



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENILAIAN KOMPLEKSITAS PRODUK PRESSED PART DAN
ANALISIS PENGARUH TERHADAP
KEMAMPUAN TEKNOLOGI**

TESIS

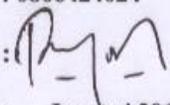
**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Magister Teknik**

**ROMIYADI
0806424024**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
DEPOK
JANUARI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : ROMIYADI
NPM : 0806424024
Tanda Tangan : 
Tanggal : Januari 2011

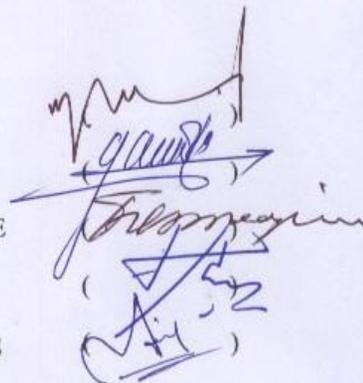
HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : ROMIYADI
NPM : 0806424024
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tesis : PENILAIAN KOMPLEKSITAS PRODUK PRESSED PART
DAN ANALISIS PENGARUH TERHADAP KEMAMPUAN
TEKNOLOGI

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Henky Suskito Nugroho, M.T
Pembimbing : Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng
Penguji : Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi, M.Si, S.E
Penguji : Ir. Hendri D.S. Budiono, M.Eng
Penguji : Dr. Ario Sunar Baskoro, S.T, M.T, M.Eng



Handwritten signatures of the examiners: Ir. Henky Suskito Nugroho, Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi, Ir. Hendri D.S. Budiono, and Dr. Ario Sunar Baskoro.

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : Januari 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunianya, sehingga dapat menyelesaikan Tesis ini dengan judul Penilaian Kompleksitas Produk Pressed Part Dan Analisis Pengaruh Terhadap Kemampuan Teknologi

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Henky Suskito Nugroho, MT dan Dr.Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis ini.
2. Pihak perusahaan yang terlibat dalam penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan
3. Istri dan anakku tercinta yang selama ini telah merelakan waktunya untuk mendampingi dan memberikan dukungan secara moril dan materil
4. Ayah dan ibu serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan semangat, moril dan materil.
5. Rekan-rekan di Program Pascasarjana Universitas Indonesia, khususnya angkatan 2008 Departemen Teknik Mesin.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Januari 2011

Penulis

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

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

Nama : Romiyadi

NPM : 0806424024

Program Studi : Perancangan dan Manufaktur Produk

Departemen : Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tesis

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

**PENILAIAN KOMPLEKSITAS PRODUK PRESSED PART DAN ANALISIS
PENGARUH TERHADAP KEMAMPUAN TEKNOLOGI**

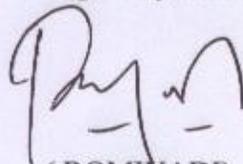
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia banyak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Januari 2011

Yang Menyatakan


(ROMIYADI)

ABSTRAK

Nama : Romiyadi
Program Study : Teknik Mesin
Judul : PENILAIAN KOMPLEKSITAS PRODUK PRESSED PART
DAN ANALISIS PENGARUH TERHADAP KEMAMPUAN
TEKNOLOGI

Indeks kompleksitas produk merupakan indikator dari suatu produk manufaktur yang menggambarkan produk didesain serta diproduksi dengan tingkat kerumitan atau kompleksitas tertentu. Pada penelitian ini dilakukan penilaian kompleksitas produk terhadap beberapa produk *pressed part* khususnya produk komponen otomotif. Penilaian dilakukan terhadap variabel kompleksitas produk *pressed part* berdasarkan aspek *feature* dan spesifikasi produk yaitu *material, shape, geometri, tolerance, general surface finish* dan *hardness*. Metode yang digunakan adalah metode yang diperkenalkan oleh ElMaraghy dan Urbanic dimana penilaian dilakukan berdasarkan atas jumlah informasi, variasi informasi dan isi informasi suatu produk. Selanjutnya, dilakukan analisis pengaruh variabel kompleksitas produk *pressed part* terhadap variabel kemampuan teknologi yaitu *technoware, humanware, infoware* dan *orgaware*. Metode yang digunakan adalah analisa regresi linear berganda. Hasil penilaian kompleksitas produk menunjukkan bahwa produk *Bracket, FRT Fog Lamp A LH* mempunyai indeks kompleksitas produk sebesar 6,18. Produk *Bracket, FRT Fog Lamp B LH* mempunyai indeks kompleksitas produk sebesar 6,13. Produk *Bracket, FRT Bumper C LH* mempunyai indeks kompleksitas produk sebesar 4,78. Dan produk *Bracket Air Box RH* mempunyai indeks kompleksitas produk sebesar 7,06. Sedangkan hasil analisis regresi linear berganda menunjukkan bahwa *technoware* dipengaruhi oleh *material, shape* dan *geometry*. *Humanware* dipengaruhi oleh *material, shape* dan *tolerance*. *Infoware* dan *orgaware* dipengaruhi oleh *shape*.

Kata kunci :

Kompleksitas Produk, Kemampuan Teknologi, Metode Regresi Linear Berganda.

ABSTRACT

Name : Romiyadi
Department : Mechanical Engineering
Title : ASSESSMENT OF PRESSED PART PRODUCT COMPLEXITY
AND ANALYSIS OF PRODUCT COMPLEXITY INFLUENCE
TO TECHNOLOGICAL CAPABILITY

Product complexity index is an indicator of a manufacturing product that describes the products are designed and manufactured with a level of complexity. In this research, assessment of product complexity was conducted on pressed part products, particularly on automotive component products. Assessment conducted on the variable of pressed part product complexity based on features of the products and specifications of materials, shapes, geometry, tolerance, general surface finish and hardness. The method in this project was introduced by ElMaraghy and Urbanic, where the assessment is based on absolute quantity information, diversity of information, and content of product information. Furthermore, the influence of pressed part product complexity variables was analyzed again technological capability variables such as, technoware, humanware, infoware, and orgaware. The method for research analysis was multiple linear regression analysis. The results of product complexity assessment indicated that the product of Bracket, FRT Fog Lamp A LH had a product complexity index of 6.18. Product of Bracket, FRT Fog Lamp B FRT LH had a product complexity index of 6.13. Product of Bracket, Bumper C LH had a complexity index of 4.78 products. And product of Air Box Bracket RH had product complexity index of 7.06. The results of multiple linear regression analysis showed that technoware influenced by the material, shape and geometry. Humanware influenced by the material, shape and tolerance. Infoware and orgaware influenced by the shape.

Keywords:

Product Complexity, Technology Capability, Multiple Linear Regression Method.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kompleksitas Sistem Manufaktur	6
2.1.1 Model Kompleksitas Manufaktur	7
2.1.2 Kompleksitas Produk	8
2.1.3 Pengukuran Indeks Kompleksitas Produk	9
2.1 Kemampuan (Capability) Industri	11
2.2.1 Technoware, Humanware, Infoware and Orgaware THIO) Framework	13
2.2.2 Keterkaitan Antar Komponen THIO	15
2.2.3 Strategi dan Kapabilitas Manufakturing Kelas Dunia	16
2.2 Produk-Produk Pressed Part / Sheet Metal	17
2.3.1 Pemakaian Produk Pressed Part	17
2.3.2 Kualitas Produk Pressed Part	21
2.3.3 Material Produk Pressed Part	23
2.3.4 Sifat-sifat Material Pressed Part	23
2.3.5 Jenis-Jenis Sheet Metal	26

BAB III	METODE PENELITIAN	28
3.1	Perumusan Masalah	28
3.2	Identifikasi Variabel Kompleksitas Produk Pressed Part	29
3.3	Pembuatan Tabel Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk Pressed Part	30
3.4	Pengukuran Indeks Kompleksitas Produk Pressed Part	31
3.5	Identifikasi Variabel Kemampuan Teknologi	31
3.6	Korelasi Variabel Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Variabel Kemampuan Teknologi	32
3.6.1	Populasi dan Sampel Penelitian	32
3.6.2	Variabel Penelitian	33
3.6.3	Penyusunan Kuesioner	34
3.6.4	Skala Pengukuran	34
3.7	Analisis Pengaruh Variabel Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Variabel Kemampuan Teknologi	35
3.7.1	Analisis Regresi Linear Berganda	35
3.7.2	Uji F	36
3.7.3	Uji t	36
3.7.4	Uji Koefisien Determinasi Ganda	37
3.7.5	Uji Multikolinieritas	37
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1	Nilai Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk Pressed Part	38
4.2	Pengukuran Indeks Kompleksitas Produk Pressed Part	42
4.3	Analisis Pengaruh Kompleksitas terhadap Kemampuan Teknologi	47
4.3.1	Analisis Regresi Linear	47
4.3.2	Pembahasan	51
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	59
	DAFTAR PUSTAKA	60
	LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

	Hal	
Gambar 2.1	Bagan Aliran Kompleksitas Manufaktur	7
Gambar 2.2	Elemen Dasar Kompleksitas Manufaktur	8
Gambar 2.3	Elemen Kompleksitas Produk	9
Gambar 2.4	<i>Process Capability Index</i>	12
Gambar 2.5	Contoh USL/UCL dan LSL/LCL	12
Gambar 2.6	Deskripsi dari Komponen Sistem THIO	16
Gambar 2.7	Contoh Aplikasi THIO Dalam Produksi Dan Jasa	16
Gambar 2.8	Beberapa Produk <i>Pressed Part</i> Setengah Jadi	18
Gambar 2.9	Beberapa Produk <i>Pressed Part</i> Untuk Komponen Otomotif	19
Gambar 2.10	Beberapa Produk <i>Pressed Part</i> Untuk Kehidupan Sehari-hari	20
Gambar 2.11	Standar Toleransi Produk <i>Pressed Part</i> Honda Motor	22
Gambar 2.12	<i>Erichson Test</i>	24
Gambar 2.13	<i>Conical Cup</i>	25
Gambar 2.14	<i>Material Directivity</i>	26
Gambar 2.15	<i>Sheet Metal</i> SPCC Dalam Bentuk Gulungan	27
Gambar 3.1	Diagram Alir Metode Penelitian	28
Gambar 3.2	Variabel Kompleksitas Produk <i>Pressed Part</i>	30
Gambar 4.1	<i>Bracket, FRT Fog Lamp A LH</i>	42
Gambar 4.2	<i>Bracket, FRT Fog Lamp B LH</i>	43
Gambar 4.3	<i>Bracket, FRT Bumper C LH</i>	43
Gambar 4.4	<i>Bracket Air Box RH</i>	43
Gambar 4.5	Skala Nilai Kemampuan Teknologi	54

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 4.1	Nilai Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk <i>Pressed</i> <i>Part</i> Variabel <i>Material</i>	39
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk <i>Pressed</i> <i>Part</i> Variabel <i>Shape</i>	44
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk <i>Pressed</i> <i>Part</i> Variabel <i>Geometry</i>	44
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk <i>Pressed</i> <i>Part</i> Variabel <i>Tolerance</i>	44
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk <i>Pressed</i> <i>Part</i> Variabel <i>General Surface Finish</i>	44
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk <i>Pressed</i> <i>Part</i> Variabel <i>Hardness</i>	44
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk <i>Pressed</i> <i>Part</i> Variabel <i>Material</i>	44
Tabel 4.8	Nilai Tingkat Kompleksitas Variabel Kompleksitas Produk <i>Pressed Part</i>	55
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Nilai Kemampuan Teknologi	55

DAFTAR NOTASI



N	:	Jumlah Total Informasi
n	:	Jumlah Total Informasi Yang Dianggap Unik
$H_{product}$:	Faktor Kompresi/Entropy Informasi
$DR_{product}$:	Rasio Variasi Informasi
$C_{j,product}$:	Koefisien Kompleksitas Relatif
$CI_{product}$:	Indeks Kompleksitas Produk
cf	:	Koefisien kompleksitas feature relatif
x_f	:	Persentase bentuk kesekian x^{th} yang tidak sama
F_N	:	Jumlah <i>feature</i>
F_{CF}	:	Faktor kompleksitas <i>feature</i>
S_N	:	Jumlah aspek yang mempengaruhi spesifikasi
S_{CF}	:	Faktor kompleksitas spesifikasi
J	:	Jumlah aspek yang mempengaruhi <i>feature</i>
$factor_level_j$:	Faktor untuk kategori ke j yang sekian (j^{th})
K	:	Jumlah aspek yang mempengaruhi spesifikasi
$factor_level_k$:	Faktor untuk kategori ke k yang sekian (k^{th})

DAFTAR LAMPIRAN

		Hal
Lampiran 1	Kuesioner Penelitian	62
Lampiran 2	Tabel Hasil Observasi Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk Preesed Part	79
Lampiran 3	Tabel Hasil Kuesioner Penilaian Tingkat Kompleksitas Produk	83
Lampiran 4	Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk	84
Lampiran 5	MMC Standart	99
Lampiran 6	Data Hasil Kuesioner Pengaruh Kompleksitas Produk Terhadap Kemampuan Teknologi	104
Lampiran 7	Data Tabulasi Variabel X dan Y Untuk Analisis Regresi Linear	107

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dan kemajuan dunia industri manufaktur akan terus berjalan seiring dengan perubahan dan kemajuan teknologi. Industri manufaktur merupakan suatu industri yang mengolah bahan mentah menjadi produk setengah jadi maupun produk jadi. Untuk menghasilkan suatu produk, memerlukan beberapa proses antara lain desain produk, pemilihan material, proses manufaktur, distribusi material dan bahan baku dan lain-lain. Dan semua itu merupakan elemen-elemen dari suatu sistem manufaktur.

Suatu produk yang dihasilkan dari suatu sistem manufaktur, mempunyai suatu indeks kompleksitas yang menggambarkan bahwa produk tersebut dibuat dengan kompleksitas atau kerumitan tertentu. ElMaraghy dan Urbanic[1][2] mengemukakan bahwa kompleksitas produk merupakan fungsi dari *material*, desain *features (shape, geometry, tolerances)*, spesifikasi khusus dari setiap komponen suatu produk. Untuk mengukur nilai indeks kompleksitas produk berdasarkan jumlah absolut dari informasi, variasi dari informasi, dan isi dari informasi tentang produk tersebut[1].

Kapabilitas sering diasumsikan sebagai kemampuan suatu sistem/produk. Dalam ruang lingkup sistem manufaktur, kapabilitas diartikan sebagai kemampuan sistem untuk mengeksekusi kegiatan/aksi yang spesifik. Terdapat berbagai pendekatan dalam mengakuisisi kemampuan (*capability*). Salah satu pendekatan tersebut adalah THIO.

THIO merupakan suatu pendekatan *framework* teknologi yang berdasarkan pada empat obyek utama dan relasi antar keempat obyek tersebut. Keempat obyek tersebut adalah fasilitas rekayasa yang disebut *Technoware*, kemampuan manusia yang disebut *Humanware*, informasi yang disebut *Infoware* dan Organisasi yang disebut *Orgaware*.

Saat ini komponen produk otomotif mempunyai jumlah yang sangat besar serta ragam produknya sangat tinggi. Semakin meningkat fungsi-fungsi kompleksitas produk, semakin kompleks proses desain dan produksinya, serta semakin sulit untuk dibuat mengakibatkan semakin besar kontribusi peran komponen teknologi untuk menghasilkan produk tersebut.

Dari uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berhubungan dengan korelasi antara kompleksitas produk dengan kompleksitas sistem manufaktur dengan judul **“Penilaian Kompleksitas Produk *Pressed part* dan Analisa Pengaruh Terhadap Kemampuan Teknologi”**

1.2 Perumusan Masalah

Pada umumnya suatu produk dihasilkan dari proses manufaktur dengan kompleksitas tertentu. Kompleksitas produk merupakan fungsi dari material, desain, spesifikasi dan komponen dari suatu produk[1][2]. Produk yang dihasilkan tidak terlepas dari peranan teknologi yang merupakan kombinasi dari 4 komponen dasar yaitu *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *orgaware* yang saling berinteraksi secara dinamik dalam suatu proses transformasi. Teknologi digunakan untuk mengubah input menjadi output.

Kegiatan proses manufaktur akan berjalan dengan lancar dengan adanya perananan dari teknologi. Dengan demikian, kompleksitas produk akan mempengaruhi kemampuan teknologi. Untuk mengetahui pengaruh tersebut, harus dilakukan korelasi antara variabel dari kompleksitas produk terhadap variabel kemampuan teknologi, sehingga nantinya terlihat seberapa besar pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan teknologi. Dan pada akhirnya akan dihasilkan suatu model persamaan pengukuran kompleksitas sistem berdasarkan kompleksitas produk.

Dari uraian diatas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar nilai indeks kompleksitas suatu produk dan bagaimana melakukan penilaian kompleksitas produk.
2. Faktor-faktor atau variabel-variabel apa saja yang mempengaruhi kompleksitas produk.
3. Bagaimana pengaruh variabel-variabel kompleksitas produk terhadap variabel-variabel kemampuan teknologi sehingga akan menghasilkan persamaan indeks kemampuan teknologi berdasarkan kompleksitas produk.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari identifikasi dan perumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat nilai pembobotan tingkat kompleksitas produk *pressed part* untuk komponen otomotif.
2. Melakukan penilaian kompleksitas produk terhadap beberapa produk *pressed part* untuk menghitung indeks kompleksitas produk
3. Melakukan analisis pengaruh variabel-variabel kompleksitas produk *pressed part* tersebut terhadap 4 komponen utama kemampuan teknologi
4. Menghasilkan suatu model persamaan yang mengkorelasikan indikator/fungsi kompleksitas produk terhadap kemampuan teknologi

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun diadakannya penelitian ini, diharapkan dapat memeberikan manfaat adalah sebagai berikut :

1. Bagi Penulis
 - a. Penelitian ini akan memeberikan wawasan serta pengetahuan tentang pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan tekologi.
 - b. Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Magister Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia

2. Bagi Perusahaan / Industri

Sebagai bahan masukan maupun rekomendasi terhadap perusahaan khususnya perusahaan yang mengelola industri manufaktur/komponen otomotif dalam menjalankan aktifitas perusahaan terutama dalam mengukur dan mempertimbangkan seberapa besar kompleksitas produk yang akan diproduksi dan bagaimana pengaruhnya terhadap kemampuan teknologi.

3. Bagi Akademisi dan pihak lain

Sebagai rujukan dari akademisi maupun pihak lain terutama para peneliti untuk melanjutkan penelitian yang berhubungan dengan kompleksitas produk terutama produk *pressed part* dan pengaruh terhadap kemampuan industri atau topik lain yang mempunyai keterkaitan dengan topik pada penelitian ini.

1.5 Batasan Masalah

Dari deskripsi perumusan masalah di atas tergambar bahwa kompleksitas produk dan kemampuan teknologi ternyata berkorelasi dengan banyak faktor. Karena itu, untuk memperjelas masalah yang dijadikan obyek penelitian, perlu ditetapkan suatu batasan masalah.

Menyadari adanya keterbatasan kemampuan, dan berdasarkan asumsi terhadap fenomena yang dijadikan obyek penelitian, maka pembatasan masalah ditetapkan hanya pada pembahasan kompleksitas produk yang dipengaruhi oleh faktor-faktor yang diakibatkan oleh feature dan spesifikasi yaitu *material, shape, geometry, tolerance, general surface finish* dan *hardness*. Penilaian kompleksitas produk hanya dilakukan pada produk dan tidak dilakukan penilaian terhadap *dies* dan kompleksitas *assembly*. Untuk kemampuan teknologi difokuskan kepada empat komponen kemampuan teknologi yaitu *technoware, humanware, infoware* dan *orgaware*. Sedangkan untuk objek yang akan diteliti di fokuskan pada produk *pressed part* untuk komponen otomotif.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tesis ini, penulis menjabarkan dalam beberapa bab yang disesuaikan pada tata cara sistematika penulisan yang baku, diantaranya adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis menjelaskan mengenai latar belakang penulisan tesis, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, hasil yang diharapkan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang penjelasan kompleksitas sistem manufaktur, Model kompleksitas manufaktur, kompleksitas produk, pengukuran indeks kompleksitas produk, kemampuan industri, THIO, produk-produk *pressed part* / *sheet metal*, pemakaian produk *pressed part*, kualitas produk *pressed part*, material produk *pressed part*, sifat-sifat material *pressed part*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan metodologi atau tahapan yang digunakan dalam penelitian ini dengan sedikit penjelasan mengenai langkah kerja masing-masing tahapan serta penjelasan-penjelasan yang berhubungan dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang hasil penelitian mengenai penilaian kompleksitas produk *pressed part* yang meliputi pembobotan kompleksitas produk *pressed part* yang dihasilkan, indeks kompleksitas produk dari produk-produk *pressed part* yang dinilai dan bagaimana pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan teknologi serta formula atau persamaan kemampuan teknologi berdasarkan kompleksitas produk yang dihasilkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan hasil kesimpulan dari seluruh rangkaian proses penelitian yang dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian berikutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kompleksitas Sistem Manufaktur

Sistem manufaktur telah berevolusi dari waktu ke waktu dalam respon terhadap perubahan permintaan pasar, penekanan pada tujuan dan nilai (misalnya biaya, mutu, agilitas) dan kemajuan teknologi dalam produk, proses dan sistem. Hal ini melahirkan berbagai jenis sistem manufaktur dari industri untuk pekerjaan massal produksi manufaktur yang fleksibel dan berpotensi pada rekonfigurasi sistem manufaktur.

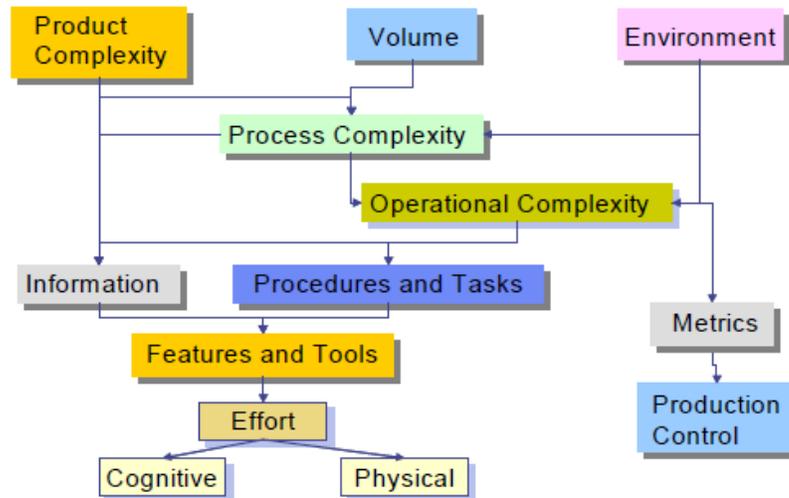
Kompleksitas sulit untuk didefinisikan. Simon (1962)[3][7] mendefinisikan kompleksitas dengan mengatakan bahwa sistem yang kompleks memiliki jumlah elemen yang banyak dimana masing-masing elemen memiliki hubungan tidak "sederhana".

Sistem manufaktur memiliki sejumlah elemen dan terjadi keterkaitan/hubungan diantara elemen tersebut dimana hubungan tersebut bukan hubungan yang sederhana. Sebagai contoh, ketika melihat satu departemen relatif terhadap beban kerja (antrian pekerjaan), hal itu mungkin tampak sederhana. Namun, karena departemen tersebut berada dalam suatu sistem manufaktur yang saling terkait dan mempunyai kemungkinan rute pekerjaan yang berbeda-beda, sehingga secara keseluruhan sistem manufaktur menjadi sangat kompleks.

