



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN MODEL PENILAIAN KOMPLEKSITAS
PROSES MANUFAKTUR PRODUK *PRESS PART***

TESIS

RIKY ADHIHARTO

0906579304

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



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN MODEL PENILAIAN KOMPLEKSITAS
PROSES MANUFAKTUR PRODUK *PRESS PART***

TESIS

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

RIKY ADHIHARTO

0906579304

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
PERANCANGAN DAN MANUFAKTUR PRODUK
DEPOK
JULI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Ricky Adhianto

NPM : 0906579304

Tanda Tangan : 

Tanggal : Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Riky Adhianto
NPM : 0906579304
Program Studi / Departemen : Perancangan & Manufaktur Produk/ Teknik Mesin
Judul Tesis : **PENGEMBANGAN MODEL PENILAIAN
KOMPLEKSITAS PROSES MANUFAKTUR
PRODUK *PRESS PART***

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Departemen 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 : Jos Istiyanto, S.T., M.T., Ph.D.

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 12 Juli 2012

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat karunia dan rahmat-NYA sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan. Saya menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, maka sangatlah sulit untuk menyelesaikan penelitian dan penulisan ini. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Henky Suskito Nugroho, MT dan Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan banyak waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan dan membimbing dalam penelitian serta penulisan tesis ini.
2. Bapak, ibu, adik dan bubun yang selalu memberikan dukungan dan perhatian, sehingga saya tetap bersemangat untuk menyelesaikan tesis ini.
3. Teman-teman laboratorium manufaktur Ibu Dede, Pak Suwarsono, Bowiex, Ismail, Azka, Ari, Ibu Aida, Pak Diandono, Acha, Nelce yang telah banyak membantu dalam penyusunan dan penyelesaian tesis ini.
4. Rekan-rekan di Program Pascasarjana Universitas Indonesia, khususnya angkatan 2009 Departemen Teknik Mesin.
5. Roy Wicaksono dan pihak perusahaan yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan.
6. Semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata semoga Allah SWT berkenan membalas semua kebaikan dan kemurahan hati pihak-pihak yang telah membantu. Besar harapan saya kiranya tesis ini dapat bermanfaat bagi pengembangan Ilmu Pengetahuan.

Depok, Juli 2012



Penulis

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

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

Nama : Riky Adhianto
NPM : 0906579304
Program Studi : Perancangan dan Manufaktur Produk
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tesis

demikian 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 :

**PENGEMBANGAN MODEL PENILAIAN KOMPLEKSITAS PROSES
MANUFAKTUR PRODUK *PRESS PART***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan 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 : Juli 2012

Yang Menyatakan,



(Riky Adhianto)

ABSTRAK

Nama : Riky Adhianto
NPM : 0906579304
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Pengembangan Model Penilaian Kompleksitas Proses
Manufaktur Produk *Press Part*

Sheet metal forming adalah salah satu klasifikasi dari proses manufaktur yang membentuk sebuah lembaran logam yang bertindak sebagai benda kerja menjadi produk yang diinginkan melalui serangkaian proses *cutting* bahan (*shearing, blanking, punching*) dan/atau pembentukan material (*bending, drawing, deep drawing, dll*).

Indeks kompleksitas proses *sheet metal forming* (PI_{proses}) merupakan indikator dari suatu proses manufaktur sebuah produk dengan tingkat kerumitan atau kompleksitas tertentu, faktor kesulitan yang terdapat dalam langkah proses *sheet metal forming* (Σp_{cx}) ditambah dengan kompleksitas produk (CI_{produk}). Untuk mengetahui dan mengeliminasi parameter bebas dan parameter terikat dilakukan pembobotan dengan metode AHP berdasarkan data kuisioner yang didapat dari ahli, didapatkan ranking terbaik yaitu $p_{c_{\text{in process, feature}}}$: material, geometri material *inprocess*, geometri *dies* dan jumlah deformasi dan $p_{c_{\text{in process, specification}}}$: gaya dan aliran material.

