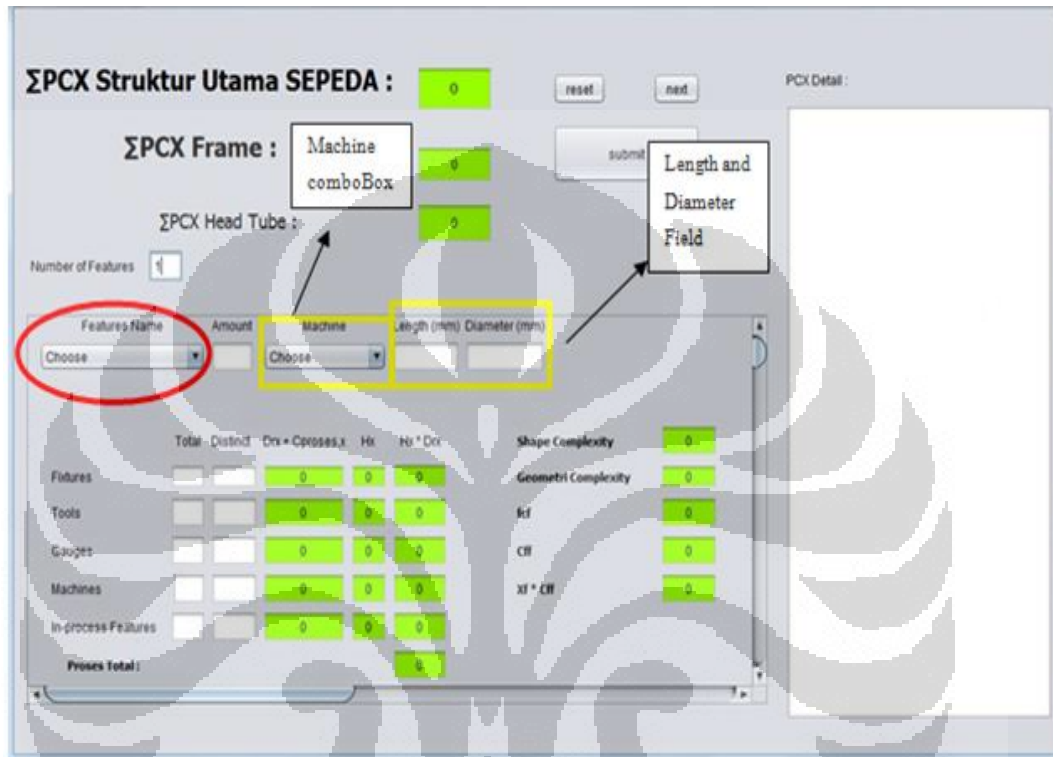


Gambar 4.6 Gambar *Interface* Program

Pemberian *code* dengan bahasa java, dilakukan pada setiap tombol yang ada. Sistem inilah yang nantinya akan mengeluarkan hasil sesuai dengan yang diinginkan