Sistem manufaktur yang kompleks karena terdapat sejumlah elemen dan subsistem dari sistem manufaktur dan adanya interaksi masing-masing elemen. selain itu, para peneliti menyepakati bahwa kompleksitas sistem manufaktur sangat terkait dengan variasi informasi yang akan diproses. Hal ini timbul disebabkan oleh berbagai ketidakpastian yang tampak akibat keragaman dan kurangnya informasi. Adanya variabilitas[6] yaitu perilaku elemen dari suatu sistem sehingga menimbulkan ketidakpastian informasi sebuah sistem manufaktur, sangat mempengaruhi tingkat kompleksitas sistem.

2.1.1 Model Kompleksitas Manufaktur

Dalam industri manufaktur, terdapat tiga jenis kompleksitas[1][2] yang harus diperhatikan dalam lingkungan manufaktur yaitu kompleksitas produk, kompleksitas proses dan kompleksitas operasional, dan masing-masing kompleksitas saling mendukung satu sama lainnya seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.3

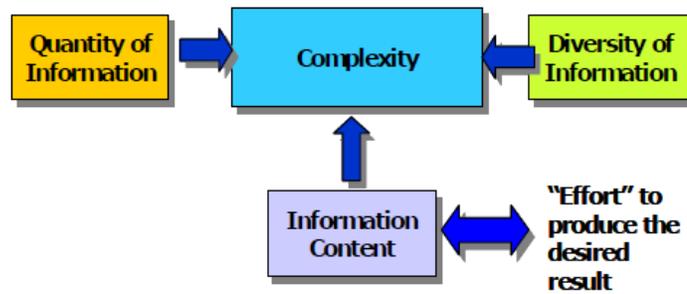


Gambar. 2.1 Bagan Aliran Kompleksitas Manufaktur

(Sumber : ElMaraghy, Urbanic., 2003)

Kompleksitas produk merupakan fungsi dari material, desain, spesifikasi dan komponen dari suatu produk[1][2]. Kompleksitas proses adalah fungsi dari produk, jumlah yang dibutuhkan, dan lingkungan kerja[1][2]. Kompleksitas operasional adalah fungsi dari produk, proses dan produksi logistik[1][2].

Elemen dasar dari kompleksitas terdiri dari tiga faktor utama yaitu jumlah informasi, keragaman informasi dan konten informasi, seperti yang digambarkan dalam gambar 2.4[1]. Kompleksitas terkait dengan pemahaman dan pengelolaan volume atau kuantitas informasi, dan keragaman informasi.



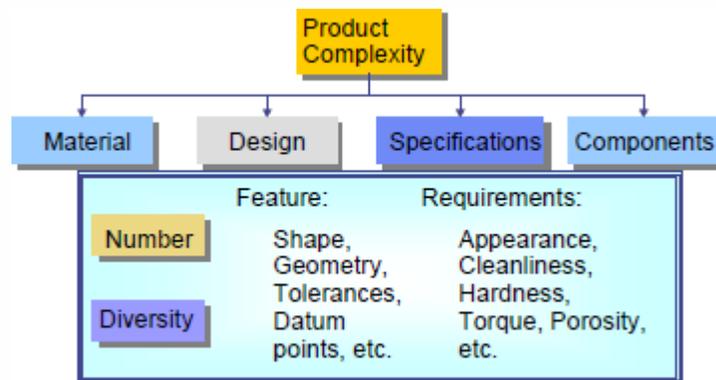
Gambar. 2.2 Elemen Dasar Kompleksitas Manufaktur

(Sumber : ElMaraghy, Urbanic., 2003)

2.1.2 Kompleksitas Produk

Kompleksitas produk memiliki pengaruh langsung terhadap kompleksitas proses, tetapi dibutuhkan pemahaman sifat kompleksitas untuk dapat menentukan karakteristik, yang efektif dan ukuran yang relatif. Kompleksitas semakin meningkat dengan meningkatnya jumlah dan keanekaragaman fitur yang akan diproduksi, dikumpulkan dan diuji dan semakin meningkatnya jumlah, jenis, dan tugas dan upaya untuk menghasilkan fitur.

Kompleksitas produk diwakili oleh indeks kompleksitas produk ($CI_{product}$) dan merupakan fungsi informasi / entropy produk, ($H_{product}$), rasio keragaman produk ($DR_{product}$) dan koefisien relatif kompleksitas produk ($C_{j, produk}$). Nilai dari koefisien kompleksitas produk yang relatif berdasarkan pada prinsip-prinsip umum manufaktur dan bergantung pada jenis proses atau volume. Nilainya semakin meningkat dengan upaya yang diperlukan untuk menghasilkan komponen akhir dari produk. Faktor-faktor yang terkait dengan analisis kompleksitas, seperti bahan, toleransi, topologi, harus didefinisikan. Contoh kompleksitas produk diilustrasikan dalam Gambar 2.5



Gambar. 2.3 Elemen Kompleksitas Produk

(Sumber : ElMaraghy, Urbanic., 2003)

2.1.3 Pengukuran Indeks Kompleksitas Produk

Indeks kompleksitas produk ($CI_{product}$) [1] dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini

$$CI_{product} = (D_{R_{product}} + c_{j,product}) * H_{product} \quad (2.2)$$

Dimana,

$CI_{product}$ = Indeks kompleksitas produk

$D_{R_{product}}$ = Rasio variasi informasi

$c_{j,product}$ = Koefisien kompleksitas relatif

$H_{product}$ = Faktor kompresi / entropi dari informasi

Rasio variasi informasi ($D_{R_{product}}$), Koefisien kompleksitas relatif ($c_{j,product}$), Entropi dari informasi ($H_{product}$), masing-masing didefinisikan sebagai :

$$D_{R_{product}} = \frac{n}{N} \quad (2.3)$$

dimana :

n = Jumlah informasi yang dipandang unik

N = Total jumlah informasi

$$H = \log_2(N+1) \quad (2.4)$$

dimana :

N = Total jumlah informasi

$$C_{j,product} = \sum_{f=1}^F x_f * C_{f,feature} \quad (2.5)$$

dimana :

C_f = Koefisien kompleksitas *feature* relatif

x_f = Persentase bentuk kesekian x^{th} yang tidak sama

Koefisien kompleksitas relatif adalah rata-rata yang terkait dengan kompleksitas relatif dari berbagai aspek spesifikasi dan fitur yang diberikan, dan diwakili oleh:

$$C_{f,feature} = \frac{F_N * F_{CF} + S_N * S_{CF}}{F_N + S_N} \quad (2.6)$$

dimana :

F_N = Jumlah *feature*

F_{CF} = Faktor kompleksitas *feature*

S_N = Jumlah aspek yang mempengaruhi spesifikasi

S_{CF} = Faktor kompleksitas spesifikasi

$$F_{CF} = \frac{\sum_{j=1}^J factor_level_j}{J} \quad (2.7)$$

dimana :

J = Jumlah aspek yang mempengaruhi *feature*

$factor_level_j$ = Faktor untuk kategori ke j yang sekian (j^{th})

$$S_{CF} = \frac{\sum_{k=1}^K factor_level_k}{K} \quad (2.8)$$

dimana :

K = Jumlah aspek yang mempengaruhi spesifikasi

$factor_level_k$ = Faktor untuk kategori ke k yang sekian (k^{th})

Metodologi untuk menghasilkan indeks kompleksitas produk ($CI_{product}$)^[1] dikembangkan di bawah ini yaitu :

1. Menentukan sistem peringkat multi-tingkat untuk menilai bobot dari komponen kompleksitas suatu produk
2. Menentukan total jumlah (N) dari seluruh informasi yang berhubungan dengan fitur secara individu, komponen, sub-komponen, dan lain-lain kemudian hitung entropy informasi
3. Menentukan jumlah informasi yang dianggap unik (n) dari setiap variasi *feature* dari langkah 2, kemudian hitung rasio variasi produk ($D_{Rproduct}$)
4. Menetapkan jumlah dan jenis aspek yang mempengaruhi *feature* (j) dan spesifikasi (k), yang diasosiasikan dengan proses manufaktur
5. Membuat matrik $F \times j$ untuk *feature* dan $F \times k$ untuk spesifikasi lalu nilai tingkat kompleksitasnya pada setiap bagian
6. Hitung koefisien kompleksitas produk, $C_{j, produk}$
7. Hitung CI_{produk} .

2.2 Kemampuan (*Capability*) Industri

Kapabilitas sering diasumsikan sebagai kemampuan suatu sistem/produk. Dalam ruang lingkup sistem manufaktur, kapabilitas diartikan sebagai kemampuan sistem untuk mengeksekusi kegiatan/aksi yang spesifik. Terdapat berbagai pendekatan dalam mengakuisisi kemampuan (*Capability*), beberapa yang paling dikenal adalah melalui pendekatan proses (*process capability*) dan melalui pendekatan model pengembangan berdasarkan data real (*capability maturity model*).

Process Capability diilustrasikan dengan histogram, diidentifikasi dengan *process capability index* (C_p), dan mencakup dua faktor utama, yakni:

1. Penentuan variabel *output* dari proses,
2. Perbandingan variabel tersebut dengan spesifikasi tertentu dan toleransi.

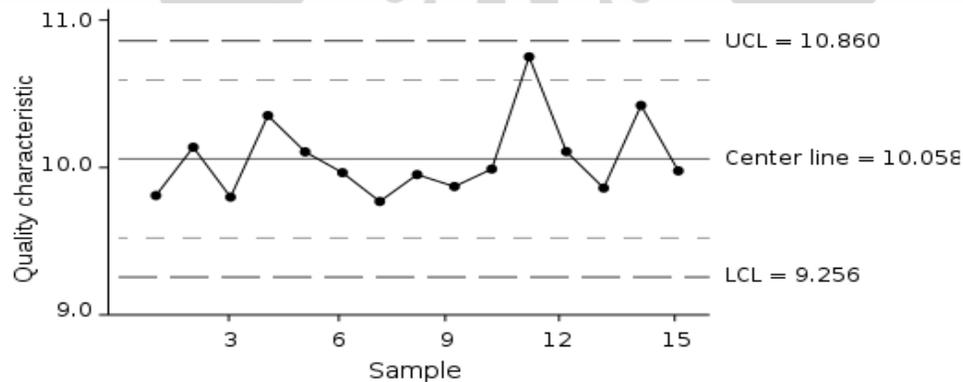
Situation	Recommended minimum process capability for two-sided specifications
Existing process	1.33
New process	1.50
Safety or critical parameter for existing process	1.50
Safety or critical parameter for new process	1.67
Six Sigma quality process	2.00

Gambar 2.4. Process Capability Index

(Sumber : Nawaz Sharif, 2009)

Dimana Cp didapatkan dengan rumus :

$$\hat{C}_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}} \quad (2.9)$$



Gambar 2.5 Contoh USL/UCL dan LSL/LCL

(Sumber : Nawaz Sharif, 2009)

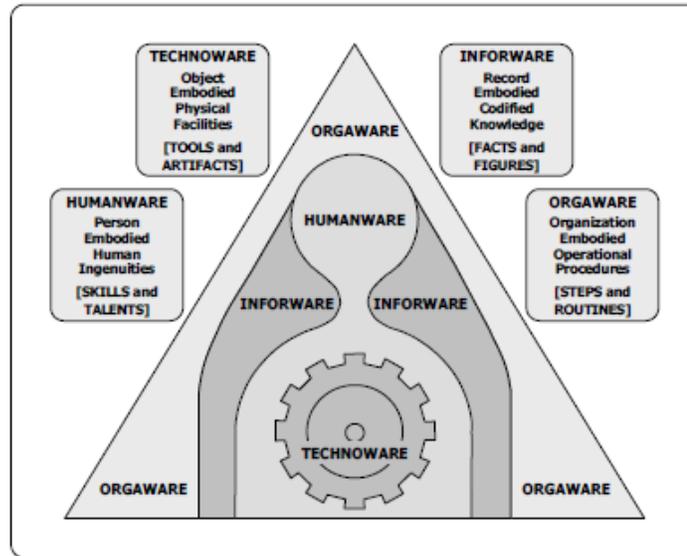
Capability Maturity Model (CMM) diidentifikasi dengan:

1. *Goals*
2. *Commitment*
3. *Ability*
4. *Measurement*
5. *Verification*, diisi dengan data di lapangan (real data) melalui *checklist*.

2.2.1 Technoware, Humanware, Infoware and Orgaware (THIO) Framework

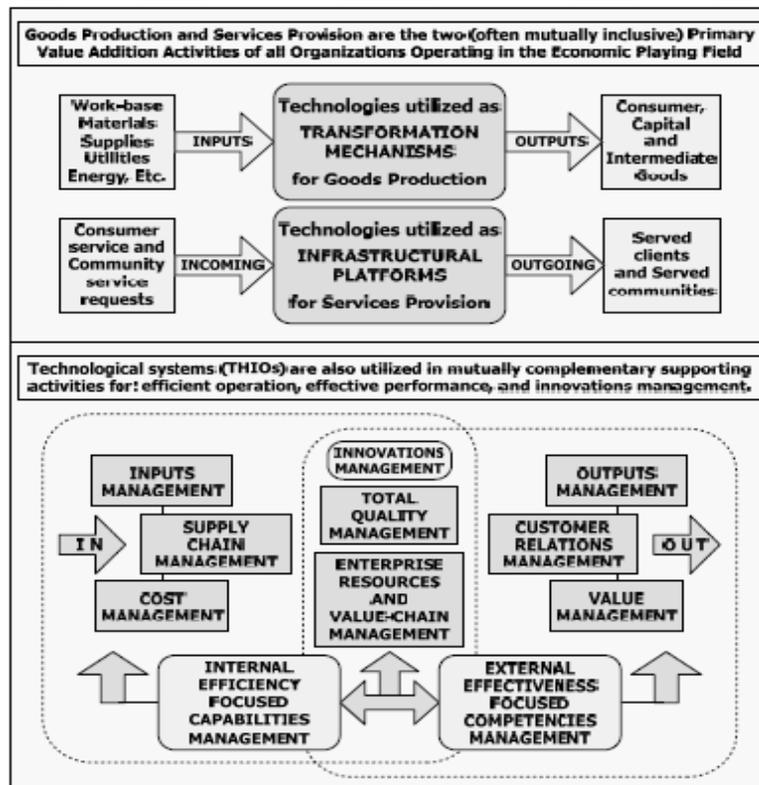
Menurut *Nawaz Sharif*^[12], THIO merupakan suatu framework teknologi yang berdasarkan pada empat obyek utama dan relasi antar keempat obyek tersebut, yaitu :

1. *Technology Ware* merupakan sumberdaya utama dari keseluruhan kerja dari organisasi, berkaitan dengan komponen fisik dari teknologi tersebut, bagaimana satu kerja dilakukan untuk menghasilkan *output* tertentu, disebut juga dengan peralatan (*tools*).
2. *Human Ware* merupakan inti dari yang memperbantukan peralatan-peralatan kerja, sebagai brain dari alat-alat kerja tersebut, memutuskan apa yang dikerjakan dengan apa dikerjakan, disebut juga dengan bakat (*talents*).
3. *Information Ware* merupakan sumber informasi kreatif berkaitan dengan kerja, pengalaman kerja berbentuk dokumen yang berisi tentang teknologi, data, relasi data, disebut juga dengan keterjadian (*facts*).
4. *Organization Ware* merupakan koordinasi atau relasi dari semua tingkatan kerja, berbicara mengenai skematisasi dari kerja, langkah-langkah kerja yang harus dilakukan untuk menyelesaikan satu produk atau komponen, disebut juga dengan langkah kerja (*steps*).



Gambar. 2.6 Deskripsi dari Komponen Sistem THIO

(Sumber : Nawaz Sharif, 2009)



Gambar 2.7 Contoh aplikasi THIO Dalam Produksi Dan Jasa (Sharif, 2009)

(Sumber : Nawaz Sharif, 2009)

2.2.2 Keterkaitan Antar Komponen THIO

Diperlukan suatu kondisi minimum tertentu agar pemanfaatan dari keempat komponen teknologi berjalan secara efektif pada fasilitas transformasi. Sebagai contoh *technoware* memerlukan operator dengan kemampuan tertentu. *Humanware* harus diperbaiki dan ditingkatkan sesuai perkembangan *technoware*, *inforware* yang merupakan akumulasi dari pengetahuan harus selalu ditingkatkan. Sementara dalam menghadapi perubahan lingkungan diluar aktivitas transformasi maka keterlibatan *orgaware* diperlukan.

Dengan demikian, keempat komponen teknologi tersebut saling melengkapi dan diperlukan secara simultan pada setiap fasilitas transformasi. Komponen- komponen teknologi juga berinteraksi dalam bentuk yang kompleks sehingga perlu dimengerti bagaimana interaksi yang terjadi.

Technoware merupakan inti dari setiap sistem transformasi. *Technoware* tidak akan berguna tanpa kehadiran *humanware* karena komponen ini dikembangkan, dipasang, dioperasikan dan diperbaiki oleh *humanware* menggunakan *inforware* yang diakumulasikan setiap waktu.

Humanware memegang peranan kunci dalam menjalankan operasi transformasi. Keberadaan *humanware* mendorong *technoware* menjadi lebih produktif. Meskipun demikian, ketersediaan *inforware* dan karakteristik *orgaware* mempengaruhi tingkat aktivitas yang dapat dilakukan dalam proses transformasi. *Humanware* turut berperan dalam menghasilkan *inforware* yang lebih baik guna memperbaiki utilisasi *technoware*.

Inforware menunjukkan akumulasi pengetahuan manusia. *Inforware* yang ada perlu selalu diperbaharui, karena cepatnya perkembangan pengetahuan. Jika hal ini tidak dilakukan, maka pemilihan dan penggunaan *technoware* secara tepat mustahil dilakukan. Oleh karena itu salah satu tugas utama dari sebuah organisasi adalah menjamin penggantian, pemanfaatan dan pembaharuan dari tipe *inforware* yang sesuai.

Orgaware mengkoordinasikan *infoware*, *humanware* dan *technoware* dalam transformasi untuk mengefektifkan hasil. Jika efektifitas *orgaware* meningkat, maka produktivitas dari komponen lainnya cenderung meningkat. Secara umum, *orgaware* harus terlibat sepanjang waktu untuk mengimbangi dinamika dari 3 komponen teknologi yang lain dan mengimbangi iklim sosio-ekonomi ditempat beroperasinya transformasi. Hubungan yang terbentuk diantara komponen- komponen teknologi memiliki dampak terhadap pemilihan teknologi yang digunakan pada fasilitas transformasi

2.2.3 Strategi dan Kapabilitas Manufaktur Kelas Dunia

Menurut Mabert and Jacobs (1991)[4] dalam lingkungan yang dinamik, industri manufaktur kelas dunia memiliki empat tujuan utama, yaitu:

1. Memproduksi produk-produk berkualitas tinggi
2. Mempertahankan penyerahan produk tepat waktu
3. Meningkatkan produktivitas agar menjadi kompetitif dalam harga produk
4. Memberikan suatu struktur manufaktur yang fleksibel.

Sistem manufaktur yang efektif dan efisien membutuhkan integrasi dari banyak subsistem yang mempengaruhi dan mengendalikan proses manufaktur, guna memberikan kemampuan perusahaan untuk mencapai empat tujuan di atas. Berdasarkan kenyataan di atas, maka perusahaan-perusahaan manufaktur yang akan mendominasi pasar di abad ke-21 adalah perusahaan yang memiliki dedikasi total kepada pelanggan untuk memenuhi kebutuhan dan ekspektasi mereka.

Schonberger and Knod (1994)[4] menyatakan bahwa perusahaan-perusahaan industri harus memiliki enam persyaratan agar mampu memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan, yaitu:

1. Menghasilkan produk berkualitas tinggi
2. Memiliki derajat fleksibilitas yang tinggi dalam hal perubahan volume dan spesifikasi produk
3. Memberikan tingkat pelayanan yang tinggi
4. Efisien dalam biaya produksi

5. Memiliki waktu tunggu yang pendek untuk memperoleh inovasi baru dan lebih baik dalam hal proses produksi dan memasuki pasar
6. Memiliki sedikit atau tanpa variabilitas dalam hal penyimpangan terhadap target.

Telah menjadi jelas bahwa kunci untuk memperoleh profitabilitas dan daya tahan dari industri manufaktur dalam pasar global yang hiperkompetitif, adalah kemampuan dari manajemen sistem manufaktur untuk menggunakan semua sumber daya yang tersedia guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari sistem manufaktur itu, serta kemampuan mengintegrasikan teknologi yang tepat agar mencapai penggunaan modal dan fasilitas yang optimum dari industri manufaktur itu.

2.3 Produk-Produk *Pressed Part / Sheet Metal*

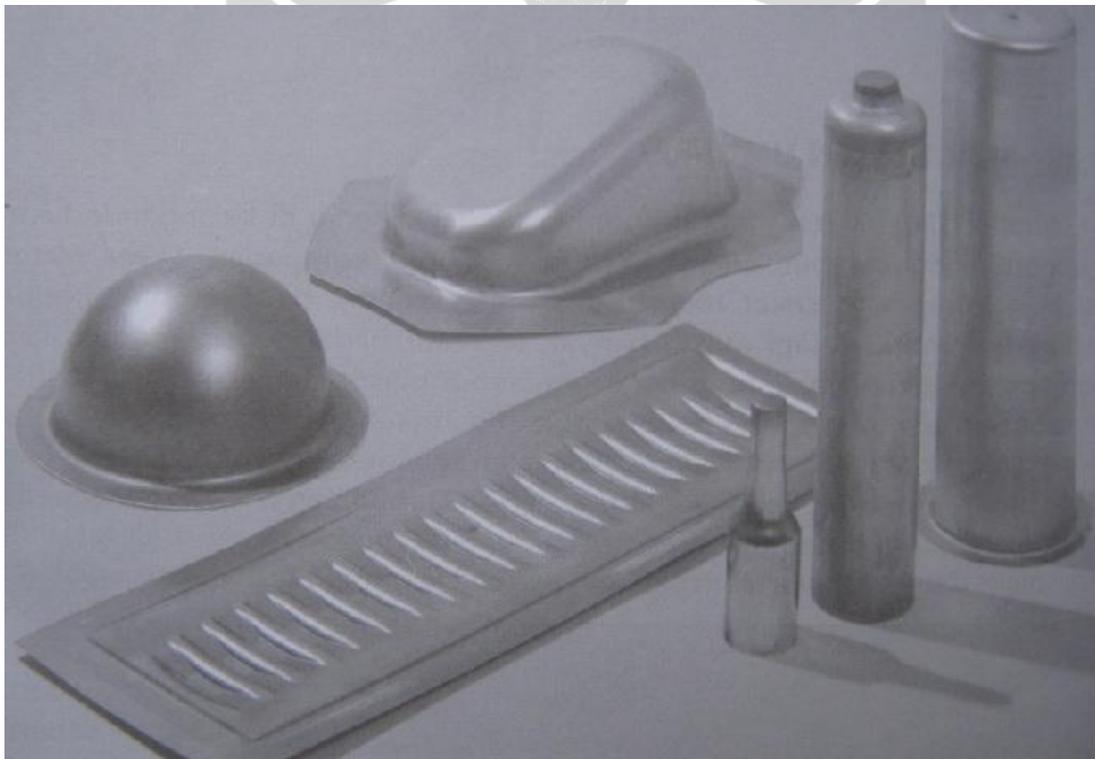
Produk *Pressed Part* atau Produk *Sheet Metal* pada umumnya sangat dikenal di kalangan industri otomotif. Namun produk *pressed part* tidak saja terdapat pada produk-produk industri otomotif, tetapi masih banyak tersebar pada industri-industri lain yang memerlukannya. Barang-barang tersebut masih memerlukan sifat-sifat atau spesifikasi teknis yang belum dapat digantikan oleh material non metal seperti plastik atau kayu. Misalnya, dalam kekuatan untuk menahan beban yang besar, termasuk beban kejut pada *chasis* mobil dan *frame body* sepeda motor. Memang, umumnya proses pembuatan komponen *sheet metal* lebih kompleks dan waktunya lebih panjang daripada komponen dari bahan plastik. Tetapi karena adanya kebutuhan fungsi suatu barang seperti yang dijelaskan diatas, maka komponen *sheet metal* masih sangat dibutuhkan.