Setelah diperoleh model penilaian kompleksitas proses produk *press part*, dilakukan pengujian terhadap produk yang ada di industri dan produk dengan keseluruhan nilai bobot “0”, “0,5” dan “1”. Hasil dari pengujian model adalah sebagai berikut: PI (bobot keseluruhan “0”) = 11,76; PI (bobot keseluruhan “0,5”) = 14,16; PI (bobot keseluruhan “1”) = 16,57; PI (*blanking panel roof*) = 12,47; PI (*panel roof*) = 34,83; PI (*front door*) = 36,30; PI (*rear door*) = 36,69.

Keywords: pembobotan, kompleksitas proses, *press part*, model penilaian

ABSTRACT

Name : Riky Adhianto
NPM : 0906579304
Major : Teknik Mesin
Title : Assessment Model Development of Manufacturing Process
Complexity for Press Part Product

Sheet metal forming is one of the classification of manufacturing processes forming a sheet of metal which acts as the workpiece into the desired product through a series of material cutting process (shearing, blanking, punching) and/or the material forming (bending, drawing, deep drawing, etc.).

Sheet metal forming process complexity index (PI_{process}) is an indicator of a manufacturing process of a product with the complexity level or a certain complexity, the complexity factor which found in sheet metal forming process step (Σ_{pcx}) added with the product complexity (CI_{product}). To find and eliminating free parameters and tied parameters will be performed the weighting by the AHP method based on data obtained from the expert questionnaire, and then obtained the best ranking $pc_{\text{in process, feature}}$: material, inprocess material geometry, dies geometry and amount of deformation and $pc_{\text{in process, specification}}$: force and material flow.

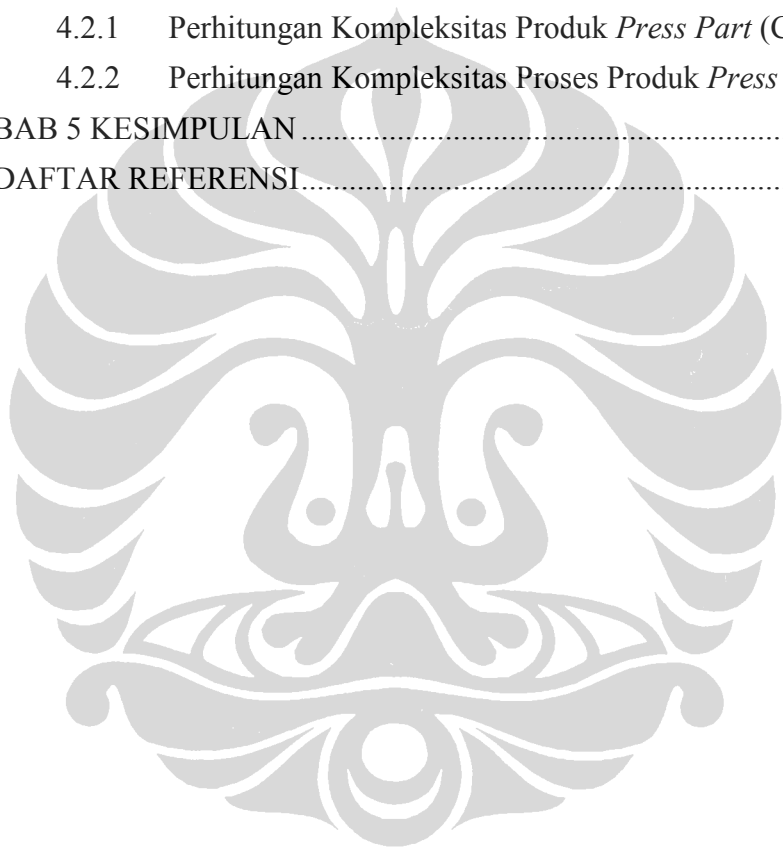
After obtained the complexity of the process of product valuation models press part, and then testing to industry product and the overall value of products with a total weight of "0", "0.5" and "1". Results of testing the model are as follows: PI (total weight of "0") = 11.76; PI (total weight of "0.5") = 14.16; PI (total weight of "1") = 16.57; PI (blanking panel roof) = 12.47; PI (panel roof) = 34.83; PI (front door) = 36.30; PI (rear door) = 36.69.