1. Number of Features

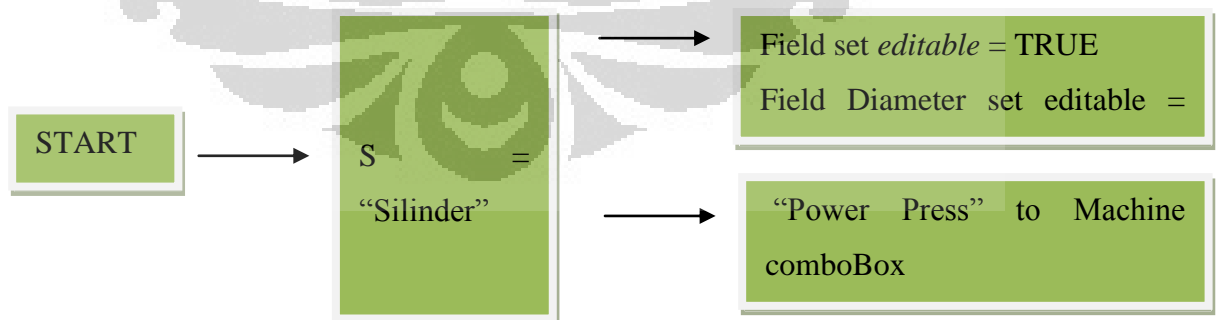


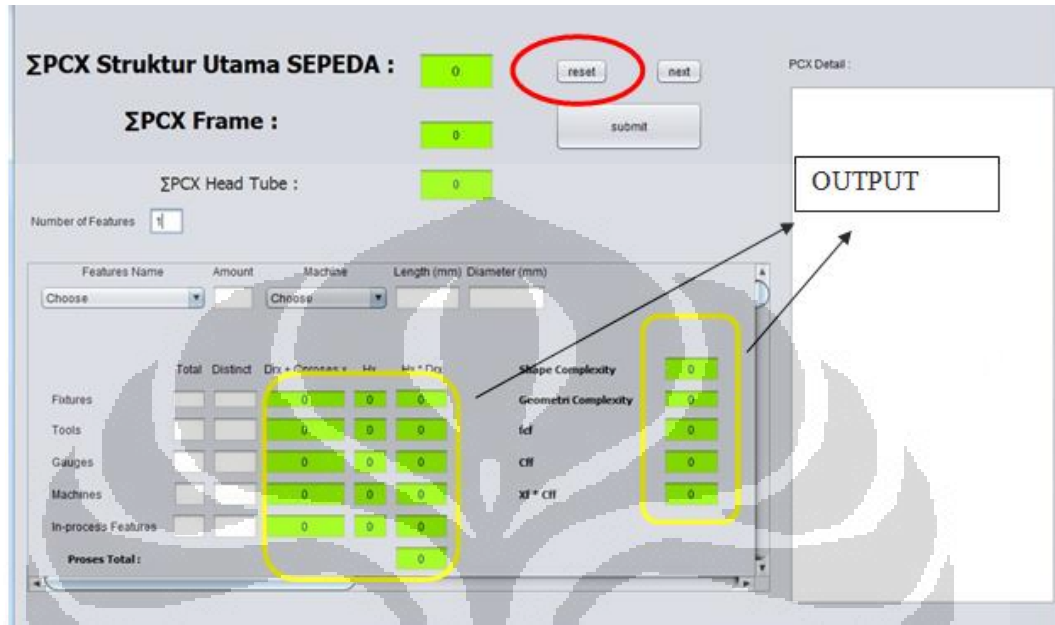


Gambar 4.7 Gambar *Interface* Program 2

2. Features Name

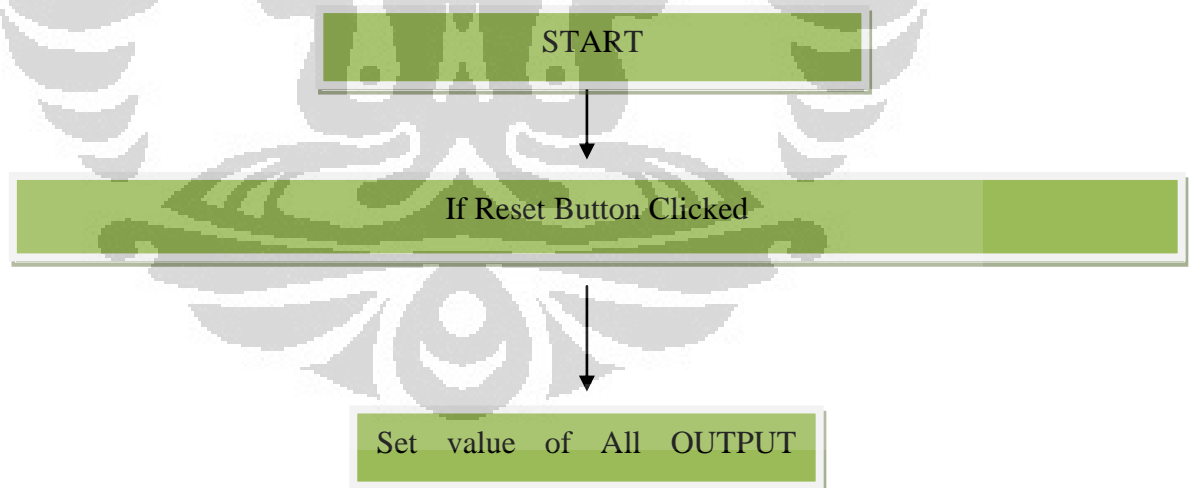
Flowchart example: “Lengkung Silinder”