2.3.1 Pemakaian Produk *Pressed Part*

Produk *pressed part* masih cukup luas dipergunakan diberbagai bidang industri di dunia dan suatu keuntungan dari produk *pressed part* karena dapat di *recycle* dengan dilebur kembali. Berbagai industri yang menggunakan produk *pressed part* adalah sebagai berikut :

- ❖ Komponen industri pesawat terbang
- ❖ Komponen industri perkapalan, kapal perang atau kapal komersial.

- ❖ Komponen industri kendaraan bermotor, mobil, sepeda motor.
- ❖ Komponen industri kendaraan berat, traktor, *buldoser*, *fork klif*, dan lain lain.
- ❖ Komponen industri peralatan rumah sakit, peralatan kedokteran dan kesehatan.
- ❖ Komponen industri barang-barang elektronik, unit pendingin, komputer.
- ❖ Komponen industri peralatan perkantoran, lemari, *filling cabinet*, *perforator*.
- ❖ Produk pada industri peralatan dapur, kompor, *oven*, *panic*, kualii, sendok, garpu dan lain-lain.
- ❖ Komponen perabotan perbengkelan.
- ❖ Kemasan pada industri makanan dan minuman.
- ❖ Komponen pada industri jam.
- ❖ Produk pada industri perelengkapan kamar dan kunci pintu.



Gambar 2.8 Beberapa Produk *Pressed Part* Setengah Jadi
(Sumber : Rony Sudarmawan, 2009)



Gambar 2.9 Beberapa Produk *Pressed Part* Untuk Komponen Otomotif
(Sumber : Rony Sudarmawan, 2009)



Gambar 2.10 Beberapa Produk *Pressed Part* Untuk Kehidupan Sehari-hari
(Sumber : Rony Sudarmawan, 2009)

2.3.2 Kualitas Produk *Pressed Part*

Produk *pressed part* dibuat untuk berbagai kebutuhan industri pemakaiannya. Kalau melihat dari sisi ukurannya mulai dari produk-produk yang besar, seperti pada industri perkapalan, alat berat, otomotif sampai yang kecil-kecil seperti pada industri elektronik dan jam tangan.

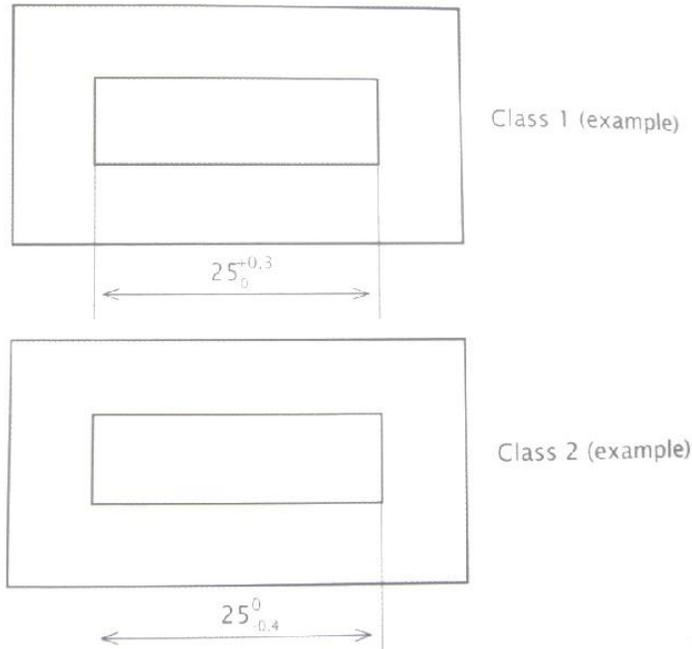
Produk-produk *pressed part* yang berbagai fungsi tersebut memiliki tuntutan ketelitian yang berbeda-beda pula sesuai dengan fungsinya masing-masing. Karena suatu produk *pressed part* yang teliti, tentu memerlukan *press dies* yang teliti pula sehingga harga cetakan dan produknya pun menjadi mahal.

Untuk mengakomodasi semua tuntutan tersebut, maka oleh produsen produk tersebut dibuatlah standar ketelitian produk *pressed part* yang akan menjadi acuan bagi *product designer* untuk merancang suatu produk yang kemss dieudian juga acuan bagi *press dies designer* untuk mendesain cetakannya.

Berikut ini dapat dilihat suatu contoh standar toleransi ukuran untuk produk *pressed part* dari Honda Motor, Jepang, sesuai dengan HES D 0008-71[13]. Standar ini digunakan untuk acuan rancangan produk otomotif dari Honda Motor.

Range of measures		< 1		30 ~ 100		100 ~ 300		300 ~1000	
Quality Grade		Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2
Sheet Metal Thickness	< 1	± 0.2		± 0.3		± 0.4		± 0.6	
	1 ~ 3.2	± 0.3	± 0.5	± 0.4	± 0.7	± 0.6	± 1.0	± 0.8	± 1.5
	3.2 ~ 6	± 0.4		± 0.5		± 0.8		± 1.0	

a. General Tolerance



b. Special Tolerance

Range of measures	< 10		10 ~30		30 ~ 100		100 ~ 300	
	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2
Quality Grade Tolerance	± 0.5	± 1.0	± 2.5	± 5.0	± 5.0	± 10	± 10	± 20

c. Radius Tolerance

Quality Grade	Class 1	Class 2
Tolerance	± 1' 30'	± 3'

Note: Dimension in mm.

d. Angle Tolerance

Gambar 2.11 Standar Toleransi Produk *Pressed Part* Honda Motor
(Sumber : Rony Sudarmawan, 2009)

2.3.3 Material Produk *Pressed Part*

Material produk *pressed part (sheet metal)* pada umumnya berbentuk lembaran dan yang lebih tipis berupa gulungan (*coil*). Dari komposisi kimianya, material *sheet metal* dapat menjadi 2 kelompok yaitu kelompok ferro dan kelompok *non ferro*. Contoh material kelompok ferro adalah *carbon steel* (baja karbon), *steel alloys* (baja paduan), *stainless steel* (baja tahan karat) dan lain-lain yang tersedia dipasaran dengan spesifikasi kualitas dan permukaan (*surface finished*) bervariasi.

Produk *pressed part* yang berada pada bagian luar, yang menunjang keindahan produk, harus terbuat dari material dengan kualitas permukaan yang baik. *Surface-treated steel sheets* juga tersedia untuk berbagai kebutuhan. Contoh material produk *pressed part* untuk kelompok non ferro adalah *aluminium, aluminium alloys, magnesium alloys, zinc alloys, titanium alloys* dan lain-lain. Material kelompok ini tersedia dengan spesifikasi tertentu untuk kebutuhan tertentu yang disesuaikan dengan kebutuhan industri.

2.3.4 Sifat-sifat Material *Pressed Part*

Beberapa sifat material produk *pressed part*[13] adalah sebagai berikut :

1. *Age Hardening*

Fenomena perubahan sifat-sifat metal karena berjalannya waktu disebut aging. Apabila perubahan ini mengakibatkan peningkatan kekerasan dari metal tersebut, maka fenomena ini disebut *age hardening*. *Sheet metal* yang kekerasannya dapat berubah karena waktu termasuk kelompok aging material dan disebut *rimming steels*. Sedangkan *sheet metal* yang kekerasannya tidak dapat berubah karena pengaruh waktu termasuk kelompok *non aging material* dan disebut *killed steels*.

2. *Work Hardening*

Work hardening adalah fenomena perubahan sifat-sifat *sheet metal* yang menjadi keras dan *yield point* nya meningkat karena proses pressing. Perubahan sifat-sifat *sheet metal* ini tentu saja memberikan dampak yang cukup besar pada hasil akhirnya. *Work hardening* biasanya terjadi material *aluminium, aluminium alloys*, dan

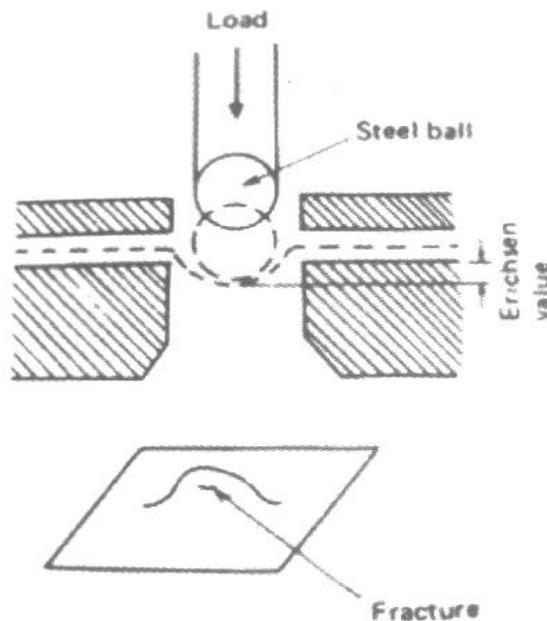
stainless steels. Tetapi tidak terjadi pada material *low carbon steel*. Karena itu, produk-produk yang terbuat dari stainless steel terkadang sobek setelah proses.

3. *Stretcher Strain*

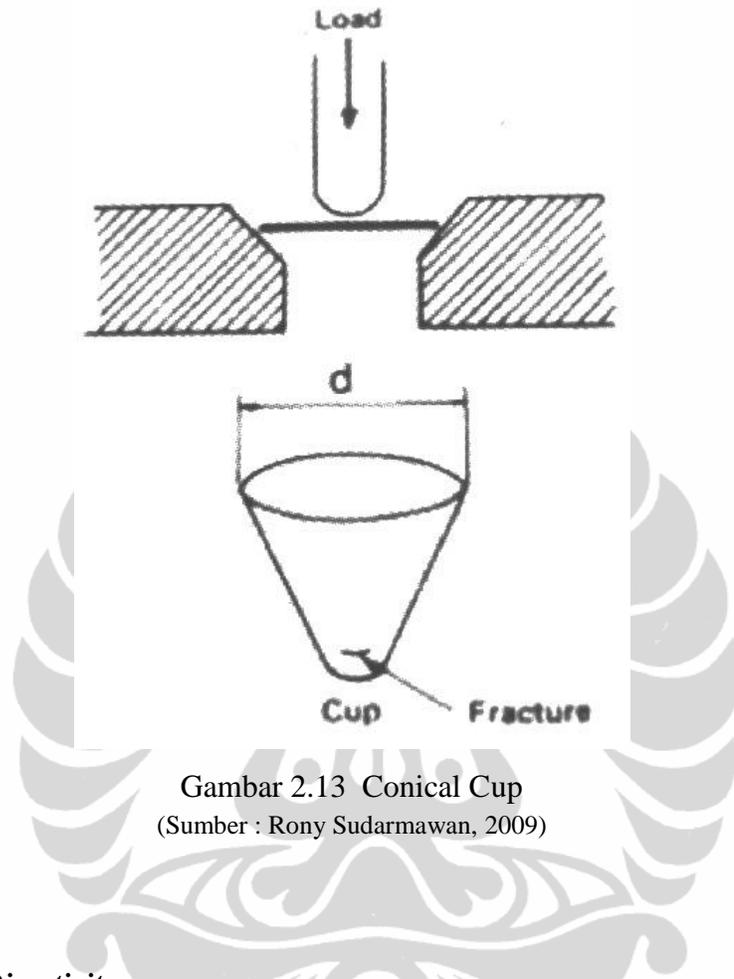
Stretcher strain akan tampak sebagai garis-garis (yang disebut *luder's lines*) pada permukaan produk *sheet metal* setelah proses penarikan (*tensile test*), sehingga akan merusak penampilan dari produk tersebut. Cacat pada permukaan produk ini tidak dapat dihilangkan dengan *surface treatment*, termasuk juga dengan *painting* (pengecatan).

4. *Drawability*

Drawability adalah suatu kualitas *steel sheet* yang mempunyai sifat dapat dibentuk (*drawing*) dan tidak dapat sobek pada proses pressing. Beberapa metode telah digunakan untuk menentukan *drawability* dari sheet metal, khususnya untuk *cold rolled steel sheet* yang banyak pemakaiannya. *Deep drawing* adalah suatu proses pressing yang sangat kompleks dan tidak mungkin untuk menentukan karakteristik aktual. Yang dibutuhkan hanya dengan metode tes yang sederhana. Beberapa test yang saat ini masih digunakan adalah *Erichson Test* dan *Conical Cup*.



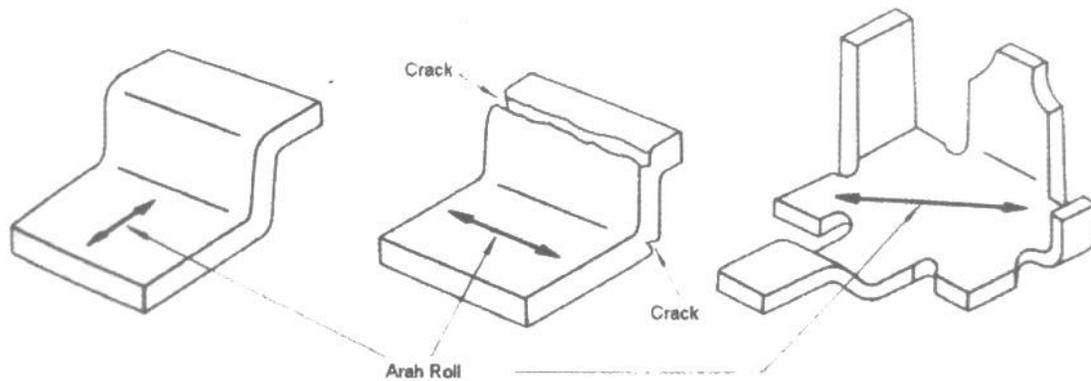
Gambar 2.12 *Erichson Test*
(Sumber : Rony Sudarmawan, 2009)



Gambar 2.13 Conical Cup
(Sumber : Rony Sudarmawan, 2009)

5. *Material Directivity*

Karena *sheet metal* terbuat dengan proses rolling, maka struktur kristal yang berupa alur benang akan tampak pada permukaan material dan kekuatan dari produk akan terpengaruh dari arah alur benang tersebut. Alur proses tersebut akan terlihat lebih jelas pada *cold rolled sheet* dibandingkan dengan *hot rolled sheet*. Secara umum pengaruh tahanan pada proses deformasi cukup besar pada alur proses *rolling*, khususnya yang tegak lurus dan tahanan akan menjadi minimum sudut 45° dengan arah alur proses. *Elongation* (permuluran) akan maksimum searah dengan alur proses dan menjadi minimum bila tegak lurus dengan alur proses.



Gambar 2.14 *Material Directivity*
(Sumber : Rony Sudarmawan, 2009)

2.3.5 Jenis-Jenis *Sheet Metal*

Sheet metal tersedia dalam 2 (dua) bentuk, yaitu lembaran (*sheet*) dan gulungan (*coil*). Kemudian, sesuai dengan fungsi dan kegunaannya, maka terdapat berbagai jenis sheet metal [13], yang antara lain sebagai berikut :

1. *Rolled Constructional Sheet* yaitu plat baja konstruksi, dirancang untuk memenuhi fungsi kekuatan SS34 dan SS41.
2. *Hot Rolled Sheet* dan *Cold Rolled Sheet* yaitu plat baja yang dirancang untuk memenuhi persyaratan untuk dibentuk (*formability*) dan kehalusan permukaan (*Cold Rolled Sheet*).
3. *Stainless Steel Sheet* yaitu baja tahan karat, tetapi dapat terjadi *work hardening*.
4. *Electrical Steel Sheet* digunakan untuk membuat *core* / inti dari motor listrik dan trafo dengan ketebalan antara 0,35 s/d 0,5 mm.
5. *Open Steel Coil* yaitu *rimmed steel* yang sudah mendapat perlakuan panas khusus untuk meningkatkan *formability*. Namun *formability* nya berada diantara *killed* dan *rimmed steel*.

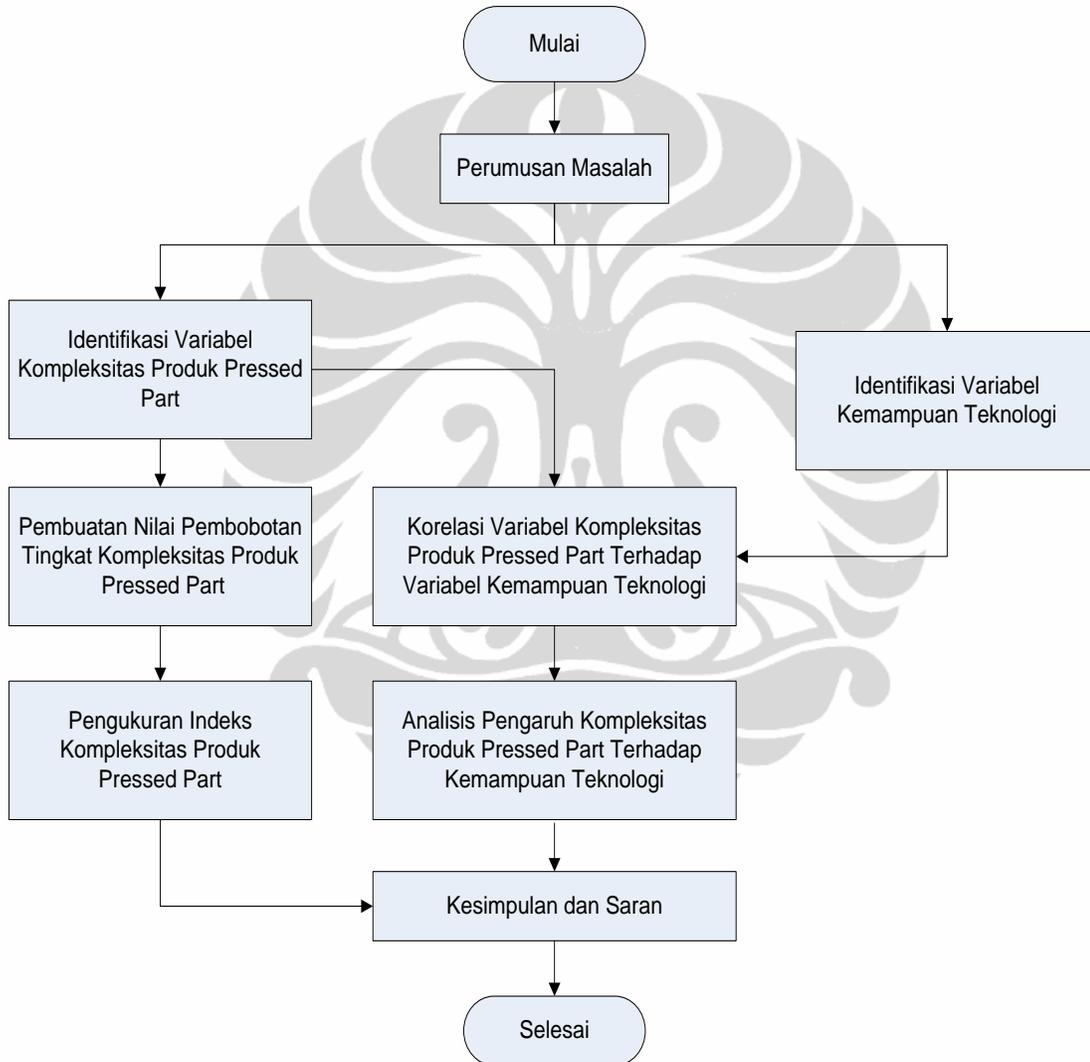


Gambar 2.15 *Sheet Metal* SPCC Dalam Bentuk Gulungan
(Sumber : Rony Sudarmawan, 2009)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.1 Perumusan Masalah

Pengertian masalah adalah suatu kondisi dimana terdapat kesenjangan antara kondisi yang ada dengan keadaan riil yang diharapkan. Pendefinisian masalah mencakup masalah-masalah yang ada pada saat ini disertai keinginan untuk memperbaiki kondisi serta untuk mencari solusi terbaik.

Untuk merumuskan permasalahan dalam penelitian ini, peneliti melakukan studi literatur terhadap permasalahan yang akan diteliti. Adapun permasalahan yang ingin dijawab pada penelitian ini adalah :

1. Seberapa besar nilai indeks kompleksitas suatu produk *pressed part* dan bagaimana melakukan penilaian kompleksitas produk *pressed part*.
2. Faktor-faktor atau variabel-variabel apa saja yang mempengaruhi kompleksitas produk *pressed part*
3. Bagaimana pengaruh variabel-variabel kompleksitas produk *pressed part* terhadap variabel-variabel kemampuan teknologi sehingga akan menghasilkan persamaan indeks kemampuan teknologi berdasarkan kompleksitas produk *pressed part*.

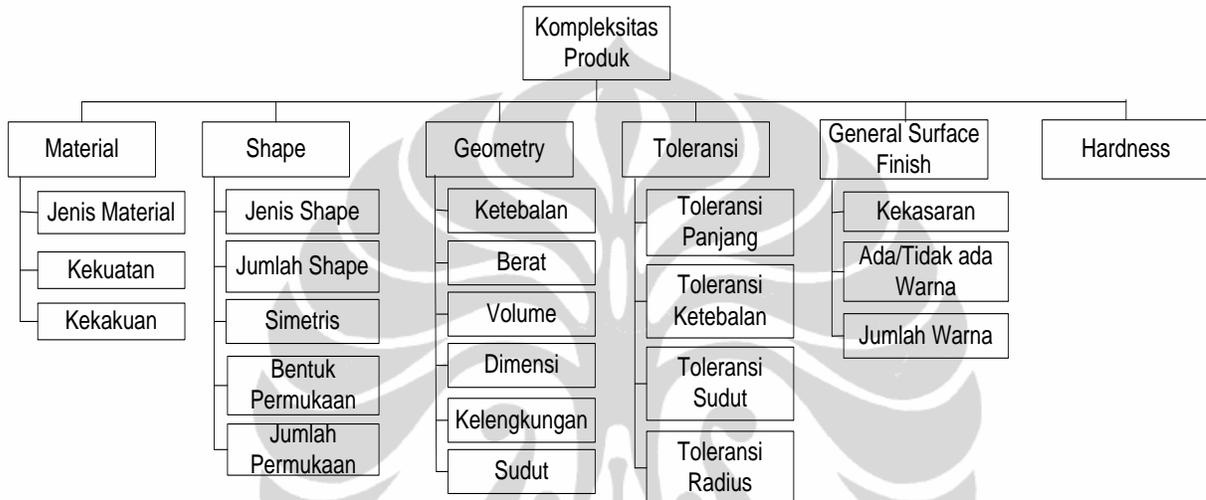
3.2 Identifikasi Variabel Kompleksitas Produk *Pressed Part*

Peneliti melakukan study literatur untuk menentukan variabel-variabel yang mempengaruhi kompleksitas produk *pressed part*. Dari *study literature* tersebut didapat bahwa variabel-variabel yang mempengaruhi kompleksitas produk *pressed part* adalah :

1. *Material* meliputi bahan yang digunakan untuk dijadikan suatu produk yang meliputi jenis material, kekuatan material, kekakuan material.
2. *Shape* meliputi bentuk umum dari suatu produk yang meliputi jenis *shape*, jumlah *shape*, simetris, bentuk permukaan, jumlah permukaan.
3. Geometri meliputi ketebalan, berat, volume, dimensi, kelengkungan, sudut.
4. Toleransi merupakan yang diizinkan untuk memproduksi suatu produk yang meliputi toleransi panjang, toleransi ketebalan, toleransi sudut, toleransi *radius*.