Keywords: *weighting, process complexity, press part, assessment model*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 DASAR TEORI	6
2.1 Industri Manufaktur	6
2.2 Pengertian Kompleksitas	7
2.2.1 Kompleksitas Produk	8
2.2.2 Kompleksitas Proses.....	9
2.2.3 Kompleksitas Operasional.....	9
2.2.4 Pengukuran Indeks Kompleksitas Proses.....	10
2.3 Proses <i>Sheet Metal Forming</i>	12
2.4 Proses <i>Drawing</i>	18
2.4.1 Tahapan Proses <i>Drawing</i>	20
2.4.2 Komponen Utama <i>Die Set</i>	21
2.5 Identifikasi Parameter Proses <i>Sheet Metal Forming</i>	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Obyek Penelitian.....	29
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	29
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian	29
3.4 Metode Penelitian	30

3.5	Perumusan Masalah.....	30
3.6	Identifikasi Parameter Bebas dan Parameter Terikat Proses Produksi <i>Press Part</i>	30
3.7	Pembuatan Tabel Pembobotan Parameter Bebas dan Terikat Proses Produksi <i>Press Part</i>	33
3.8	Populasi dan Sampel Penelitian.....	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Analisis Pembobotan Parameter Bebas dan Terikat Proses Produksi <i>Press Part</i>	36
4.2	Model Penilaian Kompleksitas Proses Produk <i>Press Part</i>	37
4.2.1	Perhitungan Kompleksitas Produk <i>Press Part</i> (CI_{produk}).....	38
4.2.2	Perhitungan Kompleksitas Proses Produk <i>Press Part</i> (PI_{proses}).....	40
BAB 5 KESIMPULAN.....		48
DAFTAR REFERENSI.....		50



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<i>Gambar 2. 1 Diagram sistem proses manufaktur</i>	6
<i>Gambar 2. 2 Elemen Dasar Kompleksitas Manufaktur</i>	7
<i>Gambar 2. 3 Uraian Kompleksitas Manufaktur</i>	8
<i>Gambar 2. 4 Elemen Kompleksitas Produk</i>	8
<i>Gambar 2. 5 Elemen Kompleksitas Proses</i>	9
<i>Gambar 2. 6 Elemen Kompleksitas Operasional</i>	9
<i>Gambar 2. 7 Proses Cutting Sheet Metal</i>	14
<i>Gambar 2. 8 Proses Bending</i>	15
<i>Gambar 2. 9 Proses Drawing</i>	15
<i>Gambar 2. 10 Proses Stretching</i>	16
<i>Gambar 2. 11 Proses Nosing</i>	16
<i>Gambar 2. 12 Proses Expanding</i>	17
<i>Gambar 2. 13 Proses Dimpling</i>	17
<i>Gambar 2. 14 Proses Rolling</i>	18
<i>Gambar 2. 15 Proses Forming dengan Flexible Die</i>	18
<i>Gambar 2. 16 Blank dan Beberapa Macam Bentuk Draw Piece</i>	19
<i>Gambar 2. 17 Proses Drawing</i>	20
<i>Gambar 2. 18 Bagian Utama Die Drawing</i>	22
<i>Gambar 2. 19 Diagram Kompleksitas Sheet Metal Forming</i>	23
<i>Gambar 2. 20 Identifikasi Proses Sheet metal forming</i>	24
<i>Gambar 2. 21 Parameter Proses Cutting</i>	25
<i>Gambar 2. 22 Parameter Proses Bending</i>	26
<i>Gambar 2. 23 Parameter Proses Drawing</i>	27
<i>Gambar 2. 24 Parameter Proses Variasi Forming</i>	28
<i>Gambar 3. 1 Identifikasi Parameter Proses Sheet metal forming</i>	32
<i>Gambar 3. 2 Diagram alir tahapan penelitian</i>	34
<i>Gambar 4. 1 Diagram Proses Manufaktur Produk Press Part</i>	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
<i>Tabel 4. 1 Ranking Pembobotan Parameter dengan Metode AHP.....</i>	37
<i>Tabel 4. 2 Tabel Perhitungan Kompleksitas Produk Panel Roof.....</i>	39
<i>Tabel 4. 3 Tabel Perhitungan Kompleksitas Produk Press Part</i>	40
<i>Tabel 4. 4 Tabel Perhitungan $Pc_{x_{environment}}$ Proses Produk Panel Roof.....</i>	41
<i>Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan Total $Pc_{x_{environment}}$ Proses Produk Press Part</i>	42
<i>Tabel 4. 6 Perhitungan $Pc_{in\ process, \ feature}$ dan $Pc_{in\ process, \ specification}$ Panel Roof.....</i>	43
<i>Tabel 4. 7 Tabel Perhitungan Kompleksitas Proses Produk Panel Roof.....</i>	46
<i>Tabel 4. 8 Tabel Rangkuman Perhitungan Kompleksitas Produk Press Part</i>	47