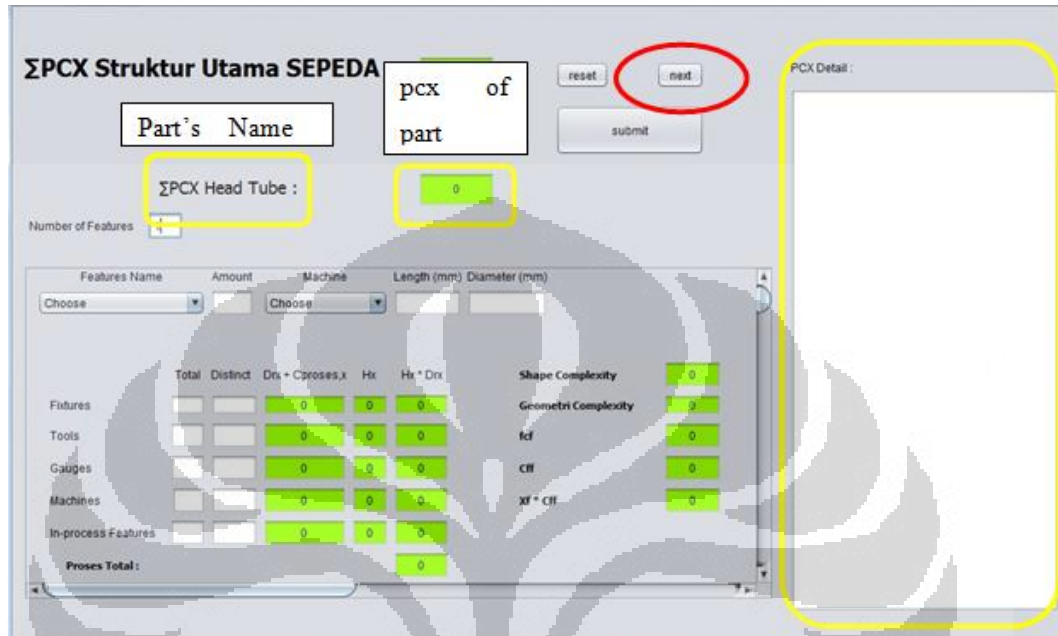




Gambar 4.8 Gambar *Interface* Program 3

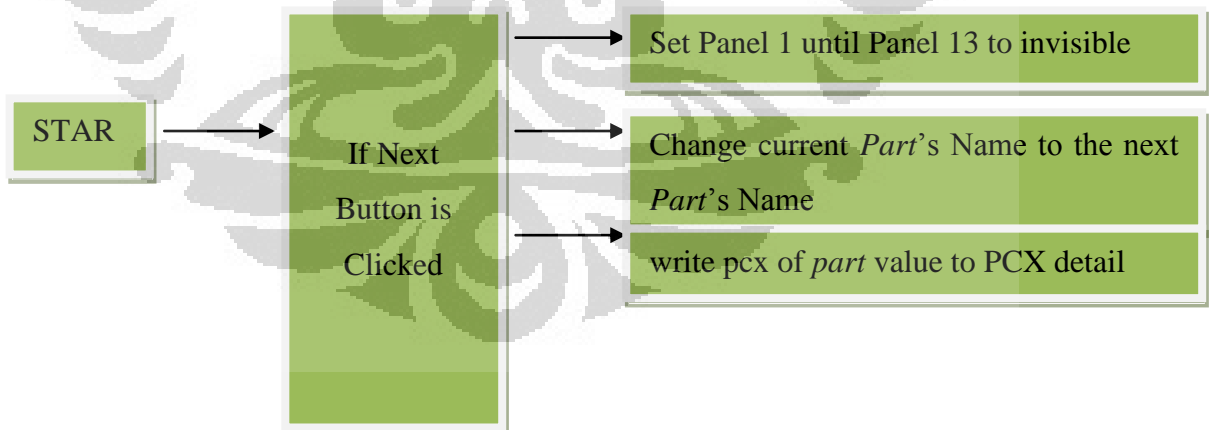
3. Reset Button

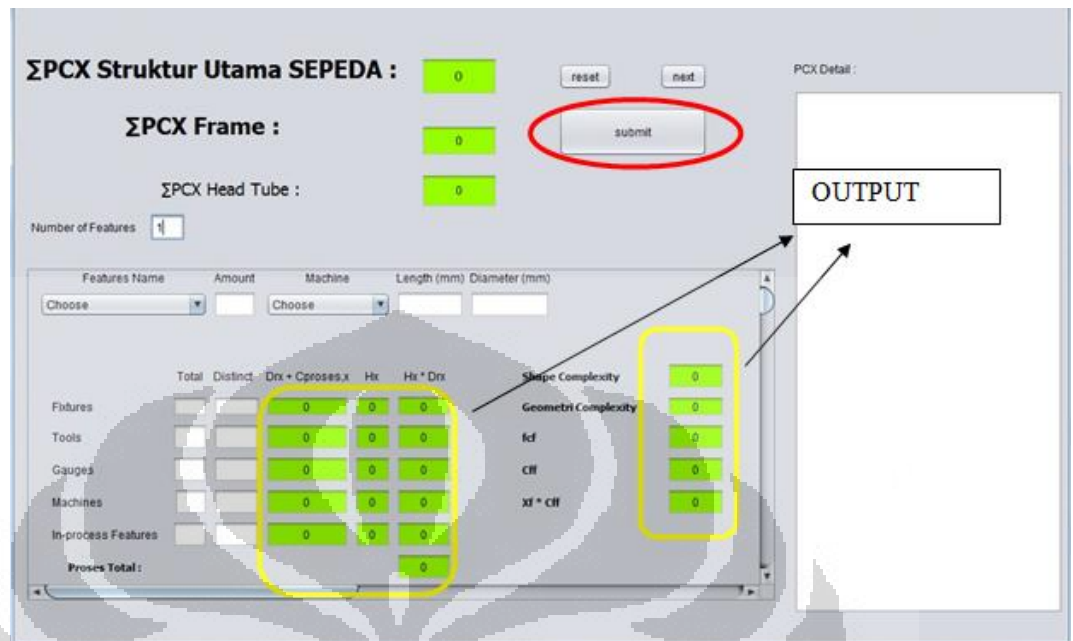




Gambar 4.9 Gambar *Interface* Program 4

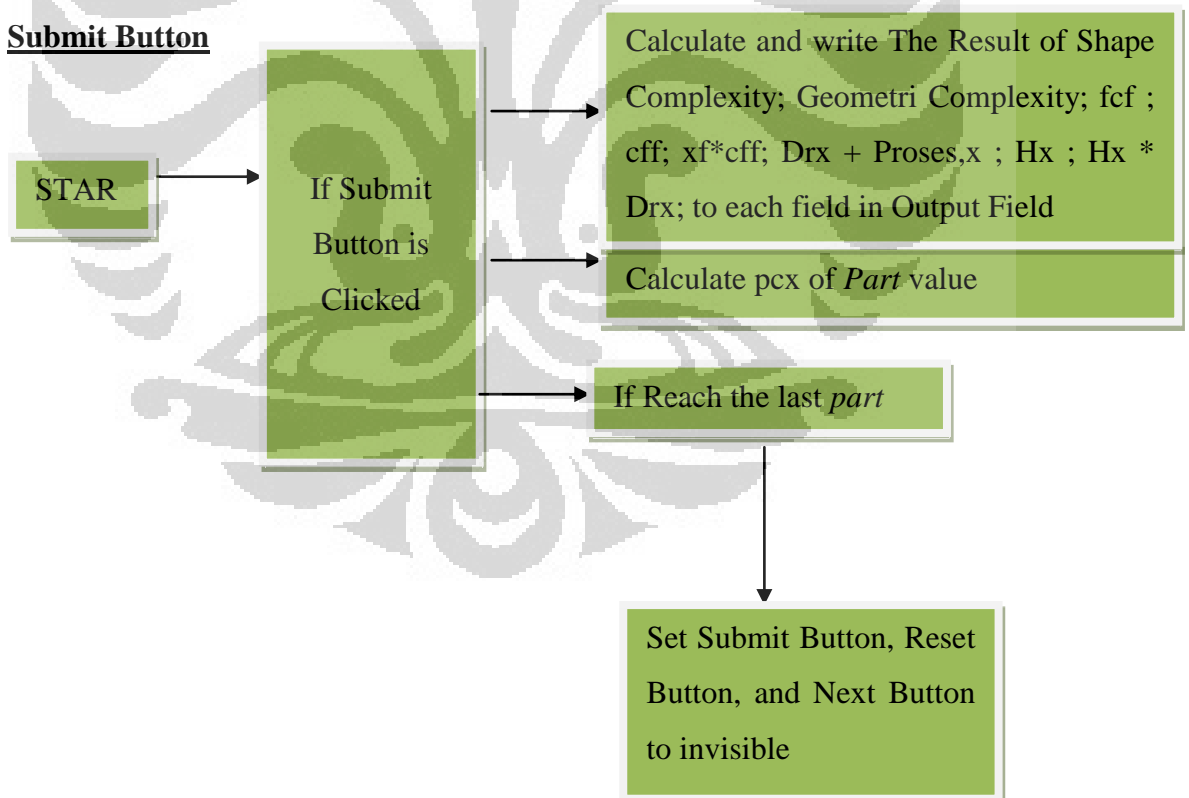
4. Next Button





Gambar 4.10 Gambar *Interface* Program

Submit Button

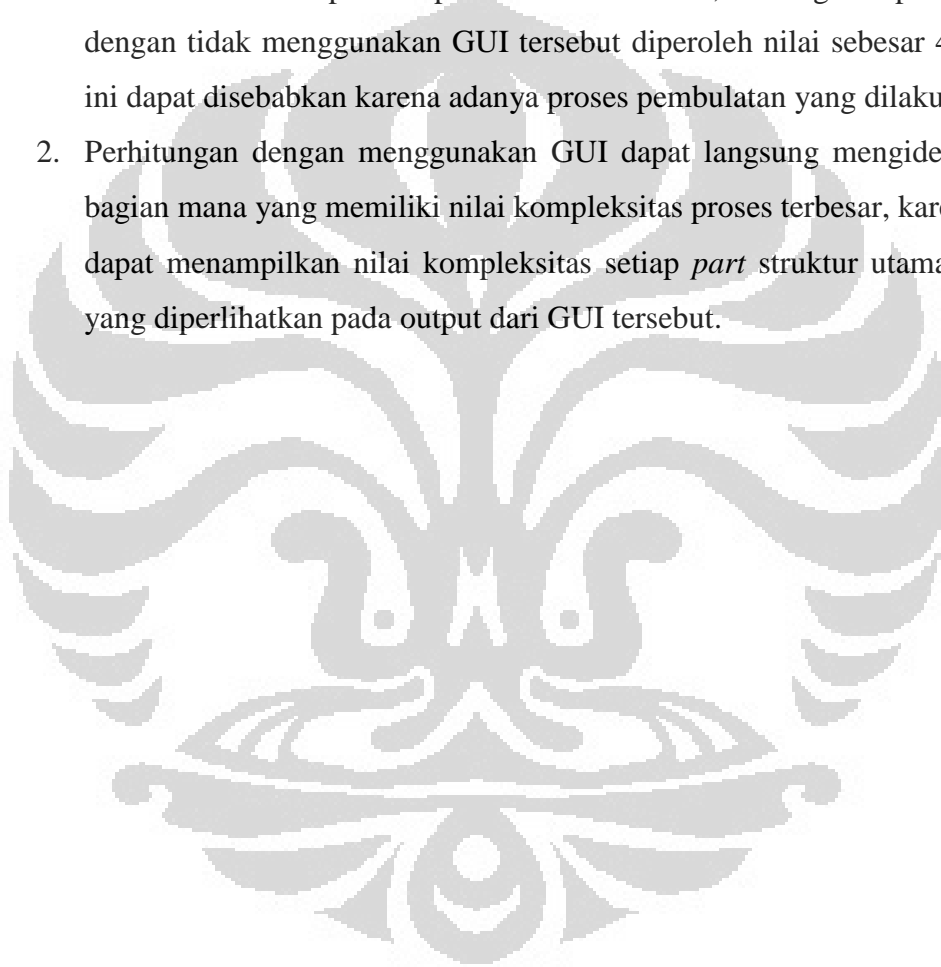


BAB V

KESIMPULAN

Dengan penerapan pemrograman model perhitungan kompleksitas proses struktur utama sepeda dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan, nilai kompleksitas proses pada GUI masih berbeda dengan nilai kompleksitas proses yang dihitung dengan tidak memakai GUI, dengan menggunakan GUI, nilai $\sum pcx$ struktur utama sepeda diperoleh sebesar 402, sedangkan perhitungan dengan tidak menggunakan GUI tersebut diperoleh nilai sebesar 404. Hal ini dapat disebabkan karena adanya proses pembulatan yang dilakukan.
2. Perhitungan dengan menggunakan GUI dapat langsung mengidentifikasi bagian mana yang memiliki nilai kompleksitas proses terbesar, karena GUI dapat menampilkan nilai kompleksitas setiap *part* struktur utama sepeda yang diperlihatkan pada output dari GUI tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

ElMaraghy, W. H. & Urbanic, R. Jill (2003). *Modelling of Manufacturing Systems Complexity*, Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre, Faculty of Engineering University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada,

Boothroyth. (2001), *Product Design for manufacture and assembly*, Boothroyd Dewhurst Inc. and University of Rhode Island, USA,

Kalpakjian, Serope & Schmid, Steven (2006). *Manufacturing Engineering and Technology*, 5th Edition, Prentice Hall,

Modul.(2011).Modul IV Proses IV (Praktikum proses manufaktur 2011).
<http://blog.ft-untirta.ac.id/damardp/files/2011/09/Prosman-MODUL-IV.pdf>
diakses hari sabtu 12 Juli 2012

Modul praktikum sistem produksi ITB (2011), Bandung.

Budi Raharjo, Imam Heryanto & Arif Haryono (2007), *Mudah Belajar Java*, Revisi Kedua, Penerbit Informatika.

Penerbit Andi, *Membangun Aplikasi Bisnis dengan Netbeans7*, Wahana Komputer

LAMPIRAN 1

Tabel Perhitungan nilai Kompleksitas, *pcx*:

No	Lokasi / PART	Number of feature	Fitur	Jumlah (n)	Mesin	Shape	Geometri	SUM	SUM/J	Feature Complexity	Wighted feature complexity	Panjang	Diamete r
1	Head Tube	5	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0.5	0	0.5	0.25	0.25	0.05	120	34.5
2			Lubang 1	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0		10
3			Lubang 2	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0		10
4			Chamfer 1	1	Mesin Bubut	0	0	0	0.00	0.00	0	4 mm	
5			Chamfer 2	1	Mesin Bubut	0	0	0	0.00	0.00	0	4 mm	
											0.05		
6	Top Tube	4	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0.5	1	1.5	0.75	0.75	0.1875	450	35
7	Top Tube		Mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	450	
8	Top Tube		Mittering 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	450	
9	Top Tube		Deformasi Elips	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	100	