5. *General Surface finish* merupakan kondisi permukaan suatu produk setelah produk tersebut diproduksi yang meliputi kekasaran hasil permukaan, warna dan jumlah warna
6. *Hardness* yaitu kekerasan material suatu produk setelah produk tersebut diproduksi

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini



Gambar 3.2 Variabel Kompleksitas Produk Pressed Part

3.3 Pembuatan Tabel Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk *Pressed Part*

Pembuatan tabel pembobotan tingkat kompleksitas produk bertujuan untuk memudahkan peneliti untuk menilai atau memberi skor untuk masing-masing variabel kompleksitas produk. Hasil dari scoring tersebut digunakan untuk menghitung koefisien kompleksitas relatif ($C_{j,product}$).

Pembobotan dilakukan dengan melakukan observasi langsung ke industri pressed part. Adapun langkah-langkah untuk membuat pembobotan tersebut adalah:

1. Melakukan identifikasi produk-produk pressed part untuk komponen otomotif.
2. Melakukan penilaian terhadap produk-produk pressed part berdasarkan aspek-aspek dari variabel kompleksitas produk.
3. Membuat *range* dari hasil penilaian mulai nilai yang terendah sampai nilai yang tertinggi tiap-tiap variabel kompleksitas produk

4. Dari hasil range tersebut akan diverifikasi oleh beberapa tenaga ahli yang berkompeten (*expert*) untuk memberi pembobotan.
5. Nilai pembobotan yang diinginkan adalah rendah dengan nilai 0, menengah dengan nilai 0,5 dan tinggi dengan nilai 1
6. Hasil verifikasi tersebut, diolah dan dianalisis untuk mendapatkan pembobotan yang diinginkan
7. Hasil dari pembobotan dibuat dalam sebuah tabel berdasarkan aspek dari variabel kompleksitas produk.

3.4 Pengukuran Indeks Kompleksitas Produk Pressed Part

Langkah-langkah untuk mengukur indeks kompleksitas produk pressed part adalah sebagai berikut :

1. Memilih produk-produk *pressed part* untuk dilakukan pengukuran indeks kompleksitas produk.
2. Melakukan identifikasi terhadap produk-produk pressed tersebut untuk menentukan :
 - Jumlah informasi (N)
 - Jumlah informasi yang dianggap unik (n)
3. Hitung nilai faktor kompresi / entropy produk (H)
4. Hitung nilai rasio variasi informasi ($DR_{product}$)
5. Melakukan pembobotan terhadap variabel-variabel kompleksitas produk berdasarkan tabel pembobotan yang telah dibuat sebelumnya untuk menghitung nilai koefisien kompleksitas relatif ($C_{j,product}$)
6. Hitung indeks kompleksitas produk ($CI_{product}$)

3.5 Identifikasi Variabel Kemampuan Teknologi

Pada tahapan ini, dilakukan identifikasi variabel kemampuan teknologi. *Framework* kemampuan teknologi yang digunakan pada penelitian ini adalah *framework* teknologi yang disebut dengan THIO. Adapun variabel dari THIO adalah sebagai berikut :

- *Technoware* merupakan fasilitas rekayasa mencakup peralatan (*tools*), perlengkapan (*equipment*), mesin-mesin (*machines*), alat pengangkutan (*vehicles*) dan infrastruktur fisik.
- *Humanware* adalah kemampuan manusia yang diperlukan untuk melakukan operasi transformasi seperti pengetahuan, ketrampilan, kebijakan, kreativitas dan pengalaman.
- *Infoware* merupakan sumber informasi kreatif berkaitan dengan kerja, pengalaman kerja berbentuk dokumen yang berisi tentang teknologi, data, relasi data, disebut juga dengan keterjadian
- *Orgaware* merupakan koordinasi atau relasi dari semua tingkatan kerja, berbicara mengenai skematisasi dari kerja, langkah-langkah kerja yang harus dilakukan untuk menyelesaikan satu produk atau komponen

3.6 Korelasi Variabel Kompleksitas Produk *Pressed Part* Terhadap Variabel Kemampuan Teknologi

Untuk melakukan korelasi variabel kompleksitas produk pressed part terhadap variabel kemampuan teknologi dilakukan dengan menyebar kuesioner. Kuesioner merupakan instrumen yang digunakan dalam penelitian ini. Penyebaran kuesioner dilakukan bertujuan mengumpulkan data dari responden untuk mengetahui pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan teknologi.

3.6.1 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi adalah keseluruhan subyek yang diteliti (Suharsimi Arikunto, 1998:108). Menurut Sugiyono populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas; obyek atau subyek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Populasi dari penelitian ini adalah perusahaan yang memproduksi komponen-komponen pressed part untuk kendaraan roda empat. Menurut data yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Alat Angkut Kemetrian Perindustrian, terdapat 14

perusahaan yang memproduksi komponen pressed part untuk kendaraan roda empat yang berdomisili di daerah Jakarta dan sekitarnya.

Ke 14 perusahaan tersebut adalah :

1. PT. Astra Daihatsu Motor
2. PT. Autocar Industri Komponen
3. PT. Dharma Polimetal
4. PT. Gemala Kempa Daya
5. PT. Honda Prospect Motor
6. PT. Inti Polymetal
7. PT. Karya Bahana Unigam
8. PT. Kyoda Mas Mulia
9. PT. Mitsubishi Krama Yudha Motor Mfg.
10. PT. Pamindo Tiga T
11. PT. Subur Djaja Teguh
12. PT. Sugity Creative
13. PT. Toyota Motor Mfg. Indonesia
14. PT. Shun Heung Indonesia

Kuesioner penelitian diajukan ke 14 perusahaan diatas. Dari 14 perusahaan hanya 7 perusahaan yang merespon dengan baik dan mengembalikan kuesioner penelitian yang telah diisi dan digunakan untuk pengolahan data.

3.6.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah karakteristik subyek penelitian yang berubah dari satu subyek ke subyek lainnya (Sudigdo Sastroasmoro, 1995 : 156). Dalam penelitian ini variabel-variabelnya adalah sebagai berikut :

1. Variabel independent / bebas (X)

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi terhadap segala sesuatu gejala. Variabel bebas dalam penelitian ini variabel yang mempengaruhi kompleksitas produk yaitu *material, shape, geometry, tolerance, general surface finish* dan *hardness*.

2. Variabel dependent / terikat (Y)

Variabel terikat adalah variabel yang akan dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah variabel dari kemampuan teknologi yaitu *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *orgaware*.

3.6.3 Penyusunan Kuesioner

Kuesioner disusun dalam rangka untuk memperoleh data yang dibutuhkan, meliputi :

1. Kuesioner pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan teknologi, terdiri dari :
 - a. Kusioner pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan *technoware*.
 - b. Kusioner pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan *humanware*.
 - c. Kusioner pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan *infoware*.
 - d. Kusioner pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan *orgaware*.
2. Kuesioner Kemampuan Teknologi Perusahaan, terdiri dari ;
 - a. Kusioner kemampuan *technoware* perusahaan.
 - b. Kusioner kemampuan *humanware* perusahaan.
 - c. Kusioner kemampuan *infoware* perusahaan.
 - d. Kusioner kemampuan *orgaware* perusahaan.
3. Kuesioner penilaian tingkat kompleksitas produk *pressed part*.

3.6.4 Skala Pengukuran

Pengukuran untuk masing-masing variabel bebas dilakukan dalam bentuk skoring menurut skala Likert. Skala Likert (*Likert Scale*) merupakan metode yang mengukur sikap dengan menyatakan setuju atau ketidaksetujuannya terhadap subjek, objek atau kejadian tertentu yang dijabarkan dalam pernyataan-pernyataan yang ada dalam kuisioner. Metode pengukuran yang paling sering digunakan ini dikembangkan oleh Rensis Likert sehingga dikenal dengan nama *Likert Scale*.

Skala Likert pada umumnya menggunakan 5 angka penilaian dimana angka 1 menunjukkan nilai terendah dan nilai angka 5 menunjukkan nilai tertinggi. Untuk

menentukan nilai variabel bebas diukur secara skoring berdasarkan skala Likert, dari masing-masing skor jawaban responden tersebut kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah pertanyaan atau pernyataan. Selanjutnya untuk mengubah data kualitatif menjadi kuantitatif, agar dapat dengan mudah diukur, ditentukan dengan memberikan nilai untuk indikator-indikator variabel dengan kategori yang didasarkan dengan skala nilai sebagai berikut :

Bobot nilai = 5	→	Sangat setuju
Bobot nilai = 4	→	Setuju
Bobot nilai = 3	→	Ragu-ragu
Bobot nilai = 2	→	Tidak setuju
Bobot nilai = 1	→	Sangat tidak setuju

3.7 Analisis Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Kemampuan Teknologi

3.7.1 Analisis Regresi Linier Berganda

Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari variabel-variabel kompleksitas produk pressed part yang meliputi : *material, shape, geometry, tolerance, general surface finish* dan *hardness* terhadap variabel kemampuan teknologi yaitu *technoware, humanware, infoware, orgaware* maka digunakan analisis regresi linier berganda. Dimana persamaan yang dihasilkan dari regresi linear berganda, adalah sebagai berikut :

$$Y_{(1,2,3,4)} = a + bX_1 + c X_2 + dX_3 + eX_4 + fX_5 + gX_6$$

Keterangan :

Y_1 = Kemampuan *Technoware* Perusahaan

Y_2 = Kemampuan *Humanware* Perusahaan

Y_1 = Kemampuan *Infoware* Perusahaan

Y_1 = Kemampuan *Orgaware* Perusahaan

a = Konstanta

$b, \dots g$ = Koefisien regresi masing-masing variabel

X_1 = Tingkat kompleksitas faktor *material*

- X_2 = Tingkat kompleksitas faktor *shape*
 X_3 = Tingkat kompleksitas faktor *geometry*
 X_4 = Tingkat kompleksitas faktor *tolerance*
 X_5 = Tingkat kompleksitas faktor *general surface finish*
 X_6 = Tingkat kompleksitas faktor *hardness*

3.7.2 Uji F

Uji F adalah alat untuk menguji variabel independen secara bersama terhadap variabel dependennya untuk meneliti apakah model dari penelitian tersebut sudah fit (sesuai) atau tidak.

Adapun prosedurnya sebagai berikut:

1. Menentukan H_0 dan H_1 (hipotesis nihil dan hipotesis alternatif)
2. Menentukan *level of signifikans* ($\alpha = 10\%$.)
3. Kriteria uji-F, dengan melihat hasil *print out* komputer, jika hasil p value < 10% berarti signifikan.

3.7.3 Uji t

Uji t dimaksudkan untuk mengetahui apakah secara individu variabel independen mempunyai pengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen, dengan asumsi variabel independen lainnya konstan (Djarwanto PS, 1996).

Adapun prosedurnya sebagai berikut:

1. Menentukan H_0 dan H_1 (hipotesis nihil dan hipotesis alternatif)
2. Dengan melihat hasil print out computer melalui program *Minitab 15*, diketahui nilai p *value*. Jika signifikansi nilai p < 0,1 maka ada pengaruh yang signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat.
3. Jika signifikan nilai p > 0,1 maka tidak ada pengaruh yang signifikan antara variabel bebas terhadap variable terikat. Artinya H_0 diterima dan menolak H_a , pada tingkat signifikansi $\alpha = 10\%$.

3.7.4 Uji Koefisien Determinasi Ganda (R^2)

Koefisien Determinasi Ganda digunakan untuk mengetahui seberapa besar varians dari variabel dependen dapat dijelaskan oleh variabel independen. R^2 yang digunakan dalam penelitian ini adalah R^2 yang mempertimbangkan jumlah variabel independen dalam suatu model atau disebut R^2 yang telah disesuaikan (*Adjusted- R^2*). Koefisien determinasi *Adjusted- R^2* menunjukkan persentase total variasi dari variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh lebih dari 1 variabel independen dalam model. Nilai R^2 mendekati 1 menunjukkan bahwa variasi variabel dependen dapat dijelaskan oleh variasi variabel independen. Sebaliknya jika nilai R^2 mendekati 0, maka variasi dari variabel dependen tidak dapat dijelaskan oleh variabel independen.

3.7.5 Uji Multikolinieritas

Multikolinieritas adalah kondisi terdapatnya hubungan linier atau korelasi yang tinggi antara masing-masing variabel independen dalam model regresi. Multikolinieritas biasanya terjadi ketika sebagian besar variabel yang digunakan saling terkait dalam suatu model regresi. Oleh karena itu masalah multikolinieritas tidak terjadi pada regresi linier sederhana yang hanya melibatkan satu variabel independen. Uji multikolinieritas dapat dilakukan dengan cara meregresi model analisis dan melakukan uji korelasi antar variabel independen dengan menggunakan *Variance Inflation Factors* (VIF). Jika nilai VIF lebih besar dari 10 maka terjadi multikolinieritas.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Nilai Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk *Pressed Part*

Pembuatan nilai pembobotan tingkat kompleksitas produk bertujuan untuk memudahkan peneliti untuk menilai atau memberi skor untuk masing-masing variabel kompleksitas produk. Hasil dari scoring tersebut digunakan untuk menghitung koefisien kompleksitas relatif ($C_{j,product}$).

Pengolahan data dilakukan dengan melihat hasil observasi (lampiran 2) dan hasil kuesioner penilaian tingkat kompleksitas produk (lampiran 3). Dari hasil kuesioner dilihat kecenderungan masing-masing variabel kompleksitas produk. Setelah itu, dilanjutkan dengan memberikan bobot tingkat kompleksitas masing-masing variabel dengan mengacu pada hasil observasi. Jika hasil kuesioner pada salah satu variabel menunjukkan angka 1 berarti tingkat kesulitan variabel tersebut adalah tinggi. Maka, nilai maksimal atau tertinggi pada hasil observasi merupakan nilai bobot dengan tingkat kompleksitas tinggi dengan nilai tingkat kompleksitas 1. Jika hasil kuesioner pada salah satu variabel menunjukkan nilai 0,5 berarti tingkat kesulitan variabel tersebut adalah sedang. Maka, nilai maksimal atau tertinggi pada hasil observasi merupakan nilai bobot dengan tingkat kompleksitas sedang dengan nilai 0,5. Diatas nilai maksimal pada hasil observasi menunjukkan tingkat kompleksitas tinggi dengan bobot nilai 1. Untuk menentukan *interval* antara nilai rendah sedang dan tinggi, mengacu pada standart *Mitsubishi Motors Corporation* (MMC) (lampiran 5) yang didapat penulis pada saat observasi di dunia industri.

Berdasarkan hasil pengolahan data, maka dapat dibuat tabel nilai pembobotan tingkat kompleksitas produk pressed part. Tabel nilai pembobotan tersebut dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.1 Nilai Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk *Pressed Part* Variabel *Material*

Jenis Material							
0		0,5		1			
MJSH 270 C	SPHC	MJSC 340 W	SPRC 340	MJSH 440 W	SAPH 440		
MJSH 270 D	SPHD	MJSC 340 P	SAPH 370				
MJSH 270 E	SPHE	MJSH 370 W	SAPH 400				
MJSC 270 C	SPCC	MJSH 400 W	SAPH 440				
MJSC 270 D	SPCD	MJSH 440 W					
MJSC 270 E	SPCE						
MJSC 270 F	SGACC						
MJSC 270 G	SGACD						
MJAC 270 C	SGACE						
MJAC 270 D	SAPH 310						
MJAC 270 E							
MJAC 270 F							
MJSH 310 W							
Kekuatan Material / Tensile Strength							
0		0,5				1	
270 MPA 310 MPA		340 MPA 370 MPA 400 MPA				440 MPA TS > 440 MPA	

Tabel 4.2 Nilai Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk *Pressed Part* Variabel *Shape*

Jenis Shape			Jumlah Shape		
0	0,5	1	0	0,5	1
- Lingkaran - Elips	- Segitiga - Segiempat - Segilima - Segienam	- Segitiga Tidak Beraturan - Segiempat Tidak Beraturan - Segilima Tidak Beraturan - Segienam Tidak Beraturan	$0 < n \leq 5$	$5 < n \leq 10$	$n > 10$
Simetris			Bentuk Permukaan		
0	0,5	1	0	0,5	1
Simetris 3 sumbu	- Simetris 1 sumbu - Simetris 2 sumbu	Tidak Simetris	Mendatar	Melengkung	- Bergelombang - Zigzag
			Jumlah Permukaan		
			0	0,5	1
			$0 < n \leq 5$	$5 < n \leq 10$	$n > 10$

Tabel 4.3 Nilai Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk *Pressed Part* Variabel *Geometry*

Dimensi Linear (mm)			Ketebalan (mm)		
0	0,5	1	0	0,5	1
Panjang / lebar			(0 < t ≤ 6)	(6 < t ≤ 12)	(t > 12)
(0 < L ≤ 1000)	(1000 < L ≤ 3500)	(L > 3500)	Berat (kg)		
Diameter Blank & Lubang (Hole)			0	0,5	1
(0 < D ≤ 315)	(315 < D ≤ 2000)	(D > 2000)	(0 < W ≤ 8)	(8 < W ≤ 18)	(W > 18)
Diameter Drawing & Buring			Sudut (°)		
(0 < D ≤ 315)	(315 < D ≤ 2000)	(D > 2000)	0	0,5	1
Panjang Bending (Bending Length)			(90 < θ ≤ 180)	(45 < θ ≤ 90)	(0 < θ ≤ 45)
(0 < L ≤ 315)	(315 < L ≤ 2000)	(L > 2000)	Kelengkungan/Radius (mm)		
Lebar Bending (Bending Width)			0	0,5	1
(0 < b ≤ 100)	(100 < b ≤ 1000)	(b > 1000)	(0 < r ≤ 1)	(1 < r ≤ 3)	(r > 3)
Kedalaman Bending (Bending Depth)					
(0 < D ≤ 100)	(100 < D ≤ 300)	(D > 300)			

Tabel 4.4 Nilai Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk *Pressed Part* Variabel *Tolerance*

Toleransi Linear (mm)			Toleransi Ketebalan (mm)		
0	0,5	1	0	0,5	1
Panjang / lebar			(t > ±0,5)	(±0,5 < t ≤ ±0,4)	(±0 < t ≤ ±0,4)
(L > ±3,5)	(±2,5 < L ≤ ±3,5)	(±0 < L ≤ ±2,5)			
Diameter Blank & Lubang (Hole)			Toleransi Sudut (°)		
(D > ±3,0)	(±1,0 < D ≤ ±3,0)	(±0 < D ≤ ±1,0)	0	0,5	1
Diameter Drawing & Buring			(θ > ±4)	(±3 < θ ≤ ±4)	(±0 < θ ≤ ±3)
(D > ±3,0)	(±1,0 < D ≤ ±3,0)	(±0 < D ≤ ±1,0)			
Panjang Bending (Bending Length)			Toleransi Radius (mm)		
(L > ±3,0)	(±1,0 < L ≤ ±3,0)	(±0 < L ≤ ±1,0)	0	0,5	1
Lebar Bending (Bending Width)			(R > ±2,5)	(±2,0 < R ≤ ±2,5)	(±0 < R ≤ ±2)
(b > ±3,0)	(±2,0 < b ≤ ±3,0)	(±0 < b ≤ ±2,0)			
Kedalaman Bending (Bending Depth)					
(h > ±2,5)	(±2,5 < h ≤ ±2,0)	(±0 < h ≤ ±2,0)			

Tabel 4.5 Nilai Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk Pressed Part Variabel *General Surface Finish*

Warna Permukaan/Painting			Jumlah Warna		
0	0,5	1	0	0,5	1
Tidak ada	Sebagian Permukaan Bewarna	Seluruh Permukaan Bewarna	Tidak Ada	$0 < n \leq 1$	$n > 1$

Tabel 4.6 Nilai Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk Pressed Part Variabel *Hardness*

Hardness		
0	0,5	1
270 MPA 310 MPA	340 MPA 370 MPA	400 MPA 440 MPA TS > 440 MPA

4.2 Pengukuran Indeks Kompleksitas Produk *Pressed Part*

Untuk melakukan pengukuran indeks kompleksitas produk *pressed part*, perlu dipilih produk-produk yang akan dijadikan sampel. Adapun produk *pressed part* tersebut adalah :

- *Bracket, FRT Fog Lamp A LH*
- *Bracket, FRT Fog Lamp B LH*
- *Bracket, FRT Bumper C LH*
- *Bracket Air Box RH*



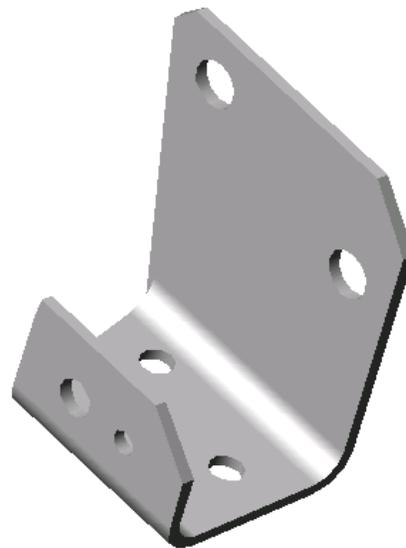
Gambar 4.1 *Bracket, FRT Fog Lamp A LH*



Gambar 4.2 *Bracket, FRT Fog Lamp B LH*



Gambar 4.3 *Bracket, FRT Bumper C LH*



Gambar. 4.4 *Bracket Air Box RH*

Hasil perhitungan indeks kompleksitas produk terhadap produk-produk diatas dapat dilihat pada tabel 4.7 .

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk *Pressed Part*

Nama Produk	N	n	H product	DR product	C _{j,product}	CI Product
BKT, FRT FOG LAMP A LH	105	82	6,73	0,78	0,14	6,18
BKT, FRT FOG LAMP B LH	89	71	6,49	0,80	0,15	6,13
BKT, FRT BUMPER C LH	45	33	5,52	0,73	0,13	4,78
BRACKET AIR BOX RH	142	120	7,16	0,85	0,14	7,06

Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai indeks kompleksitas produk pressed part dipengaruhi oleh faktor kompresi/entropy informasi ($H_{product}$), rasio variasi informasi ($DR_{product}$) dan koefisien kompleksitas produk ($C_{j,product}$). Faktor kompresi/entropy informasi dinilai dari besarnya jumlah informasi. Semakin besar jumlah informasi suatu produk, mengakibatkan semakin besar nilai faktor kompresi/entropy informasi yang dihasilkan.