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kuisisioner Penelitian.....	52
Lampiran 2. Perhitungan Kuisisioner Metode AHP	62
Lampiran 3. Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk (CI_{produk}) <i>Press Part</i>	71
Lampiran 4. Perhitungan Indeks Kompleksitas Environment ($PcX_{\text{environment}}$) Produk <i>Press Part</i>	76
Lampiran 5. Perhitungan <i>In Process Feature</i> ($PcX_{\text{inprocess, feature}}$) dan <i>In Process Specification</i> ($PcX_{\text{inprocess, spec}}$) Produk <i>Press Part</i>	80
Lampiran 6. Perhitungan Indeks Kompleksitas Proses (PI) Produk <i>Press Part</i> ...	93
Lampiran 7. Referensi Nilai Pembobotan Kompleksitas	97
Lampiran 8. Data Proses Manufaktur Produk <i>Press Part</i>	98
Lampiran 9. Data Spesifikasi Mesin Press PT. D	113

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri otomotif merupakan salah satu industri manufaktur andalan Indonesia masa depan. Hal ini diperkuat dengan keluarnya Peraturan Presiden No. 28 tahun 2008 tentang kebijakan Industri Nasional. Target akhir tahun 2025 industri manufaktur saat ini dan kedepan dalam hal ini industri otomotif diharapkan terjadi peningkatan produksi komponen lokal, desain dan *engineering* komponen maupun kendaraan utuh, serta menjadi faktor pendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia. Industri manufaktur terus mengalami perubahan seiring kemajuan dan perkembangan teknologi. Perkembangan teknologi manufaktur memiliki peran sangat penting dalam peningkatan hasil produksi yang berkualitas dalam dunia industri, hampir di semua proses produksi memanfaatkan kemajuan teknologi ini. Terobosan untuk selalu memakai teknologi yang terdepan menjadi suatu keharusan bagi setiap perusahaan yang ingin keberlangsungan hidup dan eksistensinya tetap terjaga.

Proses manufaktur adalah suatu proses yang dilakukan untuk merubah bahan mentah menjadi bahan setengah jadi maupun barang jadi melalui tahapan proses, penanganan material, peralatan dan operasi, yang bertujuan untuk meningkatkan nilai guna dan juga nilai ekonomis produk tersebut. Dalam dunia manufaktur dikenal berbagai macam proses, salah satunya adalah *sheet metal forming*. *Sheet metal forming* adalah salah satu klasifikasi dari proses manufaktur yang membentuk sebuah lembaran logam yang bertindak sebagai benda kerja menjadi produk yang diinginkan melalui serangkaian proses *cutting* bahan (*shearing, blanking, punching*) dan/atau pembentukan material (*bending, drawing, dll*).

Proses *sheet metal forming* adalah salah satu proses manufaktur yang umum digunakan dalam industri otomotif. Dibandingkan dengan pengecoran dan *forging*, pembentukan dengan lembaran metal lebih memberikan keuntungan dari berat material yang lebih ringan dan banyaknya bentuk yang dapat dibuat. Proses

sheet metal working dapat dilakukan dengan menggunakan *dies* dan mesin *press* yang tersendiri untuk masing-masing prosesnya, atau dapat juga menggunakan satu *dies* dalam satu kali proses *press* dengan tahapan pembentukan yang berbeda-beda biasa disebut dengan *progressive dies*. Saat ini, dalam satu pabrik otomotif memproduksi 40 – 50 panel penting untuk setiap model dari mobil, yang membutuhkan sekitar 100 – 150 *dies*.