											0.5625		
10	Seat	3	Silinder	1	Cutting w/	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.16666667	280	29

	Tube				Gerinda								
11	Seat Tube		Mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	280	
12	Seat Tube		Mittering 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	280	
											0.5		
13	Down Tube	5	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0.5	1	1.5	0.75	0.75	0.15	470	45
14	Down Tube		Deformasi Elips	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.1	470	48 x 30
15	Down Tube		Mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.1	470	
16	Down Tube		Mittering 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.1	470	
17	Down Tube		Mittering 3	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.1	470	
											0.55		
18	BB Tube	9	Cetak	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0	160	
19	BB Tube		Lubang 1	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0		12
20	BB Tube		Lubang 2	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0		12
21	BB Tube		lekuk (1)	1	Power Press	0.5	0	0.5	0.25	0.25	0.02777778	160	

22	BB Tube		lekuk (2)	1	Power Press	0.5	0	0.5	0.25	0.25	0.02777778	160	
23	BB Tube		lekuk (3)	1	Power Press	0.5	0	0.5	0.25	0.25	0.02777778	160	
24	BB Tube		Pengelasan 2 plat sejajar	1	Welding Set Equipment	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.05555556	90	
25	BB Tube		Ulir dalam 1	1	Mesin Bubut	1	0.5	1.5	0.75	0.75	0.08333333	35	
26	BB Tube		Ulir dalam 2	1	Mesin Bubut	1	0.5	1.5	0.75	0.75	0.08333333	35	
											0.30555556		
27	Seat stay 1	4	Silinder Elips	1	Cutting w/ Gerinda	1	1	2	1.00	1.00	0.25	360	22 x 4
28	Seat stay 1		Lekukan	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	80	
29	Seat stay 1		mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	360	
30	Seat stay 1		mittering 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	360	
											0.625		
31	Seat stay 2	4	Silinder Elips	1	Cutting w/ Gerinda	1	1	2	1.00	1.00	0.25	360	22 x 4
32	Seat stay 2		Lekukan	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	80	
33	Seat stay 2		mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	360	

34	Seat stay 2		Mittering 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	360	
											0.625		
35	Chain stay 1	4	Silinder Elips	1	Cutting w/ Gerinda	1	0.5	1.5	0.75	0.75	0.1875	310	29 x 6
36	Chain stay 1		Lekukan	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	65	
37	Chain stay 1		mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	310	
38	Chain stay 1		mittering 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	310	
											0.5625		
39	Chain stay 2	4	Silinder Elips	1	Cutting w/ Gerinda	1	0.5	1.5	0.75	0.75	0.1875	310	29 x 6
40	Chain stay 2		Lekukan	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	65	
41	Chain stay 2		mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	310	
42	Chain stay 2		Mittering 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	310	
											0.5625		
43	Top bridge	3	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0	0	0	0.00	0.00	0	60	28