Rasio variasi informasi dinilai dari besarnya jumlah informasi yang dianggap unik. Informasi yang dianggap unik merupakan ragam dari informasi suatu produk. Sebagai contoh suatu produk mempunyai 3 lubang (*hole*) dimana ketiga lubang tersebut mempunyai diameter yang sama. Maka bisa dikatakan jumlah informasinya adalah 3 sedangkan jumlah informasi yang dianggap unik adalah 1. Untuk mendapatkan nilai rasio variasi informasi yang tinggi, maka presentase jumlah informasi yang dianggap unik terhadap jumlah total informasi harus tinggi.

Sedangkan koefisien kompleksitas relatif ($C_{j,product}$) merupakan nilai rata-rata yang terkait dengan kompleksitas relatif dari berbagai aspek spesifikasi dan fitur atau variabel kompleksitas produk. Nilai koefisien kompleksitas relatif didapatkan dari tingkat kompleksitas atau kesulitan dari setiap variabel kompleksitas produk. Semakin tinggi tingkat kompleksitas produk, maka semakin tinggi pula nilai koefisien kompleksitas relatif.

Berikut pembahasan tentang penilaian kompleksitas produk terhadap produk-produk *pressed part* yang telah dilakukan penilaian.

1. Bracket, FRT Fog Lamp A LH

Dari hasil penilaian dapat dilihat bahwa produk ini mempunyai nilai indeks kompleksitas produk ($CI_{product}$) sebesar 6,18. Nilai ini didapat dari faktor kompresi/entropy informasi ($H_{product}$) sebesar 6,73, rasio variasi informasi ($DR_{product}$) sebesar 0,78 dan koefisien kompleksitas relatif ($Cj_{product}$) sebesar 0,14. Yang sangat berpengaruh terhadap tingginya nilai indeks kompleksitas produk ini adalah besarnya jumlah total informasi (N) dan jumlah informasi yang dianggap unik (n) dari produk tersebut. Jumlah total informasi (N) yang didapat dari produk tersebut sebesar 105 informasi dan jumlah informasi yang dianggap unik (n) sebesar 82 informasi. Sedangkan nilai koefisien kompleksitas relatif ($Cj_{product}$) yang didapat sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kompleksitas / kesulitan produk tersebut adalah rendah atau tidak terlalu sulit. Nilai koefisien kompleksitas relatif ($Cj_{product}$) juga berpengaruh terhadap tingginya nilai indeks kompleksitas produk ($CI_{product}$) walaupun pengaruhnya tidak terlalu signifikan. Hasil perhitungan indeks kompleksitas produk dapat dilihat pada lampiran 4.

2. Bracket, FRT Fog Lamp B LH

Nilai indeks kompleksitas produk ($CI_{product}$) terhadap produk “Bracket, FRT Fog Lamp B LH” sebesar 6,13. Nilai ini didapat dari faktor kompresi/entropy informasi ($H_{product}$) sebesar 6,49, rasio variasi informasi ($DR_{product}$) sebesar 0,80 dan koefisien kompleksitas relatif sebesar ($Cj_{product}$) sebesar 0,15. Jika dibandingkan dengan produk pertama yaitu “Bracket, FRT Fog Lamp A LH” nilai ini hampir sama. Tetapi jika dilihat dari mana nilai itu didapat, maka yang sangat berpengaruh terhadap tingginya nilai indeks kompleksitas produk tersebut karena besarnya jumlah informasi yang dianggap unik yaitu sebesar 71 informasi. Sedangkan jumlah total informasi (N) dari produk tersebut sebesar 89 informasi, jauh lebih kecil dari jumlah total informasi (N) produk pertama. Tetapi karena besarnya jumlah informasi yang dianggap unik (n), maka mengakibatkan tingginya nilai rasio variasi informasi ($DR_{product}$) sehingga mengakibatkan nilai indeks kompleksitas produk ($CI_{product}$) juga tinggi. Sedangkan nilai koefisien kompleksitas relatif ($Cj_{product}$) yang didapat sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat

kompleksitas / kesulitan produk tersebut adalah rendah atau tidak terlalu sulit, sama dengan produk pertama. Hasil perhitungan indeks kompleksitas produk dapat dilihat pada lampiran 4.

3. Bracket, FRT Bumper C LH

Nilai indeks kompleksitas produk ($C_{Iproduct}$) terhadap produk “Bracket, FRT Bumper C LH” sebesar 4,78. Nilai ini didapat dari faktor kompresi/entropy informasi ($H_{product}$) sebesar 5,52, rasio variasi informasi ($DR_{product}$) sebesar 0,73 dan koefisien kompleksitas relatif sebesar ($C_{j,product}$) sebesar 0,13. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan produk pertama dan produk kedua diatas. Hal ini sangat wajar karena jumlah total informasi (N) dan jumlah informasi yang dianggap unik (n) sangat kecil yaitu sebesar 45 dan 33. Sedangkan nilai koefisien kompleksitas relatif ($C_{j,product}$) yang didapat sebesar 0,13. Nilai ini hampir sama dengan nilai koefisien kompleksitas relatif ($C_{j,product}$) dengan produk pertama dan kedua. Hal ini juga menunjukkan bahwa tingkat kompleksitas / kesulitan produk tersebut adalah rendah atau tidak terlalu sulit. Hasil perhitungan indeks kompleksitas produk dapat dilihat pada lampiran 4.

4. Bracket Air Box RH

Nilai indeks kompleksitas produk ($C_{Iproduct}$) terhadap produk “Bracket Air Box RH” sebesar 7,06. Nilai ini didapat dari faktor kompresi/entropy informasi ($H_{product}$) sebesar 7,16 rasio variasi informasi ($DR_{product}$) sebesar 0,85 dan koefisien kompleksitas relatif sebesar ($C_{j,product}$) sebesar 0,14. Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan ketiga produk sebelumnya. Hal ini sangat wajar karena jumlah total informasi (N) dan jumlah informasi yang dianggap unik (n) sangat besar yaitu sebesar 142 dan 120. Besarnya jumlah total informasi (N) dan jumlah informasi yang dianggap unik (n) mengakibatkan besarnya juga nilai faktor kompresi/entropy informasi ($H_{product}$) dan nilai rasio variasi informasi ($DR_{product}$). Sedangkan nilai koefisien kompleksitas relatif ($C_{j,product}$) yang didapat sangat kecil, hampir sama dengan ketiga produk sebelumnya. Hal ini juga menunjukkan bahwa tingkat kompleksitas / kesulitan produk tersebut adalah rendah atau tidak terlalu sulit. Hasil perhitungan indeks kompleksitas produk dapat dilihat pada lampiran 4.

4.3 Analisis Pengaruh Kompleksitas Produk Terhadap Kemampuan Teknologi

4.3.1 Analisis Regresi Linier

Analisis regresi linier digunakan untuk mencari pengaruh antara variabel kompleksitas produk (*material, shape, geometry, tolerance, general surface finish, hardness*) dengan masing-masing variabel kemampuan teknologi (*technoware, humanware, infoware, orgaware*). Analisis regresi diatas menggunakan bantuan *software Minitab 15*.

Dari beberapa langkah yang dilakukan dalam mencari model regresi, maka didapat beberapa model terbaik yang ditampilkan dibawah ini:

1. Pengaruh Kompleksitas Produk Terhadap *Technoware*

The regression equation is

$$Y = 2,67 + 1,33 x_1 + 1,20 x_2 + 0,400 x_3$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	2,667	1,109	2,40	0,095	
x1	1,3333	0,3103	4,30	0,023	1,857
x2	1,2000	0,2309	5,20	0,014	2,057
x3	0,4000	0,1155	3,46	0,041	2,057

S = 0,210819 R-Sq = 90,7% R-Sq(adj) = 81,3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	1,29524	0,43175	9,71	0,047
Residual Error	3	0,13333	0,04444		
Total	6	1,42857			

Dari hasil analisis diatas dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel *material* (x_1), *shape* (x_2) dan *geometry* (x_3) terhadap kemampuan *technoware*. Hal ini ditandai dengan nilai p value pada uji t lebih kecil dari 0,1 ($\alpha = 10\%$) yaitu variabel *material* sebesar 0,023, variabel *shape* sebesar 0,014 dan variabel *geometry* sebesar 0,041. Setiap variabel tidak terjadi multikolinieritas karena nilai VIF setiap variabel lebih kecil dari 10. Sedangkan untuk model persamaan yang dihasilkan dinyatakan bahwa model tersebut dapat diterima atau dengan kata lain bahwa model tersebut nyata (fit). Hal ini ditandai dengan nilai p value pada *Analysis of Variance* (uji F) lebih kecil dari 0,1 ($\alpha = 10\%$) yaitu sebesar 0,047. Sedangkan

model persamaan yang dihasilkan setelah dilakukan pengujian statistik adalah $Y(\text{Technoware}) = 2,67 + 1,33 X_1 + 1,2 X_2 + 0,4 X_3$.

2. Pengaruh Kompleksitas Produk Terhadap *Humanware*

The regression equation is

$$Y = 3,00 + 0,071 x_1 + 0,429 x_2 + 0,286 x_4 - 0,571 x_5$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	3,000	3,162	0,95	0,093	
x1	0,0714	0,3499	0,20	0,087	1,469
x2	0,4286	0,9897	0,43	0,097	2,939
x4	0,2857	0,4949	0,58	0,062	3,429
x5	-0,5714	0,6389	-0,89	0,465	5,306

S = 0,534522 R-Sq = 92,3% R-Sq(adj) = 89,8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	0,2857	0,0714	0,25	0,097
Residual Error	2	0,5714	0,2857		
Total	6	0,8571			

Dari hasil analisis diatas dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel *material* (x_1), *shape* (x_2) dan *tolerance* (x_4) terhadap kemampuan *humanware*. Hal ini ditandai dengan nilai p value pada uji t lebih kecil dari 0,1 ($\alpha = 10\%$) yaitu variabel *material* sebesar 0,087, variabel *shape* sebesar 0,097, variabel *tolerance* sebesar 0,062. Sedangkan untuk variabel *general surface finish* (x_5) tidak berpengaruh karena nilai p value lebih besar dari 0,1 yaitu sebesar 0,465. Setiap variabel tidak terjadi multikolinieritas karena nilai VIF setiap variabel lebih kecil dari 10. Sedangkan model persamaan yang dihasilkan dinyatakan dapat diterima atau dengan kata lain bahwa model tersebut nyata (fit). Hal ini ditandai dengan nilai p value pada *Analysis of Variance* (uji F) lebih kecil dari 0,1 ($\alpha = 10\%$) yaitu sebesar 0,097. Sedangkan sisanya dapat dijelaskan oleh variabel lain diluar model. Sedangkan model persamaan yang dihasilkan setelah dilakukan pengujian statistik adalah $Y(\text{Humanware}) = 3,00 + 0,071 X_1 + 0,429 X_2 + 0,286 X_4$.

3. Pengaruh Kompleksitas Produk Terhadap *Infoware*

The regression equation is
 $Y = 2,75 + 0,500 x_2 - 0,208 x_4$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	2,7500	0,8385	3,28	0,031	
x ₂	0,5000	0,1614	3,10	0,036	1,000
x ₄	-0,2083	0,1233	-1,69	0,166	1,000

S = 0,228218 R-Sq = 75,7% R-Sq(adj) = 63,5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	0,64881	0,32440	6,23	0,059
Residual Error	4	0,20833	0,05208		
Total	6	0,85714			

Dari hasil analisis diatas dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel shape (x_2) terhadap kemampuan *infoware*. Hal ini ditandai dengan nilai p value pada uji t lebih kecil dari 0,1 ($\alpha = 10\%$) sebesar 0,036. Sedangkan untuk variabel tolerance (x_4) tidak berpengaruh karena nilai p value lebih besar dari 0,1 yaitu sebesar 0,166. Setiap variabel tidak terjadi multikolinieritas karena nilai VIF setiap variabel lebih kecil dari 1. Sedangkan model persamaan yang dihasilkan dinyatakan dapat diterima atau dengan kata lain bahwa model tersebut nyata (fit). Hal ini ditandai dengan nilai p value pada *Analysis of Variance* (uji F) lebih kecil dari 0,1 ($\alpha = 10\%$) yaitu sebesar 0,059. Sedangkan model persamaan yang dihasilkan setelah dilakukan pengujian statistik adalah $Y(\text{Infoware}) = 2,75 + 0,5 X_2$

4. Pengaruh Kompleksitas Produk Terhadap *Orgaware*

The regression equation is
 $Y = 3,96 + 0,423 x_2 - 0,423 x_5$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	3,9615	0,6276	6,31	0,003	
x2	0,4231	0,1923	2,20	0,093	1,538
x5	-0,4231	0,1138	-3,72	0,020	1,538

S = 0,219265 R-Sq = 77,6% R-Sq(adj) = 66,3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	0,66484	0,33242	6,91	0,050
Residual Error	4	0,19231	0,04808		
Total	6	0,85714			

Dari hasil analisis diatas dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel *shape* (x_2) terhadap kemampuan *orgaware*. Hal ini ditandai dengan nilai *p value* pada uji t lebih kecil dari 0,1 ($\alpha = 10\%$) yaitu sebesar 0,093. Sedangkan untuk variabel *general surface finish* (x_5) tidak berpengaruh karena nilai *p value* lebih besar dari 0,1 yaitu sebesar 0,166. Setiap variabel tidak terjadi multikolinieritas karena nilai VIF setiap variabel lebih kecil dari 1. Sedangkan untuk model persamaan yang dihasilkan dinyatakan bahwa model tersebut dapat diterima atau dengan kata lain bahwa model tersebut nyata (fit). Hal ini ditandai dengan nilai *p value* pada *Analysis of Variance* (uji F) lebih kecil dari 0,1 ($\alpha = 10\%$) yaitu sebesar 0,050. Sedangkan model persamaan yang dihasilkan setelah dilakukan pengujian statistik adalah $Y (\text{Orgaware}) = 3,96 + 0,423 X_2$

4.3.2 Pembahasan

1. Pengaruh Kompleksitas Produk Terhadap Kemampuan Teknologi

Dari hasil analisis regresi linier diketahui bahwa kemampuan *technoware* dipengaruhi secara signifikan oleh beberapa variabel kompleksitas produk yaitu *material*, *shape* dan *geometry* dan pengaruhnya berbanding lurus. Artinya semakin tinggi tingkat kompleksitas atau kesulitan *material*, *shape* dan *geometry* suatu produk mengakibatkan kemampuan *technoware* semakin tinggi. Hal ini sangat logis karena dengan tingginya tingkat kompleksitas atau kesulitan *material*, *shape* dan *geometry* suatu produk, akan membutuhkan peralatan dan fasilitas yang lebih canggih untuk memproduksi produk tersebut sehingga dihasilkan suatu produk yang berkualitas tinggi.

Hasil analisis regresi linier untuk pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan *humanware* menunjukkan bahwa kemampuan *humanware* dipengaruhi secara signifikan oleh beberapa variabel kompleksitas produk yaitu *material*, *shape* dan *tolerance* dan pengaruhnya berbanding lurus. Artinya semakin tinggi tingkat kompleksitas atau kesulitan *material*, *shape* dan *tolerance* suatu produk mengakibatkan kemampuan *humanware* semakin tinggi. Hal ini juga sangat logis dan wajar karena dengan tingginya tingkat kompleksitas atau kesulitan *material*, *shape* dan *tolerance* suatu produk, akan membutuhkan *engineer* yang ahli dan berpengalaman serta mampu berimprovisasi dan berkreasi untuk mendesain dan memproduksi produk tersebut sehingga dihasilkan suatu produk dengan kualitas yang tinggi serta tingkat kesalahan dan cacat produk yang dihasilkan dapat diminimalisir.

Hasil analisis regresi linier untuk pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan *infoware* menunjukkan bahwa kemampuan *infoware* hanya dipengaruhi secara signifikan oleh variabel kompleksitas produk yaitu *shape* dan pengaruhnya berbanding lurus. Artinya semakin tinggi tingkat kompleksitas atau kesulitan *shape* suatu produk mengakibatkan kemampuan *infoware* semakin tinggi. Hal ini juga sangat logis dan wajar karena dengan tingginya tingkat kompleksitas atau kesulitan *shape* suatu produk, akan membutuhkan suatu informasi dan pengalaman serta

database perusahaan untuk memproduksi produk tersebut sehingga perusahaan akan lebih mudah untuk melakukan proses desain maupun manufaktur dan dapat mengurangi tingkat kesalahan dalam memproduksi produk tersebut.

Sedangkan hasil analisis regresi linier untuk pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan *orgaware* menunjukkan bahwa kemampuan *orgaware* hanya dipengaruhi secara signifikan oleh variabel kompleksitas produk yaitu *shape* dan pengaruhnya berbanding lurus. Artinya semakin tinggi tingkat kompleksitas atau kesulitan *shape* suatu produk mengakibatkan kemampuan *orgaware* semakin tinggi. Hal ini juga sangat logis dan wajar karena dengan tingginya tingkat kompleksitas atau kesulitan *shape* suatu produk, akan membutuhkan suatu tim kerja yang solid dan kompak serta dapat bekerjasama dengan baik untuk memproduksi produk tersebut sehingga proses produksi berjalan dengan baik dan lancar serta dapat memenuhi target produksi.

2. Persamaan Kemampuan Teknologi Berdasarkan Kompleksitas Produk *Pressed Part*

Dari hasil analisis regresi linear yang telah dijelaskan di bagian sebelumnya, diketahui variabel-variabel kompleksitas produk *pressed part* yang mempengaruhi kemampuan teknologi. *Technoware* dipengaruhi oleh *material*, *shape* dan *geometry*. *Humanware* dipengaruhi oleh *material*, *shape* dan *tolerance*. *Infoware* dan *orgaware* dipengaruhi oleh *shape*. Hasil analisis regresi linear tersebut hanya untuk mengetahui pengaruh variabel kompleksitas produk *pressed part* terhadap variabel kemampuan teknologi. Sedangkan untuk menghitung nilai kemampuan teknologi masing-masing variabel, tidak bisa digunakan model persamaan yang dihasilkan dari analisis regresi linear tersebut karena dari persamaan tersebut akan menghasilkan nilai minimum yang berbeda setiap variabel kemampuan teknologi. Hal ini akan menimbulkan pertanyaan bahwa nilai yang dihasilkan tersebut menjelaskan tentang apa?

Oleh karena itu diasumsikan bahwa nilai kemampuan teknologi dihasilkan dari penjumlahan nilai tingkat kompleksitas variabel kompleksitas produk yang mempengaruhi variabel kemampuan teknologi dimana setiap variabel tersebut terdiri dari beberapa subvariabel dan mempunyai nilai tingkat kompleksitas. Nilai tingkat

kompleksitas dari subvariabel tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan nilai tingkat kompleksitas variabel. Dari penjelasan diatas, maka persamaan kemampuan teknologi berdasarkan kompleksitas produk *pressed part* dapat ditulis sebagai berikut :

$$T = X_1 + X_2 + X_3$$

$$H = X_1 + X_2 + X_4$$

$$I = X_2$$

$$O = X_2$$

Dimana :

T = Kemampuan *Technoware*

H = Kemampuan *Humanware*

I = Kemampuan *Infoware*

O = Kemampuan *Orgaware*

X_1 = Tingkat Kompleksitas *Material*

X_2 = Tingkat Kompleksitas *Shape*

X_3 = Tingkat Kompleksitas *Geometry*

X_4 = Tingkat Kompleksitas *Tolerance*

Sedangkan untuk persamaan variabel itu adalah sebagai berikut :

$$X_1 = X_{1a} + X_{1b}$$

$$X_2 = X_{2a} + X_{2b} + X_{2c} + X_{2d} + X_{2e}$$

$$X_3 = X_{3a} + X_{3b} + X_{3c} + X_{3d} + X_{3e}$$

$$X_4 = X_{4a} + X_{4b} + X_{4c} + X_{4d} + X_{4e}$$

Dimana :

X_{1a} = Tingkat Kompleksitas Jenis *Material*

X_{1b} = Tingkat Kompleksitas Kekuatan *Material*

X_{2a} = Tingkat Kompleksitas Jenis *Shape*

X_{2b} = Tingkat Kompleksitas Jumlah *Shape*

X_{2c} = Tingkat Kompleksitas Simetris

X_{2d} = Tingkat Kompleksitas Bentuk Permukaan

X_{2e} = Tingkat Kompleksitas Jumlah Permukaan

X_{3a} = Tingkat Kompleksitas Dimesi Linear

X_{3b} = Tingkat Kompleksitas Ketebalan

X_{3c} = Tingkat Kompleksitas Berat

X_{3d} = Tingkat Kompleksitas Sudut

X_{3e} = Tingkat Kompleksitas Kelengkungan/*Radius*

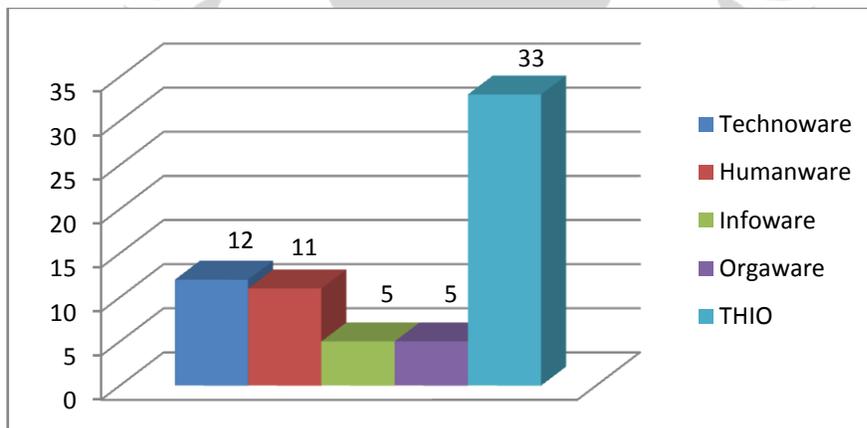
X_{4a} = Tingkat Kompleksitas Toleransi Linear

X_{4b} = Tingkat Kompleksitas Toleransi Ketebalan

X_{4c} = Tingkat Kompleksitas Toleransi Sudut

X_{4d} = Tingkat Kompleksitas Toleransi Radius

Dari persamaan diatas, maka akan didapat nilai minimum dan maksimum masing-masing variabel kemampuan teknologi dimana nilai minimum untuk semua variabel kemampuan teknologi adalah 0, sedangkan nilai maksimum untuk kemampuan *technoware* adalah 12, nilai maksimum untuk kemampuan *humanware* adalah 11, nilai maksimum untuk kemampuan *infoware* dan *orgaware* masing-masing adalah 5. Sehingga dari nilai maksimum tersebut akan menghasilkan nilai maksimum kemampuan Teknologi (THIO) sebesar 33.