Guna menghadapi persaingan dalam industri otomotif yang semakin meningkat yang menuntut peningkatan produktivitas dan pengurangan biaya, tentunya akan mempertimbangkan parameter-parameter penting dalam proses manufaktur *press part*. Agar proses *sheet metal forming* menjadi relatif singkat maka kesulitan-kesulitan dalam proses itu sendiri haruslah di kurangi sehingga waktu akan berkurang dan biaya juga akan berkurang. Faktor kesulitan yang ada dapat kita wujudkan kedalam bentuk angka, yang dikenal dengan sebutan Indeks Kompleksitas. Kompleksitas proses *sheet metal forming* (PI_{proses}) adalah faktor kesulitan yang terdapat dalam langkah proses *sheet metal forming* (ΣP_{cx}) ditambah dengan kompleksitas produk (CI_{produk}).

Berdasarkan tinjauan keterkinian (*state of the art*) dalam bidang kompleksitas proses khususnya produk *press part* untuk mencapai peningkatan hasil produksi yang berkualitas dalam dunia industri manufaktur *press part*. Untuk menghasilkan suatu produk memerlukan beberapa proses diantaranya seperti desain produk, pemilihan material, proses manufaktur, distribusi material dan bahan baku dan lain-lain. Suatu produk yang dihasilkan dari suatu sistem manufaktur, mempunyai suatu indeks kompleksitas yang menggambarkan bahwa produk tersebut dibuat dengan kompleksitas atau kerumitan tertentu. Kompleksitas dikelompokkan menjadi tiga, yaitu kompleksitas produk, kompleksitas proses dan kompleksitas operasional, ElMaraghy dan Urbanic[6][7] mengemukakan bahwa kompleksitas produk merupakan fungsi dari material, desain, spesifikasi khusus dari setiap komponen dari suatu produk. Untuk mengukur nilai indeks kompleksitas produk berdasarkan jumlah absolut dari informasi, variasi dari informasi, dan isi dari informasi tentang produk tersebut. Dalam kompleksitas proses terdiri dari *environment*, *inprocess feature*, dan *inprocess specification*[6].

Universitas Indonesia

Beberapa kajian yang telah dilakukan hingga saat ini dalam pengembangan penilaian kompleksitas industri, antara lain: Pengaruh *Design for Assembly* (DFA) Pada Perhitungan Kompleksitas Produk dan Proses untuk *Injection Molding*. Studi Kasus: *Center Panel* [17], Analisis Kemampuan Industri Manufaktur Otomotif Mengacu Pada Pola Pengembangan Teknologi [1], Penilaian Kompleksitas Produk *Press Part* dan Analisis Pengaruh Terhadap Kemampuan Teknologi [18], Penggabungan *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA) Dalam Kompleksitas Produk dan Proses Untuk *Sand Casting*. Studi Kasus: *Flange Yoke* [15], Pengaruh Material Terhadap Indeks Kompleksitas Proses *Assembly* pada Komponen Otomotif [16].

Dari uraian diatas, penelitian dan pengembangan yang akan dilakukan adalah “**Pengembangan Model Penilaian Kompleksitas Proses Manufaktur Produk *Press Part***” yang spesifik dapat digunakan guna menilai tingkat kompleksitas proses produk *press part* industri otomotif saat ini.

1.2 Perumusan Masalah

Berkaitan dengan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka masalah yang teridentifikasi antara lain :

1. Seberapa besar nilai indeks kompleksitas proses dari produk *press part* dan bagaimana melakukan penilaian kompleksitas proses.
2. Parameter-parameter atau variabel-variabel apa saja yang sangat mempengaruhi kompleksitas proses manufaktur *press part*.
3. Seberapa *verified* proses manufaktur *press part* yang ada di industri saat ini dengan klasifikasi proses yang sudah ada.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi parameter-parameter penting yang berkaitan dengan proses manufaktur produk *press part*,
2. Menganalisis pengaruh parameter bebas terhadap parameter terikat, untuk memilih parameter mana yang paling mempengaruhi kompleksitas proses.

Universitas Indonesia

3. Mengembangkan model penilaian kompleksitas proses manufaktur produk *press part*.
4. Menguji coba model penilaian kompleksitas proses manufaktur produk *press part*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Penulis

- a. Penelitian ini akan menambah dan memperluas wawasan serta pengetahuan tentang pengaruh kompleksitas proses terhadap kemampuan teknologi.
- b. Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Magister Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia.

2. Bagi Perusahaan / Industri

Sebagai bahan masukan maupun rekomendasi kepada industri khususnya yang bergerak di bidang otomotif guna meningkatkan produktifitas dan efisiensi proses manufaktur *press part* terutama mempertimbangkan seberapa besar kompleksitas proses yang akan digunakan.