44	Top bridge		Mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	60	
45	Top bridge		Mitterng 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	60	
											0.33333333		
46	Down Bridge	3	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0	0	0	0.00	0.00	0	35	30
47	Down Bridge		Mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	35	
48	Down Bridge		Mittering 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	35	
											0.33333333		
49	Track End Kiri	3	Cetakan daraw 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	100	
50	Track End Kiri		Cetakan daraw 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	100	
51	Track End Kiri		Trimming	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	100	
											0.5		
52	Track End Kanan	3	Cetakan daraw 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	100	
53	Track		Cetakan daraw 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	100	

	End Kanan												
54	Track End Kanan		Trimming	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	100	
											2.16666667		
55	Steerer tube fork	2	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0	0.5	0.5	0.25	0.25	0.125	195	25
56	Steerer tube fork		Ulir luar	1	Mesin Bubut	0.5	1	1.5	0.75	0.75	0.375	40	
											0.5		
57	Crown fork	1	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0.5	0	0.5	0.25	0.25	0.25	50	30
											0.25		
58	right fork	4	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	300	32
59	right fork		Lengkung Silinder (1)	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	300	
60	right fork		Lengkung Silinder (2)	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	300	
61	right fork		mittering	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	300	
											0.5		

62	Left fork	4	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	300	32
63	Left fork		Lengkung Silinder (1)	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	300	
64	Left fork		Lengkung Silinder (2)	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.125	300	
65	Left fork		mittering	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.125	300	
											0.5		
66	Left Fork Plate	2	Plat bulat	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0		32
67	LeftFork Plate		lubang	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0		7
											0		
68	Right Fork Plate	2	plat bulat	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0		32
69	Right Fork Plate		Lubang	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0		7
											0		
70	Fork End Kiri	4	Cetaka draw	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	80	

71	Fork End Kiri		Cetakan draw	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	80	
72	Fork End Kiri		Cetakan draw	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	80	
73	Fork End Kiri		Coak	1		1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	30	
											0.66666667		
74	Fork End Kanan	4	Cetakan draw	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	80	
75	Fork End Kanan		Cetakan draw	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	80	
76	Fork End Kanan		Cetakan draw	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	80	
77	Fork End Kanan		Coak	1		1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	30	
											0.66666667		
78	Left Handle Bar	2	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0	1	1	0.50	0.50	0.25	310	15
79	Left Handle Bar		Lengkung Silinder	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.25	310	
											0.5		

80	Right Handle Bar	2	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0	1	1	0.50	0.50	0.25	310	15
81	Right Handle Bar		Lengkung Silinder	1	Power Press	0.5	0.5	1	0.50	0.50	0.25	310	
											0.5		
82	Top Bridge Handle Bar	3	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0	0.5	0.5	0.25	0.25	0.08333333	215	22
83	Top Bridge Handle Bar		Mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	215	
84	Top Bridge Handle Bar		Mittering 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	215	
											0.41666667		
85	Down Bridge Handle Bar	3	Silinder	1	Cutting w/ Gerinda	0	0	0	0.00	0.00	0	160	22

86	Down Bridge Handle Bar		Mittering 1	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	160	
87	Down Bridge Handle Bar		Mittering 2	1	Power Press	1	0	1	0.50	0.50	0.16666667	160	
											0.33333333		
88	Left Handle Bar Plate	1	plat bulat 1	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0		23
											0		
89	Right Handle Bar Plate	1	plat bulat 2	1	Power Press	0	0	0	0.00	0.00	0		23
											0		

LAMPIRAN 2

Fitur Head Tube						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0,5	0	0,5	0,25	0,25	0,05
Lubang 1	1	0	0	0	0	0	0
Lubang 2	1	0	0	0	0	0	0
Hasil Chamfer 1	1	0	0	0	0	0	0
Hasil Chamfer 2	1	0	0	0	0	0	0
Total	5				Koefisien Kompleksitas Relatif		0
					Proses $C_{proses,x}$,05

Fitur Top Tube						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0,5	1	1,5	0,75	0,75	0,188
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Deformasi elips	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Total	4				Koefisien Kompleksitas Relatif		0,563
					Proses $C_{proses,x}$		

Fitur Seat Tube						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,167
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Total	3	Koefisien Kompleksitas Relatif			Proses $C_{proses,x}$		0,5

Fitur Down Tube						Kompleksitas Fitur	$C_{proses,x}$
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0,5	1	1,5	0,75	0,75	0,15
Deformasi Elips	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,1
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,1
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,1
Mittering 3	1	1	0	1	0,5	0,5	0,1
Total	5	Koefisien Kompleksitas Relatif			Proses $C_{proses,x}$		0,55

Fitur BB Tube						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Cetak	1	0	0	0	0	0	0
Lubang 1	1	0	0	0	0	0	0
Lubang 2	1	0	0	0	0	0	0
Lekuk 1	1	0,5	0	0,5	0,25	0,25	0,028
Lekuk 2	1	0,5	0	0,5	0,25	0,25	0,028
Lekuk 3	1	0,5	0	0,5	0,25	0,25	0,028
Pengelasan 2 plat sejajar	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,056
Ulir dalam 1	1	1	0,5	1,5	0,75	0,75	0,083
Ulir dalam 2	1	1	0,5	1,5	0,75	0,75	0,083
Total	9				Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,306

Fitur Seat Stay 1						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder elips	1	1	1	2	1	1	0,25
Lekukan	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Total	4				Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,625

Fitur Seat Stay 2						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder elips	1	1	1	2	1	1	0,25
Lekukan	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Total	4				Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,625

Fitur Chain Stay 1						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder elips	1	1	0,5	1,5	0,75	0,75	0,188
Lekukan	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Total	4			Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$			0,563

Fitur Chain Stay 2						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder elips	1	1	0,5	1,5	0,75	0,75	0,188
Lekukan	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Total	4			Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$			0,563

Fitur Top Bridge					Kompleksitas	Kompleksitas Fitur
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total		

		Bentuk	Geometri			Fitur	Tertimbang
Silinder	1	0	0	0	0	0	0
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Total	3				Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,333

Fitur Down Bridge						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0	0	0	0	0	0
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Total	3				Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,333

Fitur Track End Kiri						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Cetakan Draw 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Cetakan Draw 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167

Trimming	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Total	3			Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$			0,5

Fitur Track End Kanan						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Cetakan Draw 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Cetakan Draw 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Trimming	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Total	3			Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$			0,5