Gambar 4.5 Skala Nilai Kemampuan Teknologi

Dari skala nilai minimum dan maksimum dari kemampuan teknologi diatas, maka dapat dibuat pemetaan tentang industri *pressed part* yang mapan dimana industri tersebut mampu membuat produk *pressed part* dengan tingkat kompleksitas yang tinggi. Misalnya untuk membuat suatu produk yang mempunyai tingkat kompleksitas yang tinggi dimana sekitar 70 % variabel kompleksitas pada produk

tersebut mempunyai nilai tingkat kompleksitas maksimum yaitu 1, maka perusahaan yang mampu membuat produk tersebut adalah perusahaan yang mempunyai nilai kemampuan teknologi lebih besar 18 ($THIO > 18$) dan atau mempunyai nilai kemampuan *technoware* lebih besar dari 8 ($T > 8$). Sehingga perusahaan yang mampu membuat produk tersebut adalah perusahaan yang mempunyai nilai kemampuan teknologi ($THIO$) lebih besar dari 18 atau perusahaan yang mempunyai nilai kemampuan teknologi ($THIO$) lebih kecil dari 18 tetapi mempunyai nilai kemampuan *technoware* lebih besar dari 8. Untuk melakukan dan membuat pemetaan kemampuan teknologi terhadap perusahaan industri *pressed part* membutuhkan penelitian lanjutan.

3. Nilai Kemampuan Teknologi Terhadap Produk *Pressed Part*

Berdasarkan persamaan kemampuan teknologi yang telah dijelaskan diatas, maka dapat dihitung nilai kemampuan teknologi terhadap 4 produk *pressed part* yang telah dihitung indeks kompleksitas produk *pressed part* tersebut. Sebelum melakukan perhitungan nilai kemampuan teknologi, maka harus dinilai dan dihitung nilai tingkat kompleksitas subvariabel dan variabel yang mempengaruhi kemampuan teknologi. Nilai tingkat kompleksitas variabel yang mempengaruhi kemampuan teknologi dapat dilihat pada tabel 4.8 dan hasil perhitungan nilai kemampuan teknologi untuk beberapa produk *pressed part* dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.8 Nilai Tingkat Kompleksitas Variabel Kompleksitas Produk *Pressed Part*

Nama Produk	X1a	X1b	X1	X2a	X2b	X2c	X2d	X2e	X2	X3a	X3b	X3c	X3d	X3e	X3	X4a	X4b	X4c	X4d	X4
BKT, FRT FOG LAMP A LH	0	0	0	1	0,5	1	0,5	0,5	3,5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4
BKT, FRT FOG LAMP B LH	0	0	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4
BKT, FRT BUMPER C LH	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	1	0	0	0,5	0	0,5	1	1	1	1	1	4
BRACKET AIR BOX RH	0	0	0	1	0,5	1	0,5	0,5	3,5	0	0	1	0	0,5	1,5	1	1	1	1	4

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Nilai Kemampuan Teknologi

Nama Produk	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	T	H	I	O	THIO
BKT, FRT FOG LAMP A LH	0	3,5	0	4	3,50	7,50	3,50	3,50	18
BKT, FRT FOG LAMP B LH	0	3,0	0	4	3,00	7,00	3,00	3,00	16
BKT, FRT BUMPER C LH	0	1,0	1	4	2,00	5,00	1,00	1,00	9
BRACKET AIR BOX RH	0	3,5	1,5	4	5,00	7,50	3,50	3,50	20

Dari tabel 4.9 diatas, menunjukkan bahwa produk yang mempunyai nilai kemampuan teknologi yang tinggi adalah produk dimana nilai tingkat kompleksitas variabel yang mempengaruhi juga tinggi. Untuk kemampuan *technoware*, produk yang mempunyai nilai yang teringgi adalah produk *Bracket Air Box RH* dengan nilai 5. Nilai ini dihasilkan dari variabel *shape* dimana nilai tingkat kompleksitas variabel *shape* untuk kedua produk tersebut mempunyai nilai yang sama yaitu 3,5. Sedangkan untuk nilai tingkat kompleksitas variabel *material* adalah 0 dan *geometry* adalah 1,5.

Untuk kemampuan *humanware*, produk yang mempunyai nilai yang tertinggi adalah produk *Bracket Air Box RH* dan produk *Bracket, Front Fog Lamp A LH* dengan nilai 7,5. Tingginya nilai kemampuan humanware ini disebabkan tingginya nilai tingkat kompleksitas variabel *shape* dan *tolerance* dimana nilai tingkat kompleksitas variabel *shape* dan *tolerance* untuk kedua produk tersebut mempunyai nilai yang sama yaitu masing 3,5 dan 4. Sedangkan untuk nilai tingkat kompleksitas variabel *material* untuk kedua produk tersebut nilainya 0.

Untuk kemampuan *infoware* dan *orgaware*, produk yang mempunyai nilai yang tertinggi adalah produk *Bracket Air Box RH* dan produk *Bracket, Front Fog Lamp A LH* dengan nilai 3,5. Nilai ini dihasilkan dari variabel *shape* dimana nilai tingkat kompleksitas variabel *shape* untuk kedua produk tersebut mempunyai nilai yang sama yaitu 3,5.

4. Pertimbangan Pengaruh Kompleksitas *Dies* Dan *Assembly* Terhadap Kemampuan Teknologi

Seandainya jika dalam penelitian ini mempertimbangkan pengaruh kompleksitas *dies* dan *assembly* untuk produk *pressed part* terhadap kemampuan teknologi, maka bagaimana hasilnya? Menurut pendapat saya yang telah melakukan penelitian ini, maka terdapat pengaruh kompleksitas *dies* dan kompleksitas *assembly* untuk produk *pressed part* terhadap kemampuan teknologi. Saya mengatakan hal ini karena merujuk pada hasil penelitian yang saya lakukan sekarang ini, bahwa terjadi pengaruh beberapa variabel kompleksitas produk *pressed part* terhadap variabel kemampuan teknologi.

Untuk membuat suatu produk *pressed part* membutuhkan suatu *dies* dan untuk membuat *dies*, dibutuhkan proses desain dan manufaktur yang begitu kompleks bahkan lebih kompleks dari produk itu sendiri. Sehingga dibutuhkan kemampuan teknologi yang tinggi baik itu *technoware*, *humanware*, *infoware* maupun *orgaware* untuk mendukung proses pembuatan *dies* yang sesuai dengan desain produk tersebut. Untuk *technoware* dibutuhkan peralatan yang canggih yang dapat mendukung proses desain dan manufaktur seperti mesin CNC yang telah terintegrasi dengan sistem CAD/CAM. Begitu juga dengan *humanware*, dibutuhkan orang-orang yang menguasai peralatan canggih tersebut untuk melakukan proses desain dan manufaktur sehingga dibutuhkan kemampuan *humanware* yang tinggi. Sama halnya dengan *infoware* dan *orgaware*, untuk membuat suatu *dies* yang kompleks juga dibutuhkan informasi, pengalaman dan *database* yang mendukung serta *teamwork* yang solid dalam memproduksi suatu *dies* untuk suatu produk *pressed part* yang mempunyai tingkat kompleksitas tinggi. Sehingga menurut pendapat saya terdapat pengaruh kompleksitas *dies* yang signifikan terhadap kemampuan teknologi.

Begitu juga dengan proses *assembly*, untuk membuat suatu produk yang membutuhkan proses penggabungan beberapa *part* untuk menjadi suatu produk membutuhkan teknologi yang tinggi. Terutama untuk produk yang mempunyai kepresisian yang tinggi. Suatu contoh produk gardan memiliki kepresisian yang tinggi dimana produk tersebut tidak boleh bocor karena jika bocor akan berakibat fatal terhadap kendaraan. Oleh sebab itu dibutuhkan teknologi pengelasan yang tinggi untuk memproduksi produk gardan tersebut. Akibatnya dibutuhkan mesin las yang berteknologi tinggi seperti mesin las *robotic*. Karena menggunakan mesin las yang berteknologi tinggi maka dibutuhkan orang yang mampu menguasai alat tersebut serta dibutuhkan juga informasi, pengalaman dan *database* tentang alat tersebut serta membutuhkan *team work* yang solid dan mampu bekerja sama dengan baik untuk memproduksi produk tersebut. Sehingga menurut pendapat saya terdapat pengaruh kompleksitas *assembly* yang signifikan terhadap kemampuan teknologi.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

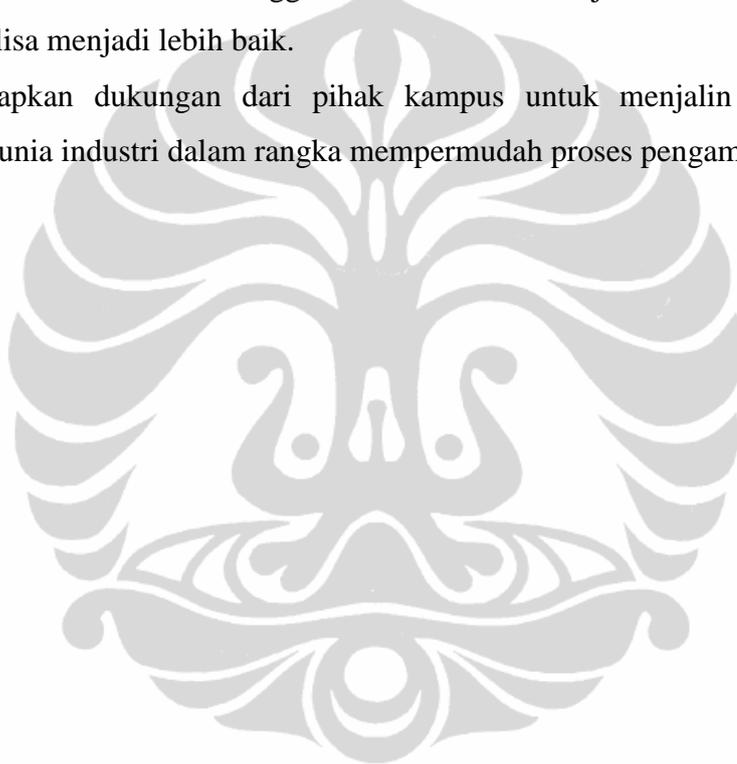
Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Nilai indeks kompleksitas produk terhadap beberapa produk *pressed part* adalah sebagai berikut :
 - Produk *Bracket, FRT Fog Lamp A LH* mempunyai indeks kompleksitas produk (*CI product*) sebesar 6,18
 - Produk *Bracket, FRT Fog Lamp B LH* mempunyai indeks kompleksitas produk (*CI product*) sebesar 6,13
 - Produk *Bracket, FRT Bumper C LH* mempunyai indeks kompleksitas produk (*CI product*) sebesar 4,78
 - Produk *Bracket Air Box RH* mempunyai indeks kompleksitas produk (*CI product*) sebesar 7,06
2. Dari hasil analisis secara statistik, maka pengaruh kompleksitas produk terhadap kemampuan teknologi adalah sebagai berikut :
 - *Technoware* dipengaruhi secara signifikan oleh variabel *material, shape* dan *geometry*.
 - *Humanware* dipengaruhi secara signifikan oleh variabel *material, shape* dan *tolerance*.
 - *Infoware* dipengaruhi secara signifikan oleh variabel *shape*.
 - *Orgaware* dipengaruhi secara signifikan oleh variabel *shape*.
3. Persamaan nilai kemampuan teknologi untuk masing-masing variabel kemampuan teknologi yang dihasilkan berdasarkan atas penjumlahan nilai tingkat kompleksitas variabel kompleksitas produk yang mempengaruhi variabel kemampuan teknologi tersebut, dimana setiap variabel terdiri dari beberapa subvariabel dan mempunyai nilai tingkat kompleksitas. Nilai tingkat kompleksitas dari subvariabel tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan nilai tingkat kompleksitas variabel.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya guna mendapatkan hasil yang lebih baik, yaitu :

1. Memperbanyak sampel penelitian guna mendapatkan hasil analisa yang lebih baik
2. Mencoba menggunakan metode analisa faktor untuk mengelompokkan variabel-variabel bebas sehingga variabel bebas menjadi lebih sedikit dan hasil analisa menjadi lebih baik.
3. Mengharapkan dukungan dari pihak kampus untuk menjalin kerjasama dengan dunia industri dalam rangka mempermudah proses pengambilan data



DAFTAR PUSTAKA

1. EIMaraghy, W.H., Urbanic, R. J., 2003, "Modelling of Manufacturing Systems Complexity", *The Annals of CIRP*, Vol. 53/1, pp. 363-366
2. EIMaraghy, W.H., Urbanic, R.J., 2004, "Assessment of Manufacturing Operational Complexity", *CIRP Annals*, v. 53/1, pp. 401-406.
3. T. J. Gabriel, Ph D., "Measuring The Manufacturing Complexity Created By System Design", *The Mike Cottrell School of Business, North Georgia College and State University, Dahlonega*
4. Gaspersz, Vincent., "Desain Sistem Manufaktur Menggunakan ERP System: Suatu Pendekatan Praktis", *Jurnal Siasat Bisnis* No. 6 Vol. 1, 2001, 0853 – 7665,
5. Gaspersz, Vincent., 2001. "Production Planning and Inventory Control-Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21", *Edisi Revisi dan Perluasan.*, Gramedia, Jakarta.
6. Harrell, C., B.K. Ghosh and R.O. Bowden, Jr., 2003 "Simulation Using Promodel", 2nd edition., McGraw-Hill, Singapore.
7. Simon, H. "The Architecture of Complexity," *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 106, No. 6, 1962, 467-482.
8. Sharif, Nawaz., 2009, " Framework Document for Integrating Technological Considerations into National Economic Development Meeting", *Technology Planning and Technology Governance Meeting, Nairobi.*
9. Budikania, T. S., 2008, "Analisis Kontribusi Teknologi Pada Industri", *Tesis Magister Teknik dan Manajemen Industri- ITB, Bandung.*
10. Indrawati, S.W., 2003, "Analisis Pengaruh Komponen Teknololgi-Technoware, Humanware, Infoware dan Orgaware -Terhadap Faktor Utama Daya Saing Industri Kecil", *Tesis Magister Teknik dan Manajemen Industri- ITB, Bandung.*
11. Suchy, Ivana., 2006, "Handbook Of Die Design", 2nd edition., McGraw-Hill, New York.
12. Boljanovic, Vukota., 2004, "Sheet Metal Forming Process And Die Design", *Industrial Press, New York.*

13. Sudarmawan, R, T, 2009, “Teknologi Press Dies-Panduan Desain”, Penerbit Kansius, Yogyakarta.
14. Urbanic, R. J., ElMaraghy, W.H., 2009, “Assessing the Complexity of a Recovered Design and its Potential Redesign Alternatives”, Proceedings of the 19th CIRP Design Conference – Competitive Design, Cranfield University, 30-31 March 2009, pp202.
15. Sarwono, J., 2006, “Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif”, Graha Ilmu, Yogyakarta.
16. Walpole, R. E., 1993, “Pengantar Statistika”, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
17. Aunuddin., 2005, “Rancangan Dan Analisa Data”, IPB Press, Bogor.



Lampiran 1
Kuesioner Penelitian



KUESIONER PENELITIAN

ROMIYADI

Program Pascasarjana Universitas Indonesia

Judul Penelitian:

**Penilaian Kompleksitas Produk Pressed Part dan Analisa
Pengaruh Terhadap Kemampuan Teknologi**

Kepada Yth

Responden Penelitian

Di tempat

Dengan hormat,

Sehubungan dengan Universitas Indonesia sedang dalam pengembangan dan melakukan penelitian terhadap kompleksitas produk pressed part serta pengembangan model tingkat kematangan industri, maka peneliti memohon kesediaan Saudara/i dengan menjadi responden penelitian yaitu dengan mengisi kuesioner dan memilih jawaban pada kolom yang telah disediakan.

Kuesioner ini terdiri dari 2 bagian yaitu **Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Kemampuan Teknologi** dan **Penilaian Tingkat Kompleksitas Produk Pressed Part**. Kuesioner ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kompleksitas produk serta pengaruh terhadap kemampuan teknologi. Untuk itu pengisian kuesioner ini di isi seobyektif mungkin.

Atas kesediaan dan keikhlasannya dalam mengisi kuesioner ini, kami ucapkan banyak terimakasih.

Depok , Agustus 2010

Hormat kami,

Romiyadi

Anggota Tim peneliti

PENDAHULUAN

Kompleksitas produk merupakan tingkat kerumitan suatu produk berdasarkan dari fitur dan spesifikasi produk. ElMaraghy dan Urbanic mengemukakan bahwa kompleksitas produk merupakan fungsi dari material, desain spesifikasi dan komponen dari suatu produk. Fungsi tersebut dikembangkan sehingga kompleksitas produk merupakan fungsi dari **material, shape, geometry, toleransi, general surface finish** dan **hardness** dari suatu produk.

Kapabilitas diartikan sebagai kemampuan sistem untuk mengeksekusi kegiatan/aksi yang spesifik. Terdapat berbagai pendekatan dalam mengakuisisi kemampuan (capability). Salah satu pendekatan tersebut adalah **THIO**. THIO merupakan suatu pendekatan framework teknologi yang berdasarkan pada empat obyek utama dan relasi antar keempat obyek tersebut. Keempat obyek tersebut adalah **Technoware, Humanware, Infoware** dan **Orgaware**.

Technoware adalah fasilitas rekayasa mencakup peralatan (tools), perlengkapan (equipment), mesin-mesin (machines), alat pengangkutan (vehicles) dan infrastruktur fisik. Technoware merupakan sumberdaya utama dari keseluruhan kerja dari organisasi, berkaitan dengan komponen fisik dari teknologi tersebut, bagaimana satu kerja dilakukan untuk menghasilkan output tertentu.

Humanware adalah kemampuan manusia yang diperlukan untuk melakukan operasi transformasi seperti pengetahuan, ketrampilan, kebijakan, kreativitas dan pengalaman. Humanware merupakan inti dari yang memperbantuan peralatan-peralatan kerja, sebagai brain dari alat-alat kerja tersebut, memutuskan apa yang dikerjakan dengan apa dikerjakan.

Infoware merupakan sumber informasi kreatif berkaitan dengan kerja, pengalaman kerja berbentuk dokumen yang berisi tentang teknologi, data, relasi data, disebut juga dengan keterjadian (facts).

Orgaware merupakan koordinasi atau relasi dari semua tingkatan kerja, berbicara mengenai skematisasi dari kerja, langkah-langkah kerja yang harus dilakukan untuk menyelesaikan satu produk atau komponen, disebut juga dengan langkah kerja (steps).

Saat ini komponen produk otomotif mempunyai jumlah yang sangat besar serta ragam produknya sangat tinggi. Semakin meningkat fungsi-fungsi kompleksitas produk, semakin kompleks proses desain dan produksinya, serta semakin sulit untuk dibuat mengakibatkan semakin besar kontribusi peran komponen teknologi untuk menghasilkan produk tersebut (hipotesa awal).

Kuesioner ini dibuat bertujuan mengumpulkan informasi dari beberapa perusahaan yang digunakan untuk mengetahui pengaruh dari variabel kompleksitas produk yaitu **material, shape, geometry, toleransi, general surface finish dan hardness** dari suatu produk terhadap variabel dari kemampuan teknologi yaitu **technoware, humanware, infoware dan orgaware**.

Identitas Responden

Nama Responden	
Jenis Kelamin	Pria / Wanita
Umur	tahun
Pendidikan Terakhir	SD / SMP / SMU / D3 / S1 / S2 / S3
Lama Bekerja	tahun
Divisi	
Jabatan	
Nama Perusahaan	
Alamat Perusahaan	
Produk yang dihasilkan	<input type="checkbox"/> Back panel/back door <input type="checkbox"/> Cross member <input type="checkbox"/> Doors <input type="checkbox"/> Engine hood/front panel <input type="checkbox"/> Fender <input type="checkbox"/> Floor/rear deck <input type="checkbox"/> Roof <input type="checkbox"/> Side panel <input type="checkbox"/> Side rail/chassis <input type="checkbox"/> Trunk <input type="checkbox"/> (.....)* <input type="checkbox"/> (.....)* <input type="checkbox"/> (.....)* <input type="checkbox"/> (.....)*
Aktivitas Perancangan & Manufaktur Produk & Dies	<input type="checkbox"/> Ada, <input type="checkbox"/> Tidak ada <input type="checkbox"/> Hanya perancangan produk <input type="checkbox"/> Perancangan produk & dies <input type="checkbox"/> Manufaktur dies
Contact Person	

*) Apabila ada produk lain diluar yang tersebut di atas mohon disebutkan

Kuesioner 1 : Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Kemampuan Teknologi

Petunjuk :

Berilah tanda silang (X) pada jawaban yang anda pilih dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Kategori 1 : Sangat Tidak Setuju (STS)
2. Kategori 2 : Tidak Setuju (TS)
3. Kategori 3 : Ragu-ragu (R)
4. Kategori 4 : Setuju (S)
5. Kategori 5 : Sangat Setuju (SS)

A. Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Technoware

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
Material						
1	Jenis material dari suatu produk mempengaruhi seberapa besar kemampuan perusahaan dalam kecanggihan teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin tinggi kekuatan material dari suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin tinggi kekakuan material dari suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
Shape						
1	Semakin beragamnya jenis shape (kompleks) suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin banyaknya jumlah shape suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Produk yang tidak simetris mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin beragamnya bentuk permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
5	Semakin banyak jumlah permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
Geometri						
1	Semakin tebal suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin berat suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin besar dimensi suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
4	Semakin besar volume suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
5	Semakin kecil kelengkungan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
6	Produk yang mempunyai sudut yang kecil mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
Toleransi						
1	Semakin kecil toleransi panjang suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin kecil toleransi ketebalan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin kecil toleransi sudut suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi yang fasilitas rekayasa digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin kecil toleransi radius suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
General Surface Finish						
1	Semakin halus permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Permukaan produk yang berwarna mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin beragam warna permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
Hardness						
1	Produk yang mempunyai hardness yang tinggi mengakibatkan semakin tinggi teknologi fasilitas rekayasa yang digunakan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					

B. Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Humanware

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
Material						
1	Jenis material yang dari suatu produk mempengaruhi seberapa besar kemampuan skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin tinggi kekuatan material dari suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin tinggi kekakuan material dari suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
Shape						
1	Semakin beragamnya jenis shape (kompleks) suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin banyaknya jumlah shape suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Produk yang tidak simetris mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin beragamnya bentuk permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
5	Semakin banyak jumlah permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
Geometri						
1	Semakin tebal suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin berat suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin besar dimensi suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin besar volume suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
5	Semakin kecil kelengkungan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
6	Produk yang mempunyai sudut yang kecil mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
Toleransi						
1	Semakin kecil toleransi panjang pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin kecil toleransi ketebalan pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin kecil toleransi sudut pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin kecil toleransi radius pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
General Surface Finish						
1	Semakin halus permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Permukaan produk yang berwarna mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin beragam warna permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
Hardness						
1	Produk yang mempunyai hardness yang tinggi mengakibatkan semakin tinggi skill dan keahlian teknisi dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					

C. Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Infoware

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
Material						
1	Jenis material dari suatu produk mempengaruhi pengetahuan dan pengalaman perusahaan dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin tinggi kekuatan material dari suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin tinggi kekakuan material dari suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
Shape						
1	Semakin beragamnya jenis shape (kompleks) suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin banyaknya jumlah shape suatu produk mengakibatkan semakin pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Produk yang tidak simetris mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin beragamnya bentuk permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan merancang dan atau membuat produk tersebut					
5	Semakin banyak jumlah permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat untuk produk tersebut					
Geometri						
1	Semakin tebal suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin berat suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin besar dimensi suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin besar volume suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
5	Semakin kecil kelengkungan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
6	Produk yang mempunyai sudut yang kecil mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
Toleransi						
1	Semakin kecil toleransi panjang pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
2	Semakin kecil toleransi ketebalan pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin kecil toleransi sudut pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin kecil toleransi radius pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
General Surface Finish						
1	Semakin halus permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Permukaan produk yang berwarna mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin beragam warna permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					
Hardness						
1	Produk yang mempunyai hardness yang tinggi mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					

D. Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Orgaware

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
Material						
1	Jenis material dari suatu produk mempengaruhi seberapa besar tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin tinggi kekuatan material dari suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin tinggi kekakuan material dari suatu produk mengakibatkan semakin tinggi pengetahuan dan pengalaman perusahaan yang dibutuhkan untuk merancang dan atau membuat produk tersebut					

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
Shape						
1	Semakin beragamnya jenis shape (kompleks) suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin banyaknya jumlah shape suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Produk yang tidak simetris mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin beragamnya bentuk permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
5	Semakin banyak jumlah permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
Geometri						
1	Semakin tebal suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Semakin berat suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin besar dimensi suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin besar volume suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
5	Semakin kecil kelengkungan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
6	Produk yang mempunyai sudut yang kecil mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
Toleransi						
1	Semakin kecil toleransi panjang pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
2	Semakin kecil toleransi ketebalan pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin kecil toleransi sudut pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
4	Semakin kecil toleransi radius pada suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
General Surface Finish						
1	Semakin halus permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
2	Permukaan produk yang berwarna mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
3	Semakin beragam warna permukaan suatu produk mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					
Hardness						
1	Produk yang mempunyai hardness yang tinggi mengakibatkan semakin tinggi tingkat penanganan dan pengelolaan kerja yang sistematis, efektif dan efisien dalam merancang dan atau membuat produk tersebut					

Kuesioner 2 : Kemampuan Teknologi Perusahaan

Petunjuk :

Berilah tanda silang (X) pada jawaban yang anda pilih dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Kategori 1 : Sangat Tidak Setuju (STS)
2. Kategori 2 : Tidak Setuju (TS)
3. Kategori 3 : Ragu-ragu (R)
4. Kategori 4 : Setuju (S)
5. Kategori 5 : Sangat Setuju (SS)

A. Kemampuan Technoware Perusahaan

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
1	Perusahaan mampu melakukan proses desain dan proses manufaktur untuk memproduksi suatu produk					
2	Dalam melakukan proses desain, perusahaan menggunakan bantuan komputer dengan spesifikasi dan teknologi tinggi					
3	Dalam melakukan proses manufaktur, perusahaan menggunakan mesin dengan spesifikasi dan teknologi tinggi					
4	Dalam melakukan proses manufaktur, perusahaan menggunakan peralatan bantuan dengan spesifikasi dan teknologi tinggi					
5	Dalam aktifitas manufaktur, kriteria pengerjaan perusahaan menggunakan teknologi production line / lajur					
6	Dalam aktifitas persiapan produksi yang berkaitan dengan pengangkutan material, perusahaan menggunakan peralatan dengan spesifikasi dan teknologi tinggi					
7	Dalam sistem pengontrolan mesin produksi, perusahaan menggunakan dan mengaplikasikan teknologi tinggi					
8	Dalam proses pengujian kualitas produk, perusahaan melakukan pengujian kepresisian dan kualitas produk dengan menggunakan dan mengaplikasikan teknologi tinggi					
9	Perusahaan mampu membuat prototype dengan menggunakan dan mengaplikasikan teknologi tinggi					

B. Kemampuan Humanware Perusahaan

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
1	SDM perusahaan mampu melakukan proses desain produk menggunakan peralatan komputer dengan spesifikasi dan teknologi tinggi					
2	SDM perusahaan mampu melakukan proses manufaktur produk menggunakan mesin dan peralatan lainnya dengan spesifikasi dan teknologi tinggi					
3	SDM perusahaan mampu mengidentifikasi cara kerja dari mesin					

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
4	SDM perusahaan mampu melakukan proses perawatan (maintenance) terhadap mesin dan peralatan lainnya					
5	SDM perusahaan mampu mengatasi permasalahan (trouble) yang muncul dalam pekerjaan					
6	SDM perusahaan mampu bekerjasama dalam tim					
7	SDM perusahaan mampu berkreasi dan berinovasi dalam pekerjaan					
8	SDM perusahaan mampu melakukan pekerjaan dan mengacu pada SOP					

C. Kemampuan Infoware Perusahaan

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
1	Perusahaan melakukan pengumpulan dan penyimpanan data secara tersusun rapi dan telah dikategorikan					
2	Perusahaan melakukan pengumpulan dan penyimpanan data dengan sistem komputerisasi					
3	Sistem informasi yang dimiliki perusahaan mampu mendukung kegiatan produksi perusahaan					
4	Jaringan informasi yang dimiliki perusahaan seluruhnya online					
5	Prosedur operasional yang digunakan perusahaan mampu mengatur komunikasi antar anggota perusahaan sehingga proses produksi berjalan lancar					
6	Perusahaan menginformasikan kondisi dan permasalahan yang ada dengan cepat kepada seluruh anggota perusahaan					

D. Kemampuan Orgaware Perusahaan

No	Pertanyaan	Jawaban				
		STS	TS	R	S	SS
1	Struktur organisasi / manajemen perusahaan mampu memotivasi karyawannya melalui kepemimpinan yang efektif					
2	Struktur organisasi / manajemen perusahaan mampu menciptakan lingkungan kerja yang kondusif guna perbaikan dan peningkatan produktivitas					
3	Struktur organisasi / manajemen perusahaan mampu mengoptimalkan standar kualitas dalam proses dan produk					
4	Visi dan misi perusahaan memiliki ketegasan dalam orientasi kedepan					
5	Perusahaan mampu memenuhi kebutuhan pelanggan (customer)					
6	Perusahaan mampu membina hubungan baik dengan pelanggan (customer) atau (pemasok) supplier					
7	Perusahaan mampu menyesuaikan diri dengan tuntutan serta perubahan dari luar					
8	Perusahaan mampu meningkatkan dukungan sumber daya dari luar					

Kuesioner 3 : Penilaian Tingkat Kompleksitas Produk Pressed Part

Berilah tanda silang (X) pada jawaban yang anda pilih

A. Penilaian Tingkat Kompleksitas Produk Pressed Part Variabel Material			
1. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh penggunaan material Steel (Baja) suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
2. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh penggunaan material aluminium suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
3. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh penggunaan material kuningan suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
4. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh penggunaan material yang sangat kuat suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
5. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh penggunaan material yang sangat kaku suatu produk terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
B. Penilaian Tingkat Kompleksitas Produk Pressed Part Variabel Shape			
1. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh jenis shape yang beragam suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
2. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh banyaknya jumlah shape suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
3. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh suatu produk pressed part yang tidak simetris terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
4. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh beragamnya bentuk permukaan (permukaan yang bergelombang / tidak rata) suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
5. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh banyaknya jumlah permukaan suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
C. Penilaian Tingkat Kompleksitas Produk Pressed Part Variabel Geometri			
1. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh produk pressed part yang sangat tebal terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)
2. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh produk pressed part yang sangat berat terhadap kompleksitas produk	<input type="checkbox"/> Rendah (0)	<input type="checkbox"/> Sedang (0,5)	<input type="checkbox"/> Tinggi (1)

3. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh produk pressed part yang sangat luas terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)
4. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh produk presed part yang ukurannya (volume) sangat besar terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)
5. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh produk pressed part yang mempunyai kelengkungan yang sangat kecil terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)
6. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh produk pressed part yang mempunyai sudut yang sangat kecil terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)
D. Penilaian Tingkat Kompleksitas Produk Presed Part Variabel Toleransi
1. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh toleransi untuk ukuran panjang yang sangat kecil (ketat) suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)
2. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh toleransi untuk ketebalan yang sangat kecil (ketat) suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)
3. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh toleransi untuk ukuran sudut yang sangat kecil (ketat) suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)
4. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh toleransi untuk ukuran radius yang sangat kecil (ketat) suatu produk pressed part terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)
E. Penilaian Tingkat Kompleksitas Produk Presed Part Variabel General Surface Finish
1. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh permukaan produk pressed part yang sangat halus terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)
2. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh permukaan produk pressed part yang berwarna terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)
3. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh produk pressed part yang mempunyai warna yang sangat
F. Penilaian Tingkat Kompleksitas Produk Presed Part Variabel Hardness
1. Menurut pendapat anda berapa tingkat pengaruh produk pressed part yang sangat keras (hardness / kekerasan yang tinggi) terhadap kompleksitas produk <input type="checkbox"/> Rendah (0) <input type="checkbox"/> Sedang (0,5) <input type="checkbox"/> Tinggi (1)

Lampiran 2

Tabel Hasil Observasi Pembobotan Tingkat Kompleksitas Produk Preesed Part

Material			
Jenis Material		Tensile Strength	Kekakuan
MJSH 270 C	SPHC	270 MPA	
MJSH 270 D	SPHD		
MJSH 270 E	SPHE		
MJSC 270 C	SPCC		
MJSC 270 D	SPCD		
MJSC 270 E	SPCE		
MJSC 270 F			
MJSC 270 G			
MJAC 270 C	SGACC		
MJAC 270 D	SGACD		
MJAC 270 E	SGACE		
MJAC 270 F			
MJSH 310 W	SAPH 310		
MJSC 340 W	SPRC 340	340 MPA	
MJSC 340 P			
MJSH 370 W	SAPH 370	370 MPA	
MJSH 400 W	SAPH 400	400 MPA	
MJSH 440 W	SAPH 440	440 MPA	

Shape				
Jenis Shape	Jumlah Shape	Simetris	Bentuk Permukaan	Jumlah Permukaan
<ul style="list-style-type: none"> - Lingkaran - Segitiga - Segiempat - Segilima - Segienam - Elips - Segitiga Tidak Beraturan - Segiempat Tidak Beraturan - Segilima Tidak Beraturan - Segienam Tidak Beraturan 	Min = 1 Max = 15	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak Simetris - Simetris 1 Sumbu - Simetris 2 Sumbu - Simetris 3 Sumbu 	<ul style="list-style-type: none"> - Mendatar - Melengkung - Bergelombang - Zigzag 	Min = 1 Max = 15



Geometri				
Ketebalan	Berat	Dimensi	Kelengkungan/ Radius	Sudut
Max = 12 mm	Max = 18 Kg	<ul style="list-style-type: none"> - Panjang / lebar Max = 3150 mm - Diameter Blank & Lubang (Hole) Max = 2000 mm - Diameter Drawing & Buring Max = 2000 mm - Panjang Bending (Bending Length) Max = 2000 mm - Lebar Bending (Bending Width) Max = 1000 mm - Kedalaman Bending (Bending Depth) Max = 300 mm 	Max R = 5 mm	Max = 172°

Toleransi				
Toleransi Linear	Toleransi Ketebalan	Toleransi Sudut	Toleransi Radius	Toleransi Hole/Blank
- Panjang / lebar Min = $\pm 0,2$ mm Max = $\pm 3,5$ mm	Min = $\pm 0,1$ mm Max = $\pm 0,5$ mm	Min = $\pm 1^\circ$ Max = $\pm 4^\circ$	Min = $\pm 0,5$ mm Max = $\pm 2,5$ mm	Min = $\pm 0,15$ mm Max = $\pm 3,0$ mm
- Diameter Blank & Lubang (Hole) Min = $\pm 0,15$ mm Max = ± 3 mm				
- Diameter Drawing & Buring Min = $\pm 0,25$ mm Max = ± 3 mm				
- Panjang Bending (Bending Length) Min = $\pm 0,25$ mm Max = ± 3 mm				
- Lebar Bending (Bending Width) Min = $\pm 0,25$ mm Max = ± 3 mm				
- Kedalaman Bending (Bending Depth) Min = $\pm 0,25$ mm Max = $\pm 2,5$ mm				
General Surface				
Kekasaran Permukaan	Warna Permukaan	Jumlah Warna		
-	Min = Tidak ada Max = Seluruh Permukaan Berwarna	Min = 0 Max = 1		

Lampiran 3
Tabel Hasil Kuesioner Penilaian Tingkat Kompleksitas Produk

Responden /Perusahaan	Material (X1)					Shape (X2)					Geometri (X3)						Toleransi (X4)				General Surface Finish (X5)			Hard nes (X6)	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3		1
Data Hasil Kuesioner Penilaian Kompleksitas Produk																									
1	0,5	0,5	0,5	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0,5	0,5	0	0,5	1	1	1	1	1	1	0,5	1	
2	0,5	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	0,5	1	0,5	0,5	0	1	1	1	1	1	0	0	0,5	0,5	1	1	1	0,5	1	1	1	0,5	1	1	
4	1	0	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,5	1	0,5	1	1	1	1	
5	0,5	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	
6	1	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	1	1	0	0,5	1	1	0,5	0	0	0,5	
7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Total	4,5	4	3,5	3	4	5,5	5	5	5,5	6	2,5	3	4	4,5	5,5	6	5,5	4,5	6	5,5	5,5	4,5	4,5	6	
Rata-rata	0,64	0,57	0,50	0,43	0,57	0,79	0,71	0,71	0,79	0,86	0,36	0,43	0,57	0,64	0,79	0,86	0,79	0,64	0,86	0,79	0,79	0,64	0,64	0,86	
Nilai Akhir	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,5	1	1	1	0,5	0,5	1	

Lampiran 4 Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk

NAMA PRODUK : BKT, FRT FOG LAMP A LH



Callout	Total	Unique
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	4	4
Tolerance	8	8
Height	1	1
Tolerance	2	2
Bend Radius	2	1
Tolerance	4	2
Bend Angle	2	1
Tolerance	4	2
Bend Depth	2	2
Tolerance	4	4
Emboss Length	2	2
Tolerance	4	4
Emboss Width	1	1
Tolerance	2	2
Emboss Depth	1	1
Tolerance	2	2
Emboss Angle	2	1

Tolerance	4	2
Emboss Radius	2	1
Tolerance	4	2
Fillet Radius	4	2
Tolerance	8	4
Hole Diameter	2	1
Tolerance	2	1
Hole Length	1	1
Tolerance	1	1
Hole Width	1	1
Tolerance	1	1
Position	3	2
X	3	3
Tolerance	6	6
Z	3	1
Tolerance	6	6
Increment(s)	1	1
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	105	82
N =	105	
n =	82	
Hproduct	6,73	
Drproduct	0,78	

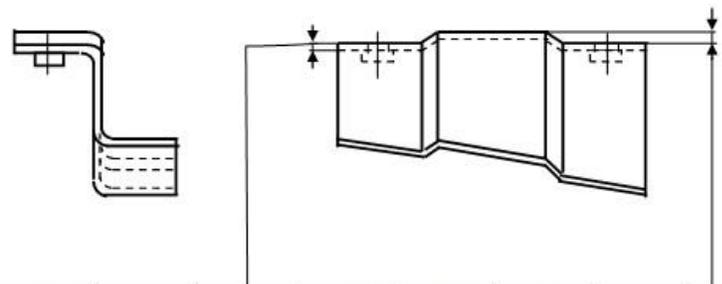
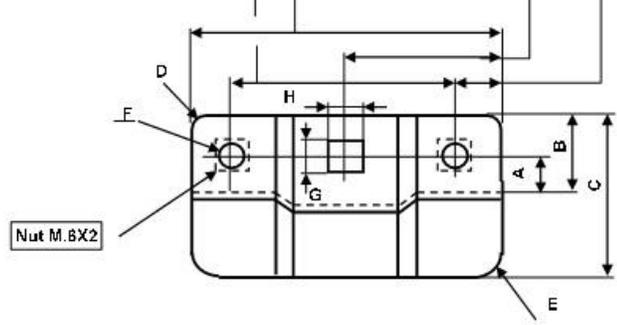
Description	J = 4						
	Number	Aspects				SUM	Sum/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Cut Side	4	0	0	0	1	1	0,25
Upper Flange	1	0	0,5	0	1	1,5	0,38
Lower Flange	1	0	0,5	0	1	1,5	0,38
Emboss	1	0	0	0	1	1	0,25
Nut Hole	2	0	0	0	1	1	0,25
Rectangular Hole	1	0	0	0	1	1	0,25

Description	K = 2				
	Number	Aspects		SUM	Sum/K
		General Surface Finish	Hardness		
Cut Side	4	0	0	0	0,00
Upper Flange	1	0	0	0	0,00
Lower Flange	1	0	0	0	0,00
Emboss	1	0	0	0	0,00
Nut Hole	2	0	0	0	0,00
Rectangular Hole	1	0	0	0	0,00

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Cut Side	0,13	0,05
Upper Flange	0,19	0,02
Lower Flange	0,19	0,02
Emboss	0,13	0,01
Nut Hole	0,13	0,03
Rectangular Hole	0,13	0,01
Relative Product Complexity Co. c_j		0,14
CI Product		6,18

STD	17 ^{±0.5}			60 ^{±0.5}	80 ^{±1.0}		40 ^{±0.5}	10 ^{±0.5}	27 ^{±1.0}	
No1			←							
No2										
No3										

A B



STD	47 ^{±1.0}		t 1.6 ^{±0.1}	R.5 ^{±1.0}	R.10 ^{±1.0}	8 ^{+0.5}	8 ^{+0.5}	3 ^{±1.0}	∅7 ^{+0.5}	
No1										
No2										
No3										



NAMA PRODUK : BKT, FRT FOG LAMP B LH



Callout	Total	Unique
Length	3	3
Tolerance	6	6
Width	1	1
Tolerance	2	2
Height	2	2
Tolerance	4	4
Bend Radius	2	1
Tolerance	4	2
Bend Angle	2	1
Tolerance	4	2
Bend Depth	1	1
Tolerance	2	2
Bend Width	1	1
Tolerance	2	2
Emboss Length	1	1
Tolerance	2	2
Emboss Width	1	1
Tolerance	2	2
Emboss Depth	1	1
Tolerance	2	2
Emboss Angle	2	1
Tolerance	4	2
Emboss Radius	2	1
Tolerance	4	2
Fillet Radius	4	1

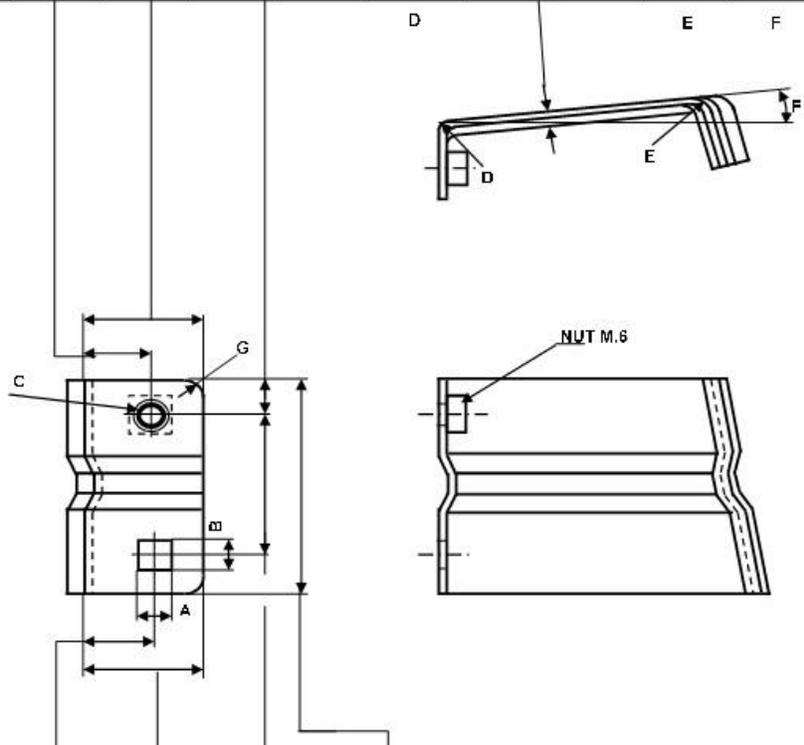
Tolerance	4	1
Hole Diameter	1	1
Tolerance	1	1
Hole Length	1	1
Tolerance	1	1
Hole Width	1	1
Tolerance	1	1
Position	2	2
Y	2	2
Tolerance	4	4
Z	2	2
Tolerance	4	4
Increment(s)	1	1
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	89	71
N =	89	
n =	71	
Hproduct	6,49	
Drproduct	0,80	

Description	J = 4						
	Number	Aspects				SUM	Sum/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Cut Side	4	0	0	0	1	1	0,25
Flange	2	0	0,5	0	1	1,5	0,38
Emboss	1	0	0,5	0	1	1,5	0,38
Nut Hole	1	0	0	0	1	1	0,25
Rectangular Hole	1	0	0	0	1	1	0,25

Description	K = 2				
	Number	Aspects		SUM	Sum/K
		General Surface Finish	Hardness		
Cut Side	4	0	0	0	0,00
Flange	2	0	0	0	0,00
Emboss	1	0	0	0	0,00
Nut Hole	1	0	0	0	0,00
Rectangular Hole	1	0	0	0	0,00

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Cut Side	0,13	0,06
Flange	0,19	0,04
Emboss	0,19	0,02
Nut Hole	0,13	0,01
Rectangular Hole	0,13	0,01
Relative Product Complexity Co. c_j		0,15
CI Product		6,13

STD	$17^{+0.5}$	$27^{+1.0}$	$10^{+0.5}$		$R.3^{+1.0}$	$4.6^{+1.0}$		$R.3^{+1.0}$	$4.0^{+1.0}$		
No1											
No2											
No3											



STD	$17^{+0.5}$	$27^{+1.0}$	$35^{+0.5}$	$55^{+1.0}$	$8^{+0.5}_{-n}$	$8^{+0.5}_{-n}$	$\varnothing 7^{+0.5}_{-n}$	$t 1.6^{+0.1}$	$7^{+0.5}_{-n}$	←
No1										
No2										
No3										