3. Bagi Akademisi dan pihak lain

Sebagai informasi tambahan maupun penunjang kepada akademisi maupun pihak lain terutama para peneliti untuk melanjutkan penelitian yang berkaitan dengan kompleksitas proses terutama produk *press part* atau topik lain yang mempunyai keterkaitan dan kesinambungan dengan topik dalam penelitian ini.

1.5 Batasan Masalah

Begitu luas nya permasalahan yang terkait dengan proses produksi *press part*. Karena itu, perlu ditetapkan suatu batasan masalah untuk memperjelas masalah yang dijadikan obyek penelitian. Maka pembatasan masalah ditetapkan hanya pada pembahasan kompleksitas proses produksi *press part* yang dipengaruhi oleh fitur dan spesifikasi yaitu *environment*, *inprocess feature* dan

Universitas Indonesia

inprocess specification. Penilaian kompleksitas proses hanya dilakukan pada proses produksi *press part* dan tidak dilakukan penilaian terhadap desain *dies* dan kompleksitas *assembly*. Untuk obyek yang akan diteliti di fokuskan pada produk *press part* untuk komponen otomotif. Untuk *environment* dan produk yang digunakan berdasarkan hanya yang terdapat di PT.D.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tesis ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang, identifikasi masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian serta sistematikan penulisan.

BAB II : STUDI PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan tentang konsep dasar kompleksitas (kompleksitas produk dan proses), konsep dasar *sheet metal forming*, parameter-parameter penting dalam proses manufaktur produk *press part*.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan tentang tahapan dan prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini, serta urutan perhitungan kompleksitas proses manufaktur produk *press part*.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang hasil perhitungan serta analisis data untuk mengetahui ranking (mengeliminasi) parameter-parameter penting yang mempengaruhi proses manufaktur produk *press part* dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), dan menghitung kompleksitas proses manufaktur produk *press part* yang sudah ada di industri dengan parameter-parameter yang telah di eliminir sebelumnya.

BAB V : PENUTUP

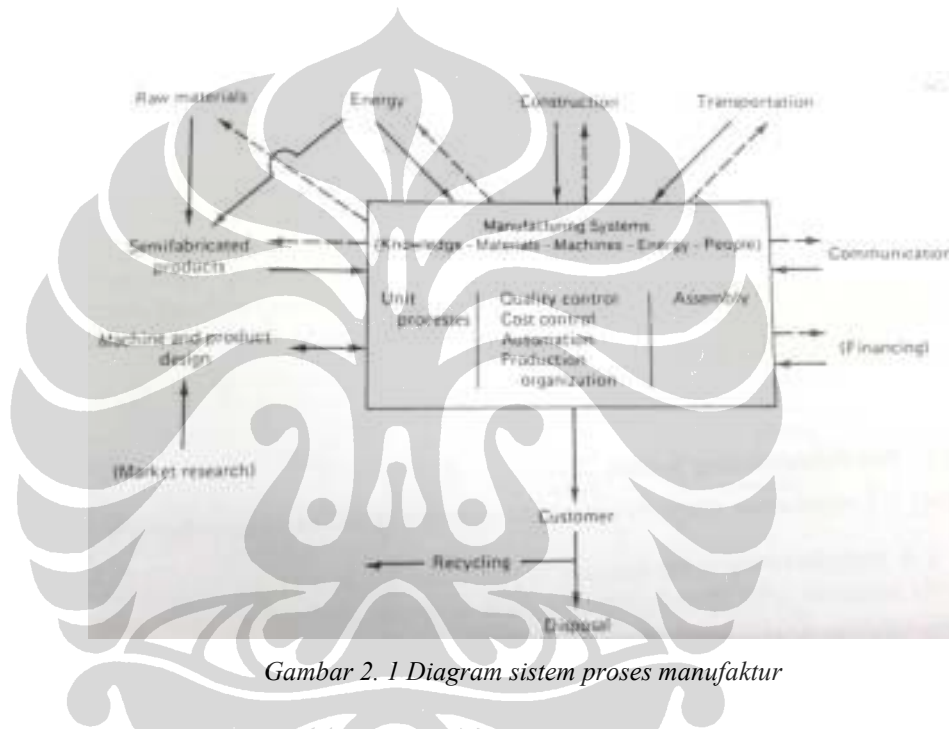
Pada bagian ini menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dan memberikan saran yang merupakan masukan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Industri Manufaktur