Steerer Tube Fork						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0	0,5	0,5	0,25	0,25	0,125
Ulir luar	1	0,5	1	1,5	0,75	0,75	0,375
Total	2			Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$			0,5

Crown Fork						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0,5	0	0,5	0,25	0,25	0,25
Total				1	Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,25

Right Fork						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Lengkung Silinder 1	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Lengkung Silinder 2	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Mittering	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Total				4	Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,5

Left fork						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Lengkung Silinder 1	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Lengkung Silinder 2	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,125
Mittering	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Total				4		Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$ 0,5	

Left Fork Plate						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Plat bulat	1	0	0	0	0	0	0
Lubang	1	0	0	0	0	0	0
Total				2		Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$ 0	

Right Fork Plate						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Plat bulat	1	0	0	0	0	0	0
Lubang	1	0	0	0	0	0	0
Total				2	Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0

Fork End Kiri						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Cetakan draw	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Cetakan draw	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Cetakan draw	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Coak	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Total				4	Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,5

Fork End Kanan						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				

Cetaka draw	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Cetaka draw	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Cetaka draw	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Coak	1	1	0	1	0,5	0,5	0,125
Total	4				Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,5

Left Handle Bar						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0	1	1	0,5	0,5	0,25
Lengkung Silinder	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,25
Total	2				Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,5

Right Handle Bar						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0	1	1	0,5	0,5	0,25
Lengkung Silinder	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,25
Total	2				Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,5

Top Bridge Handle Bar						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0	0,5	0,5	0,25	0,25	0,083
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Total				3	Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,417

Down Bridge Handle Bar						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Silinder	1	0	0	0	0	0	0
Mittering 1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Mittering 2	1	1	0	1	0,5	0,5	0,167
Total				3	Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0,333

Left Handle Bar Plate						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Plat Bulat 1	1	0	0	0	0	0	0
Total				1	Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0

Right Handle Bar Plate						Kompleksitas Fitur	Kompleksitas Fitur Tertimbang
	Jumlah	Aspek (A = 2)		Total	Total/A		
		Bentuk	Geometri				
Plat Bulat 2	1	0	0	0	0	0	0
Total				1	Koefisien Kompleksitas Relatif Proses $C_{proses,x}$		0

LAMPIRAN 3

Kompleksitas proses ($\sum p_{c_x}$) struktur utama sepeda BMX 20”, yang merupakan jumlah dari nilai individual kompleksitas proses yang dijabarkan, memiliki nilai 404.85

No	Part	Proses	Complexity				$\sum P_{c_x}$
1	HEAD TUBE						20.20
		Silinder	total	distinct	$Drx + c_{proses,x}$	Hx	$Hx * (Drx + C_{proses,x})$
		fixtures	0	0	0.05	0.00	0.00
		tools	1	1	1.05	1.00	1.05
		gauges	1	1	1.05	1.00	1.05
		machines	1	1	1.05	1.00	1.05
		in-process features	1	1	1.05	1.00	1.05
			Process total				4.20
		Lubang 1	total	distinct	$Drx + c_{proses,x}$	Hx	$Hx * (Drx + C_{proses,x})$
		fixtures	1	1	1	1.00	1.00
		tools	1	1	1	1.00	1.00
		gauges	0	0	0	0.00	0.00
		machines	1	1	1	1.00	1.00
		in-process features	1	1	1	1.00	1.00
			Process total				4.00
		Lubang 2	total	distinct	$Drx + c_{proses,x}$	Hx	$Hx * (Drx + C_{proses,x})$
		fixtures	1	1	1	1.00	1.00
		tools	1	1	1	1.00	1.00
		gauges	0	0	0	0.00	0.00
		machines	1	1	1	1.00	1.00

in-process features	1	1	1	1.00	1.00
Process total					4.00

Chamfering 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	0	0.00	0.00
tools	1	1	1	1.00	1.00
gauges	1	1	1	1.00	1.00
machines	1	1	1	1.00	1.00
in-process features	1	1	1	1.00	1.00
Process total					4.00

Chamfering 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	0	0.00	0.00
tools	1	1	1	1.00	1.00
gauges	1	1	1	1.00	1.00
machines	1	1	1	1.00	1.00
in-process features	1	1	1	1.00	1.00
Process total					4.00

2	Top Tube	Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
		fixtures	0	0	0.1875	0	0
		tools	1	1	1.1875	1.00	1.19
		gauges	1	1	1.1875	1	1.1875
		machines	1	1	1.1875	1	1.1875
		in-process features	1	1	1.1875	1.00	1.19
Process total					4.75		

18.25

Mittering 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
-------------	-------	----------	---------------------	----	---------------------------

fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1.00	1.13
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

Mittering 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1.00	1.13
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

Deformasi elips	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1	1.125
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

3

SEAT TUBE

14.00

Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	0.167	0.00	0.00
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	1	1	1.167	1.00	1.17
machines	1	1	1.167	1.00	1.17

in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					4.67

Mitering 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1.00	1.17
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0.00	0.00
machines	1	1	1.167	1.00	1.17
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					4.67

Mitering 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1.00	1.17
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0.00	0.00
machines	1	1	1.167	1.00	1.17
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					4.67

4

DOWN
TUBE

21.20

Sillinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	2.15	0.00	0
tools	1	1	0.15	1	0.15
gauges	1	1	1.15	1	1.15
machines	1	1	1.15	1	1.15
in-process features	1	1	1.15	1.00	1.15
Process total					3.60

Deformasi elips	total	distinct	Drx + c		Hx * (Drx + C proses,x)
			proses,x	Hx	
fixtures	1	1	1.1	1	1.1
tools	1	1	1.1	1.00	1.10
gauges	0	0	0.1	0	0
machines	1	1	1.1	1	1.1
in-process features	1	1	1.1	1.00	1.10
Process total					4.40

Mittering 1	total	distinct	Drx + c		Hx * (Drx + C proses,x)
			proses,x	Hx	
fixtures	1	1	1.1	1	1.1
tools	1	1	1.1	1.00	1.10
gauges	0	0	0.1	0	0
machines	1	1	1.1	1	1.1
in-process features	1	1	1.1	1.00	1.10
Process total					4.40

Mittering 2	total	distinct	Drx + c		Hx * (Drx + C proses,x)
			proses,x	Hx	
fixtures	1	1	1.1	1	1.1
tools	1	1	1.1	1.00	1.10
gauges	0	0	0.1	0	0
machines	1	1	1.1	1	1.1
in-process features	1	1	1.1	1.00	1.10
Process total					4.40

Mittering 3	total	distinct	Drx + c		Hx * (Drx + C proses,x)
			proses,x	Hx	
fixtures	1	1	1.1	1	1.1
tools	1	1	1.1	1.00	1.10
gauges	0	0	0.1	0	0

machines	1	1	1.1	1	1.1
in-process features	1	1	1.1	1.00	1.10
Process total					4.40