A B C G



NAMA PRODUK : BKT, FRT BUMPER C LH

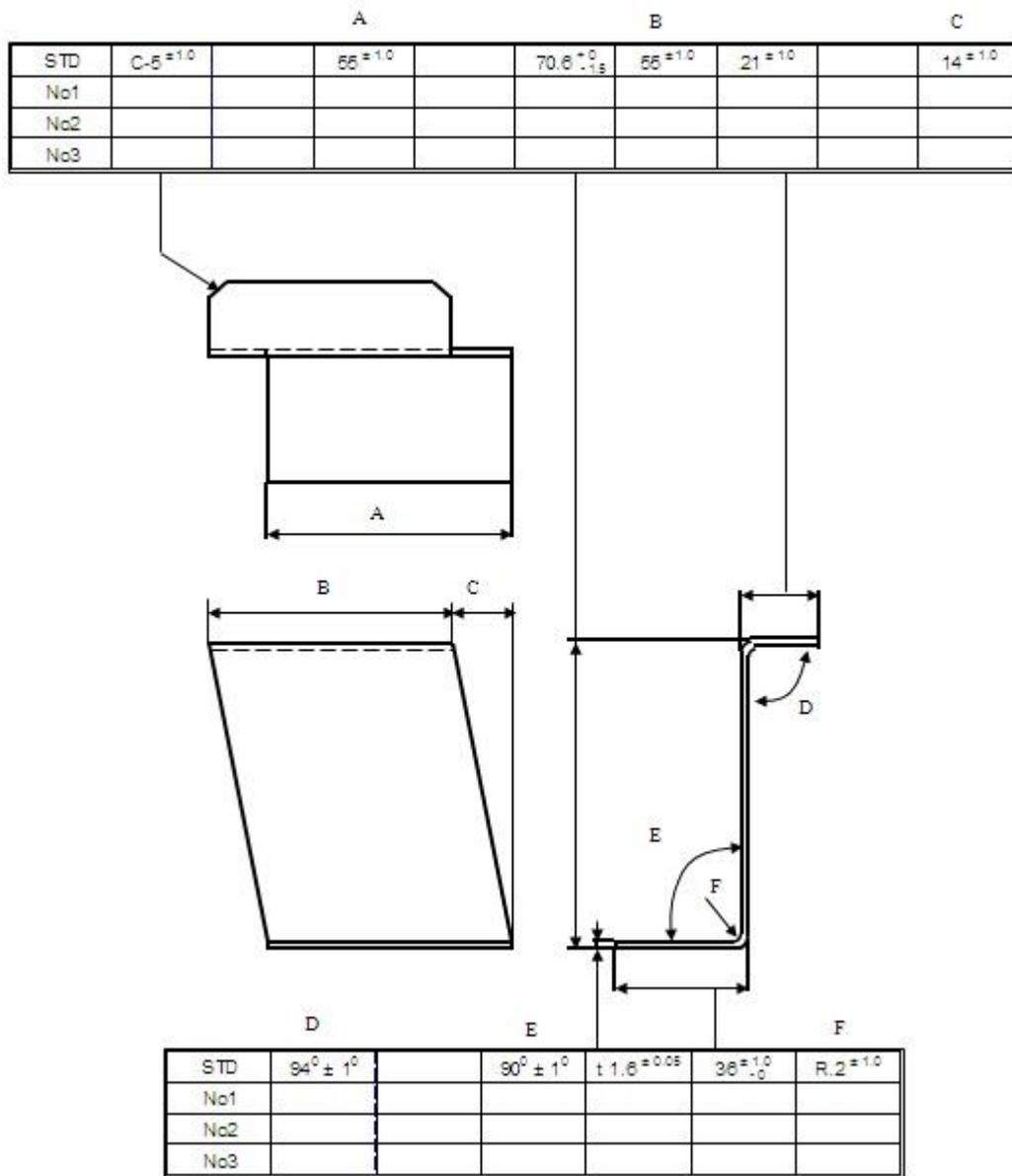


Callout	Total	Unique
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	2	2
Tolerance	4	1
Height	2	2
Tolerance	4	4
Bend Radius	2	1
Tolerance	4	2
Bend Angle	2	2
Tolerance	4	4
Bend Depth	1	1
Tolerance	2	2
Chamfer Depth	2	1
Tolerance	4	2
Chamfer Angle	2	1
Tolerance	4	2
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	45	33
N =	45	
n =	33	
Hproduct	5,52	
Dproduct	0,73	

Description	J = 4						
	Number	Aspects				SUM	Sum/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Cut Side	6	0	0	0	1	1	0,25
Upper Flange	1	0	0,5	0	1	1,5	0,38
Lower Flange	1	0	0	0	1	1	0,25

Description	K = 2				
	Number	Aspects		SUM	Sum/K
		General Surface Finish	Hardness		
Cut Side	6	0	0	0	0,00
Upper Flange	1	0	0	0	0,00
Lower Flange	1	0	0	0	0,00

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Cut Side	0,13	0,09
Upper Flange	0,19	0,02
Lower Flange	0,13	0,02
Relative Product Complexity Co. c_j		0,13
CI Product		4,78



NAMA PRODUK : BRACKET AIR BOX RH



Callout	Total	Unique
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	6	6
Tolerance	12	12
Height	7	7
Tolerance	14	14
Bend Radius	2	1
Tolerance	4	2
Bend Angle	2	1
Tolerance	4	2
Bend Depth	1	1
Tolerance	2	2
Bend Width	1	1
Tolerance	2	2
Chamfer Depth	3	2
Tolerance	6	4
Chamfer Angle	3	1
Tolerance	6	2
Hole Diameter	6	4
Tolerance	12	12
Position	6	4

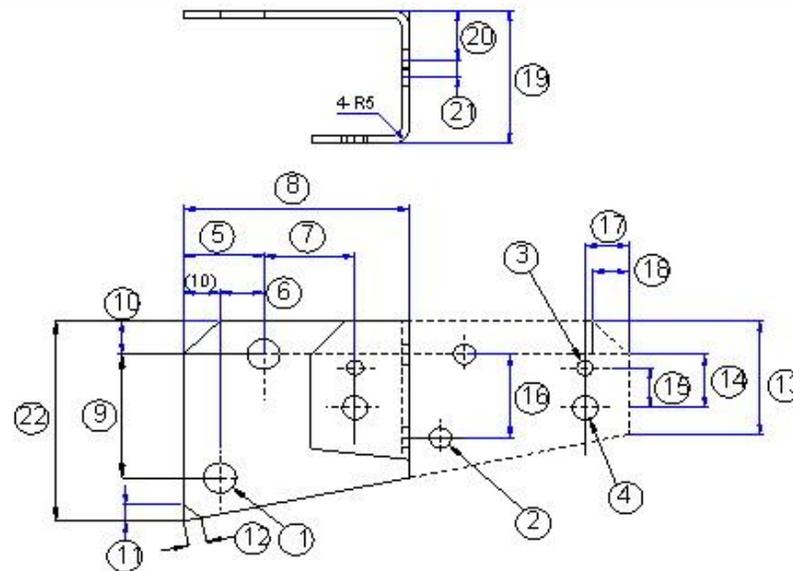
X	2	2
Tolerance	4	4
Y	6	5
Tolerance	12	10
Z	4	3
Tolerance	4	6
Increment(s)	5	4
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	142	120
N =	142	
n =	120	
Hproduct	7,16	
Drproduct	0,85	

Description	J = 4						
	Number	Aspects				SUM	Sum/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Cut Side	7	0	0	0	1	1	0,25
Upper Flange	1	0	0,5	0,5	1	2	0,50
Lower Flange	1	0	0,5	0,5	1	2	0,50
Hole	6	0	0	0	1	1	0,25

Description	K = 2				
	Number	Aspects		SUM	Sum/K
		General Surface Finish	Hardness		
Cut Side	7	0	0	0	0,00
Upper Flange	1	0	0	0	0,00
Lower Flange	1	0	0	0	0,00
Hole	6	0	0	0	0,00

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Cut Side	0,13	0,06
Upper Flange	0,25	0,02
Lower Flange	0,25	0,02
Hole	0,13	0,05
Relative Product Complexity Co. c_j		0,14
CI Product		7,06

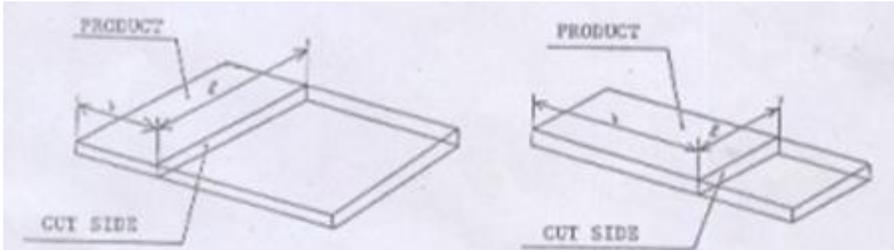




NO	ITEM CHECK	SPEC	INSPECTION TOOL
1	DIMENSION	$\varnothing 9 \pm 0.4$	CALIPER
2	DIMENSION	$\varnothing 6 \pm 0.4$	CALIPER
3	DIMENSION	$\varnothing 4.5 \pm 0.4$	CALIPER
4	DIMENSION	$\varnothing 7 \pm 0.4$	CALIPER
5	DIMENSION	22 ± 0.4	HIGH GAUGE
6	DIMENSION	12 ± 0.4	HIGH GAUGE
7	FLATNESS	25 ± 0.4	HIGH GAUGE
8	DIAMETER	62 ± 1.0	CALIPER
9	DIMENSION	37 ± 0.7	HIGH GAUGE
10	DIMENSION	10 ± 0.4	HIGH GAUGE
11	DIMENSION	5 ± 0.4	HIGH GAUGE
12	DIMENSION	5 ± 0.4	HIGH GAUGE
13	DIMENSION	34 ± 0.7	HIGH GAUGE
14	DIMENSION	16 ± 0.4	HIGH GAUGE
15	DIMENSION	12 ± 0.4	HIGH GAUGE
16	DIMENSION	25 ± 0.4	HIGH GAUGE
17	DIMENSION	12 ± 0.4	HIGH GAUGE
18	DIMENSION	10 ± 0.4	HIGH GAUGE
19	DIMENSION	40 ± 0.7	HIGH GAUGE
20	DIMENSION	15 ± 0.4	HIGH GAUGE
21	DIMENSION	5 ± 0.4	HIGH GAUGE
22	DIMENSION	60 ± 0.7	HIGH GAUGE
23	BURRY	MAX 0.3	HIGH GAUGE
24	MATERIAL	SPHC t. 2.3 ± 0.24	CALIPER
25	APPEARANCE	NO CRACK	VISUAL
		NO DEFORM	VISUAL

Lampiran 5 MMC Standart

1. Standar Dimensi dan Toleransi Untuk Panjang (Cut Length) dan Lebar Potong (Cut Width)



Unit: mm

Sheet Thickness Classes	Up to 1.6 incl		Over 1.6 to 3 incl		Over 3 to 6 incl		Over 6 to 12 incl	
	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2
Up to 120 incl	±0.2	±0.5	±0.3	±0.5	±0.7	±1.2	—	±1.6
Over 120 to 315 incl	±0.3	±0.6	±0.4	±0.8	±0.9	±1.6	—	±2.0
Over 315 to 1000 incl	±0.5	±1.0	±0.5	±1.2	±1.6	±2.0	—	±2.5
Over 1000 to 2000 incl	±0.8	±1.2	±0.8	±1.6	±2.0	±3.0	—	±3.0
Over 2000 to 3150 incl	±1.0	±1.4	±1.0	±1.6	±2.8	±3.5	—	±3.5

Remarks: These tolerances shall not be applied to cut length over 3150 mm.

2. Standar Dimensi dan Toleransi Untuk Ketebalan (Thickness)

Unit: mm

Sheet Thickness Classes	Class 1	Class 2
Up to 1 incl	0.1	0.2
Over 1 to 3.2 incl	0.15	0.3
Over 3.2 to 6 incl	0.2	0.4
Over 6 to 12 incl	0.25	0.5

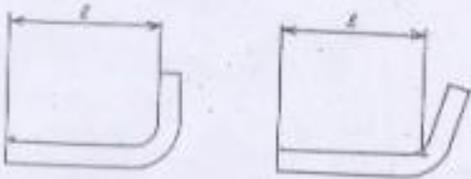
3. Standar Dimensi dan Toleransi Untuk Ukuran Punch (Blanked) dan Lubang (Hole)

Unit: mm

Classes Dimension	Class 1	Class 2
Up to 30 incl	± 0.15	± 0.4
Over 30 to 120 incl	± 0.25	± 0.7
Over 120 to 315 incl	± 0.4	± 1.0
Over 315 to 1000 incl	± 0.7	± 1.8
Over 1000 to 2000 incl	± 1.1	± 3.0

Remarks: Tolerance for circular punched holes 6 mm or less in diameter shall be taken only in positive side; zero in negative side.
 Example: Tolerance for Class 2 of a punched hole 4 mm in diameter shall be $\phi 4 \begin{matrix} +0.4 \\ -0 \end{matrix}$.

4. Standar Dimensi dan Toleransi Untuk Panjang Bending (Bending Length)

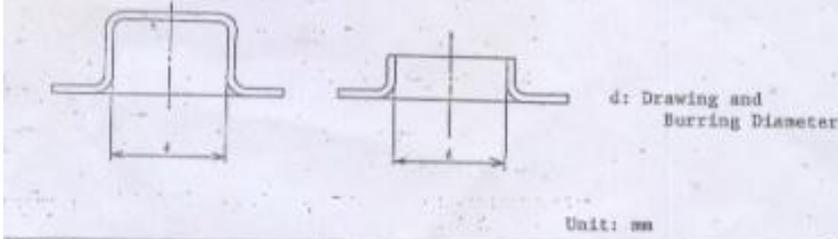


l: Bending length

Unit: mm

Classes Bending Length	Class 1	Class 2
Up to 30 incl	± 0.25	± 0.4
Over 30 to 120 incl	± 0.45	± 0.7
Over 120 to 315 incl	± 0.6	± 1.0
Over 315 to 1000 incl	± 1.1	± 1.8
Over 1000 to 2000 incl	± 1.8	± 3.0

5. Standar Dimensi dan Toleransi Untuk Diameter Drawing dan Buring (Drawing And Boring Diameters)

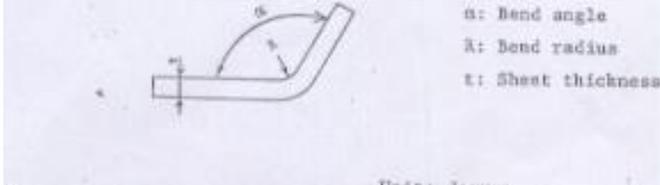


d: Drawing and Boring Diameter

Unit: mm

Dimension	Shape Classes	Circular Form		Other Form	
		Class 1	Class 2	Class 1	Class 2
Up to 30 incl		± 0.25	± 0.4	± 0.4	± 0.6
Over 30 to 120 incl		± 0.43	± 0.7	± 0.7	± 1.1
Over 120 to 315 incl		± 0.6	± 1.0	± 1.0	± 1.6
Over 315 to 1000 incl		± 1.1	± 1.8	± 1.8	± 2.8
Over 1000 to 2000 incl		± 1.8	± 3.0	± 3.0	± 4.5

6. Standar Dimensi dan Toleransi Untuk Sudut Bending (Bend Angle)

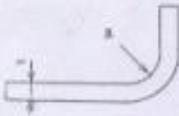


α: Bend angle
R: Bend radius
t: Sheet thickness

Unit: degree

Bend Radius	Classes	
	Class 1	Class 2
Up to t incl	± 1	± 2
Over t to 3t incl	± 1.5	± 3
Over 3t to 5t incl	± 2	± 4

7. Standar Dimensi dan Toleransi Untuk Radius Bending (Bend Radius)

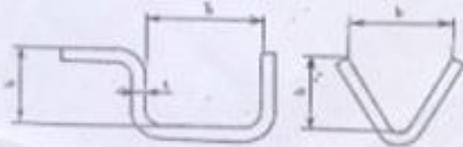


R: Bend radius
t: Sheet thickness

Unit: mm

Sheet Thickness	Up to 1.6 incl		Over 1.6 to 3.2 incl		Over 3.2 to 6 incl		Over 6 to 12 incl	
	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2
Up to t incl	—	± 0.5	—	± 0.7	—	± 1.0	—	± 1.5
Over t to 3 t incl	—	± 0.7	—	± 1.0	—	± 1.5	—	± 2.0
Over 3 t to 5 t incl	—	1.0	—	± 1.5	—	± 2.0	—	± 2.5

8. Standar Dimensi dan Toleransi Untuk Lebar Bending (Bending Width)



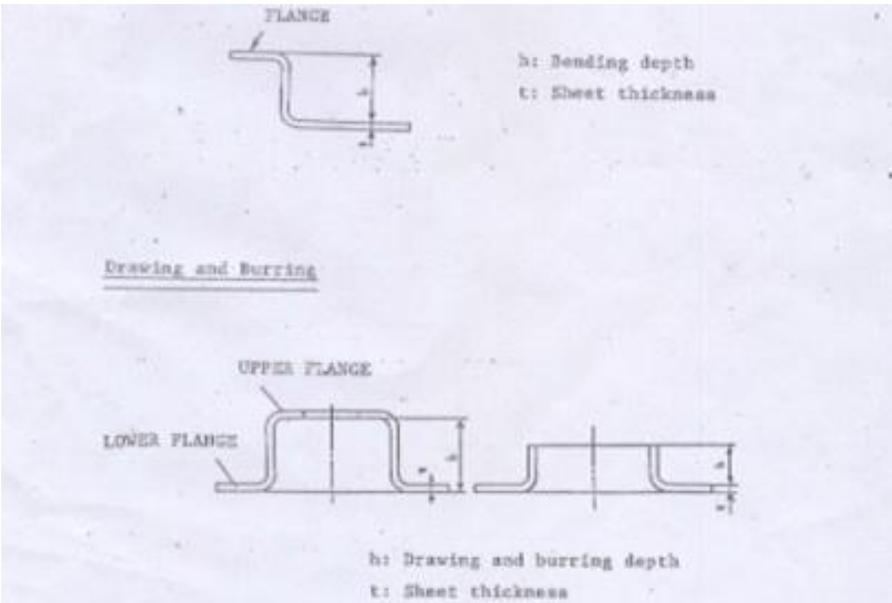
b: Bending width
h: Bending depth
t: Sheet thickness

Unit: mm

Sheet Thickness	Up to 1 incl		Over 1 to 3.2 incl		Over 3.2 to 6 incl		Over 6 to 12 incl	
	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2
Up to 30 incl	± 0.25	± 0.5 (±1.0)	± 0.35	± 0.7 (±1.5)	± 0.5	± 1.0 (±2.0)	± 0.7	± 1.6 (±2.7)
Over 30 to 100 incl	± 0.35	± 0.7 (±1.2)	± 0.5	± 1.0 (±1.8)	± 0.7	± 1.5 (±2.5)	—	± 2.0 (±3.2)
Over 100 to 300 incl	± 0.5	± 1.0 (±1.5)	± 0.7	± 1.5 (±2.3)	—	± 2.0 (±3.0)	—	± 2.5 (±3.7)
Over 300 to 1000 incl	—	± 1.5 (±2.0)	—	± 2.0 (±2.8)	—	± 2.5 (±3.5)	—	± 3.0 (±4.2)

Remarks: This table shall be applied to the bending depth of 30 times or less the sheet thickness. Regarding more than 30 times, the values in parentheses shall be applied.

9. Standar Dimensi dan Toleransi Untuk Lebar Bending, Drawing dan Burring (Bending , Drawing and Burring Depth)



Unit: mm

Sheet Thickness Dimensions	Up to 1 incl		Over 1 to 3.2 incl		Over 3.2 to 6 incl		Over 6 to 12 incl	
	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2	Class 1	Class 2
Up to 30 incl	± 0.25	±0.5 (±1.0)	± 0.3	±0.7 (±1.5)	± 0.5	±1.0 (±2.0)	± 0.7	±1.5 (±3.0)
Over 30 to 100 incl	± 0.35	±0.7 (±1.5)	± 0.5	±1.0 (±2.0)	± 0.7	±1.5 (±3.0)	± 1.0	±2.0 (±4.0)
Over 100 to 300 incl	± 0.5	±1.0 (±2.0)	± 0.7	±1.5 (±3.0)	± 1.0	±2.0 (±4.0)	± 1.3	±2.5 (±5.0)

Lampiran 6
Data Hasil Kuesioner Pengaruh Kompleksitas Produk Terhadap Kemampuan Teknologi

Variabel X

Responden/ Perusahaan	Material (X1)			Shape (X2)					Geometri (X3)						Toleransi (X4)				General Surface Finish (X5)			Hard nes (X6)
	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	1
A. Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Technoware																						
1	4	4	4	5	5	5	4	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	3	4	4
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	3	3	3	4
3	4	4	4	5	5	4	4	4	2	2	2	4	4	4	5	2	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5
5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4	4	3	3	4	3
6	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	2	2	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4
Skor Total	29	29	28	32	32	30	29	29	24	24	23	26	28	29	31	26	30	30	29	24	26	29
Mean	4,14	4,14	4,00	4,57	4,57	4,29	4,14	4,14	3,43	3,43	3,29	3,71	4,00	4,14	4,43	3,71	4,29	4,29	4,14	3,43	3,71	4,14
B. Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Humanware																						
1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2	4	4
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	3	3	3	4
3	4	4	4	5	5	5	5	5	2	2	2	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4
5	2	2	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	4	4	3
6	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	2	2	4
7	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4
Skor Total	27	26	27	29	28	29	29	29	21	21	21	23	25	27	28	26	27	28	27	24	26	28
Mean	3,86	3,71	3,86	4,14	4,00	4,14	4,14	4,14	3,00	3,00	3,00	3,29	3,57	3,86	4,00	3,71	3,86	4,00	3,86	3,43	3,71	4,00

Variabel X

C. Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Infoware																							
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	
2	4	4	4	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	4
3	4	3	4	5	5	5	5	5	2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	
5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	2	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	
6	5	5	5	4	4	2	4	4	2	2	2	2	3	3	3	5	5	5	3	2	2	3	
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Skor Total	29	28	29	28	28	26	28	28	22	21	21	22	26	25	28	29	30	30	27	26	26	26	
Mean	4,14	4	4,14	4	4	3,71	4	4	3,14	3	3	3,14	3,71	3,57	4	4,14	4,29	4,29	3,86	3,71	3,71	3,71	
D. Pengaruh Kompleksitas Produk Pressed Part Terhadap Orgaware																							
1	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2	4	4
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4
3	4	3	4	5	5	5	5	5	2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	4	4	5	4	4	4	
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	
6	4	4	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	3	3	3	3	
7	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	
Skor Total	28	26	27	29	28	28	28	28	22	22	22	23	24	24	29	27	28	29	28	25	26	27	
Mean	4,00	3,71	3,86	4,14	4,00	4,00	4,00	4,00	3,14	3,14	3,14	3,29	3,43	3,43	4,14	3,86	4,00	4,14	4,00	3,57	3,71	3,86	

Variabel Y

Responden/ Perusahaan	Technoware (Y1)									Humanware (Y2)								Infoware (Y3)						Orgaware (Y4)							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	4	4	3	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
2	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
4	5	5	4	5	4	5	3	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Skor Total	31	30	27	26	29	29	25	26	25	28	28	29	28	29	30	28	29	28	27	27	23	27	28	28	28	29	29	29	29	29	
Mean	4,43	4,29	3,86	3,71	4,14	4,14	3,57	3,71	3,57	4,00	4,00	4,14	4,00	4,14	4,29	4,00	4,14	4,00	3,86	3,86	3,29	3,86	4,00	4,00	4,00	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14	

Lampiran 7
Data Tabulasi Variabel X dan Y Untuk Analisis Regresi Linear

Responden/ Perusahaan	Technoware							Humanware							Infoware							Orgaware						
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	Y
1	4	5	2	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	5	4	4	2	4	4	4	4	3	4	2	4	4	4	5
2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	5	5	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4
3	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	2	5	5	4	4	4	5	2	5	5	5	4
4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	3	3	4	2	4	3	3	4	3	4	4	4	2	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4
6	5	4	5	4	2	4	4	4	4	2	3	2	4	4	5	4	2	5	2	3	4	4	3	2	4	3	3	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4