Proses manufaktur adalah suatu proses yang dilakukan untuk merubah bahan mentah menjadi bahan setengah jadi maupun barang jadi melalui tahapan proses, penanganan material, peralatan dan operasi, yang bertujuan untuk meningkatkan nilai guna dan juga nilai ekonomis produk tersebut. [20]



Gambar 2. 1 Diagram sistem proses manufaktur

Industri manufaktur memiliki sejarah panjang dalam peradaban manusia, berkembang dari upaya pemenuhan kebutuhan akan barang dan jasa, rekayasa alat bantu sederhana untuk pemenuhan kebutuhan massal (*mass productivity*) atau dikenal dengan istilah kebutuhan konsumen (*customer need*). Sebuah industri yang diperuntukkan dalam skala massal memerlukan peralatan dan sumber daya manusia maupun material. Untuk mengoptimalkan kinerja industri diperlukan inovasi, efisiensi dan efektifitas.

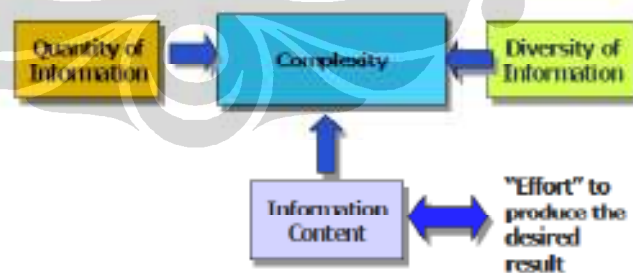
Dalam perkembangannya sistem manufaktur yang dihasilkan berdasarkan pengalaman dari penyelesaian masalah atau pencapaian tujuan yang dibutuhkan industri atau kebutuhan pasar pada saat itu, kebutuhan atau dengan kata lain

variabel-variabel yang mempengaruhi pengembangan suatu produk mengalami perubahan.

2.2 Pengertian Kompleksitas

Dalam industri manufaktur saat ini dan di masa yang akan datang, tidak lepas dari kompleksitas produk dan proses yang merupakan sebuah tantangan bagi setiap tim rekayasa produk. Kompleksitas umumnya diyakini sebagai salah satu penyebab utama dari kesulitan yang hadir dalam sistem produksi dan tidak akan hilang dalam waktu dekat, tapi dapat dikembangkan alat yang membantu mengidentifikasi area kompleksitas yang dapat disederhanakan. Model Kompleksitas didasarkan pada tiga elemen: jumlah total informasi, keragaman informasi dan isi informasi yang sesuai dengan upaya untuk menghasilkan fitur dalam suatu produk. Kompleksitas produk memiliki pengaruh langsung terhadap kompleksitas proses, tetapi pemahaman yang tepat tentang sifat kompleksitas yang diperlukan untuk dapat menentukan karakteristik, dan langkah relatif efektif.

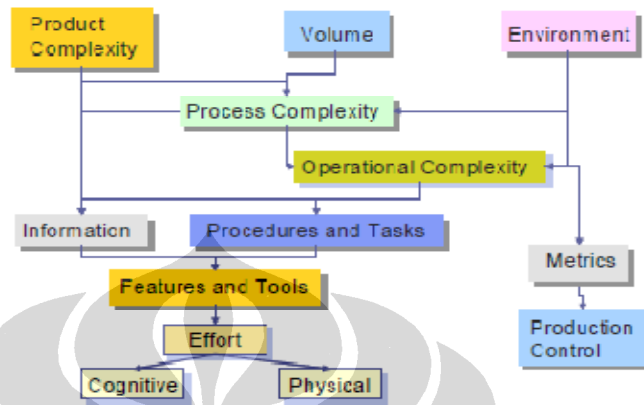
Elemen dasar dari kompleksitas terdiri dari tiga faktor utama yaitu jumlah informasi (H), keragaman informasi (D_R) dan konten dari informasi yaitu koefisien kompleksitas relatif (c_j), seperti yang digambarkan dalam gambar 2.2. Kompleksitas terkait dengan pemahaman dan pengelolaan volume atau kuantitas informasi, dan keragaman informasi. [6]