5

BB tube

37.22

cetak	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1	1	1
tools	1	1	1	1	1
gauges	0	0	0	0	0
machines	1	1	1	1	1
in-process features	1	1	1	1.00	1.00
Process total					4.00

lubang 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1	1	1
tools	1	1	1	1	1
gauges	0	0	0	0	0
machines	1	1	1	1	1
in-process features	1	1	1	1.00	1.00
Process total					4.00

lubang 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1	1	1
tools	1	1	1	1	1
gauges	0	0	0	0	0
machines	1	1	1	1	1
in-process features	1	1	1	1.00	1.00
Process total					4.00

Lekuk 1		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1.028	1	1.028
	tools	1	1	1.028	1	1.028
	gauges	0	0	0.028	0	0.000
	machines	1	1	1.028	1	1.028
	in-process features	1	1	1.028	1	1.028
				Process total		4.11

Lekuk 2		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1.028	1	1.028
	tools	1	1	1.028	1	1.028
	gauges	0	0	0.028	0	0.000
	machines	1	1	1.028	1	1.028
	in-process features	1	1	1.028	1	1.028
				Process total		4.11

Lekuk 3		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1.028	1	1.028
	tools	1	1	1.028	1	1.028
	gauges	0	0	0.028	0	0
	machines	1	1	1.028	1	1.028
	in-process features	1	1	1.028	1.00	1.03
				Process total		4.11

Pengelasan 2 plat sejajar		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1.056	1	1.056
	tools	1	1	1.056	1	1.056
	gauges	0	0	0.056	0	0

machines	1	1	1.056	1	1.056
in-process features	1	1	1.056	1.00	1.06
Process total					4.22

Ulir dalam 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	0.083	0	0
tools	1	1	1.083	1	1.083
gauges	1	1	1.083	1	1.083
machines	1	1	1.083	1	1.083
in-process features	1	1	1.083	1.00	1.08
Process total					4.33

Ulir dalam 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	0.083	0	0
tools	1	1	1.083	1	1.083
gauges	1	1	1.083	1	1.083
machines	1	1	1.083	1	1.083
in-process features	1	1	1.083	1.00	1.08
Process total					4.33

6

Seat stay 1

18.50

Silinder elips	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	0.25	0	0
tools	1	1	1.25	1	1.25
gauges	1	1	1.25	1	1.25
machines	1	1	1.25	1	1.25
in-process features	1	1	1.25	1.00	1.25
Process total					5.00

Lakukan	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1	1.125
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

Mittering 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1	1.125
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

Mittering 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1	1.125
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

7

Seat stay 2

18.50

Silinder elips	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	0.25	0	0
tools	1	1	1.25	1	1.25

gauges	1	1	1.25	1	1.25
machines	1	1	1.25	1	1.25
in-process features	1	1	1.25	1.00	1.25
Process total					5.00

Lakukan	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1	1.125
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total					4.50

Mittering 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1	1.125
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total					4.50

Mittering 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1.00	1.13
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total					4.50

Silinder elips	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	0.1875	0	0
tools	1	1	1.1875	1	1.1875
gauges	1	1	1.1875	1	1.1875
machines	1	1	1.1875	1	1.1875
in-process features	1	1	1.1875	1.00	1.19
			Process total		4.75

lekukan	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1.00	1.13
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

Mitering 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1.00	1.13
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

Mitering 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1.00	1.13

gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

9

Chain stay 2

18.25

Silinder elips	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	0.1875	0	0
tools	1	1	1.1875	1	1.1875
gauges	1	1	1.1875	1	1.1875
machines	1	1	1.1875	1	1.1875
in-process features	1	1	1.1875	1.00	1.19
			Process total		4.75

Lekukan	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1.00	1.13
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

Mittering 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1.00	1.13
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
			Process total		4.50

Mitering 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.125	1	1.125
tools	1	1	1.125	1.00	1.13
gauges	0	0	0.125	0	0
machines	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total					4.50

10

Top Bridge

13.33

Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	0	0	0	0.00	0
tools	1	1	1	1	1
gauges	1	1	1	1	1
machines	1	1	1	1	1
in-process features	1	1	1	1.00	1.00
Process total					4.00

Mitering 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					4.67

Mitering 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167

tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	6.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					4.67

11

Down bridge	Silinder							
			total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)	
		fixtures	0	0	0	0.00	0	
		tools	1	1	1	1.00	1	
		gauges	1	1	1	1.00	1	
		machines	1	1	1	1.00	1	
		in-process features	1	1	1	1.00	1.00	
Process total							4.00	

11.00

Mitering 1						
		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1.167	1.00	0
	tools	1	1	1.167	1.00	1.167
	gauges	0	0	0.167	0.00	0
	machines	1	1	1.167	1.00	1.167
	in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total						3.50

Mitering 2						
		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1.167	1.00	0
	tools	1	1	1.167	1.00	1.167
	gauges	0	0	0.167	0.00	0
	machines	1	1	1.167	1.00	1.167
	in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total						3.50

12

Track end kiri	Cetakan daraw 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1.167	1.00	0
	tools	1	1	1.167	1.00	1.167
	gauges	0	0	0.167	0.00	0
	machines	1	1	1.167	1.00	1.167
	in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
	Process total					3.50

12.83

Cetakan daraw 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					4.67

Trimming	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					4.67

13

Track end kanan	Cetakan daraw 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1.167	1.00	0
	tools	1	1	1.167	1.00	1.00

13.50

gauges	0	0	0.167	0.00	1
machines	1	1	1.167	1.00	1
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					4.17

Cetakan daraw 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					4.67

Trimming	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					4.67

1	Steerer tube fork	Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)	13.88
		fixtures	0	0	0.125	0.00	0	
		tools	1	1	1.125	1.00	1.00	
		gauges	1	1	1.125	1.00	1	
		machines	1	1	1.125	1.00	1	
		in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13	
		Process total					4.13	

Ulir luar		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	0	0	0.375	0	0
	tools	1	1	1.375	1.00	1.38
	gauges	1	1	1.375	1	1.375
	machines	1	1	1.375	1	1.375
	in-process features	1	1	1.375	1.00	1.38
Process total						5.50

2	Crown fork	Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)	4.25
		fixtures	0	0	0.25	0.00	0	
		tools	1	1	1.25	1.00	1.00	
		gauges	1	1	1.25	1.00	1	
		machines	1	1	1.25	1.00	1	
		in-process features	1	1	1.25	1.00	1.25	
Process total							4.25	

3	Right fork	Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)	14.63
		Fixtures	0	0	0.125	0	0	
		Tools	1	1	1.125	1	1.125	
		Gauges	1	1	1.125	1	1.125	
		Machine	1	1	1.125	1	1.125	
		in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13	
Process total							4.50	

Lengkung silinder 1		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	Fixtures	1	1	1.125	1	1.125
	Tools	1	1	1.125	1	1.125

Gauges	0	0	0.125	0	0
Machine	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total					3.38

Lengkung silinder 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
Fixtures	1	1	1.125	1	1.125
Tools	1	1	1.125	1	1.125
Gauges	0	0	0.125	0	0
Machine	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total					3.38

Mitering	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
Fixtures	1	1	1.125	1	1.125
Tools	1	1	1.125	1	1.125
Gauges	0	0	0.125	0	0
Machine	1	1	1.125	1	1.125
in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total					3.38

4

Left fork	Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	Fixtures	0	0	0.125	0	0
	Tools	1	1	1.125	1	1.125
	Gauges	1	1	1.125	1	1.125
	Machine	1	1	1.125	1	1.125
	in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total						4.50

14.63

Lengkung silinder 1		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	Fixtures	1	1	1.125	1	1.125
	Tools	1	1	1.125	1	1.125
	Gauges	0	0	0.125	0	0
	Machine	1	1	1.125	1	1.125
	in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total						3.38

Lengkung silinder 2		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	Fixtures	1	1	1.125	1	1.125
	Tools	1	1	1.125	1	1.125
	Gauges	0	0	0.125	0	0
	Machine	1	1	1.125	1	1.125
	in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total						3.38

Mitering		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	Fixtures	1	1	1.125	1	1.125
	Tools	1	1	1.125	1	1.125
	Gauges	0	0	0.125	0	0
	Machine	1	1	1.125	1	1.125
	in-process features	1	1	1.125	1.00	1.13
Process total						3.38

5	Left fork plate	Plat bulat	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)	6.00
		fixtures	1	1	1	1.00	0	
		tools	1	1	1	1.00	1	
		gauges	0	0	0	0.00	0	

machines	1	1	1	1.00	1
in-process features	1	1	1	1.00	1.00
Process total					3.00

Lubang		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	Fixtures	1	1	1	1	1
	Tools	1	1	1	1	1
	Gauges	0	0	0	0	0
	Machine	1	1	1	1	1
	in-process features	1	1	1	1.00	1.00
Process total					3.00	

6

Right fork plate	Plat bulat	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1	1.00	0
	tools	1	1	1	1.00	1
	gauges	0	0	0	0.00	0
	machines	1	1	1	1.00	1
	in-process features	1	1	1	1.00	1.00
Process total					3.00	

6.00

Lubang		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	Fixtures	1	1	1	1	1
	Tools	1	1	1	1	1
	Gauges	0	0	0	0	0
	Machine	1	1	1	1	1
	In proses features	1	1	1	1	1
Process total					3.00	

7

Fork end kiri

Cetakan draw	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1	1.167
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
			Process total		3.50

14.00

Cetakan draw	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
			Process total		3.50

Cetakan draw	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
			Process total		3.50

Coak	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0

machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					3.50

8

Fork end
kanan

Cetakan draw	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1	1.167
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					3.50

14.00

Cetakan draw	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					3.50

Cetakan draw	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					3.50

Coak		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1.167	1	1.167
	tools	1	1	1.167	1.00	1.17
	gauges	0	0	0.167	0	0
	machines	1	1	1.167	1	1.167
	in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total						3.50

1	Left handle bar	Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)	8.75
		Fixtures	0	0	0.25	0	0	
		Tools	1	1	1.25	1	1.25	
		Gauges	1	1	1.25	1	1.25	
		Machine	1	1	1.25	1	1.25	
		in-process features	1	1	1.25	1.00	1.25	
Process total							5.00	

Lengkung silinder		total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	1	1	1.25	1	1.25
	tools	1	1	1.25	1.00	1.25
	gauges	0	0	0.25	0	0
	machines	1	1	1.25	1	1.25
	in-process features	1	1	1.25	1.00	1.25
Process total						3.75

2	Right handle bar	Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)	8.75
		Fixtures	0	0	0.25	0	0	

Tools	1	1	1.25	1	1.25
Gauges	1	1	1.25	1	1.25
Machine	1	1	1.25	1	1.25
in-process features	1	1	1.25	1.00	1.25
Process total					5.00

Lengkung silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.25	1	1.25
tools	1	1	1.25	1.00	1.25
gauges	0	0	0.25	0	0
machines	1	1	1.25	1	1.25
in-process features	1	1	1.25	1.00	1.25
Process total					3.75

3

Top bridge handle bar	Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	0	0	0.083	0.00	0
	tools	1	1	1.083	1.00	1.00
	gauges	1	1	1.083	1.00	1
	machines	1	1	1.083	1.00	1
	in-process features	1	1	1.083	1.00	1.08
Process total						4.08

11.08

Mittering 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					3.50

Mitering 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					3.50

4

Down bridge handle bar	Silinder	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
	fixtures	0	0	0	0.00	0
	tools	1	1	1	1.00	1.00
	gauges	1	1	1	1.00	1
	machines	1	1	1	1.00	1
	in-process features	1	1	1	1.00	1.00
	Process total					4.00

11.00

Mitering 1	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167
tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					3.50

Mitering 2	total	distinct	Drx + c proses,x	Hx	Hx * (Drx +C proses,x)
fixtures	1	1	1.167	1	1.167

tools	1	1	1.167	1.00	1.17
gauges	0	0	0.167	0	0
machines	1	1	1.167	1	1.167
in-process features	1	1	1.167	1.00	1.17
Process total					3.50

5	Left handle bar plate	Plat bulat 1	total	distinct	$Drx + c_{proses,x}$	Hx	$Hx * (Drx + C_{proses,x})$	4.00			
			fixtures	1	1	1	1.00		0		
			tools	1	1	1	1.00		1.00		
			gauges	0	0	0	0.00		1		
			machines	1	1	1	1.00		1		
			in-process features	1	1	1	1.00		1.00		
			Process total							4.00	

6	Right handle bar plate	Plat bulat 2	total	distinct	$Drx + c_{proses,x}$	Hx	$Hx * (Drx + C_{proses,x})$	4.00			
			fixtures	1	1	1	1.00		0		
			tools	1	1	1	1.00		1.00		
			gauges	0	0	0	0.00		1		
			machines	1	1	1	1.00		1		
			in-process features	1	1	1	1.00		1.00		
			Process total							4.00	

\sum_{pcx} 404.85