Gambar 2. 2 Elemen Dasar Kompleksitas Manufaktur

Koefisien kompleksitas relative (c_j) merupakan hasil dari deskripsi fitur-fitur yang diinginkan beserta usaha yang dilakukan untuk menghasilkan fitur-fitur tersebut seperti tahapan proses atau *tool*. Kemudian semua informasi yang diperoleh dibobotkan secara statistik. Terdapat tiga jenis kompleksitas yang harus dipertimbangkan dalam lingkungan manufaktur: kompleksitas produk,

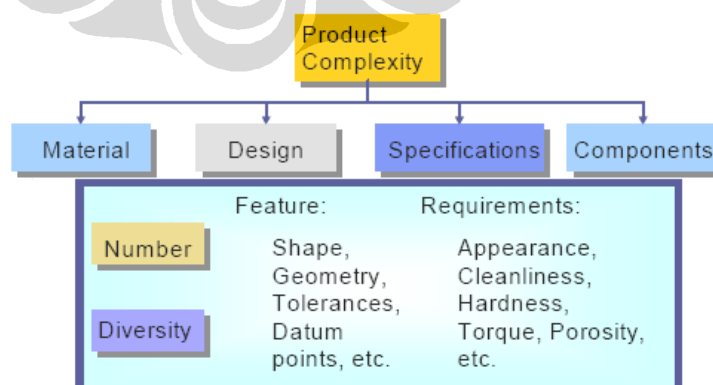
kompleksitas proses dan kompleksitas operasional Ketiganya saling mempengaruhi dan berhubungan akan tetapi untuk kemudahan analisis diuraikan menjadi komponen yang terpisah. [6]



Gambar 2. 3 Uraian Kompleksitas Manufaktur

2.2.1 Kompleksitas Produk

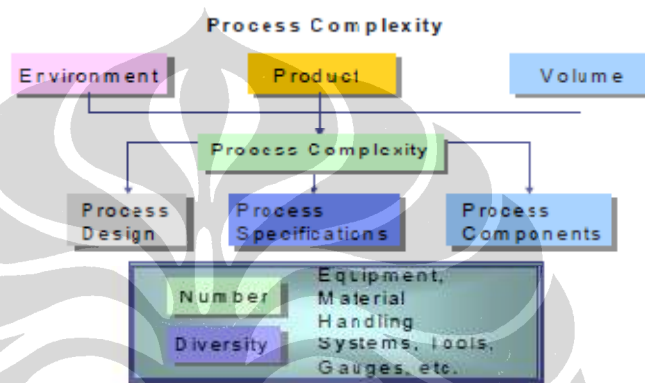
Kompleksitas produk adalah fungsi dari desain produk, material dasar yang digunakan untuk membuat produk dan spesifikasi khusus untuk setiap komponen dalam produk, kemudian disederhanakan menjadi dua kelompok, yaitu : fitur dan spesifikasi. Fitur merupakan bentuk yang ingin dihasilkan. Sedangkan spesifikasi merupakan kualitas yang diinginkan berkaitan dengan fitur yang ingin dihasilkan. Kompleksitas produk dilambangkan sebagai CI_{produk} . [6]



Gambar 2. 4 Elemen Kompleksitas Produk

2.2.2 Kompleksitas Proses

Kompleksitas proses adalah fungsi dari desain produk, persyaratan volume, dan lingkungan kerja. Lingkungan kerja menentukan proses keputusan seperti jenis peralatan, dalam proses-langkah, jig, perlengkapan, perkakas, alat pengukur dan sebagainya. Kompleksitas proses dilambangkan dengan PI_{proses} . Yang perlu diingat untuk menghasilkan kompleksitas proses maka haruslah teridentifikasi setiap komponen dari proses dalam setiap tahapannya. [6]



Gambar 2. 5 Elemen Kompleksitas Proses

2.2.3 Kompleksitas Operasional

Kompleksitas operasional adalah fungsi dari proses, produk dan logistik produksi. [6]



Gambar 2. 6 Elemen Kompleksitas Operasional

2.2.4 Pengukuran Indeks Kompleksitas Proses

Indeks kompleksitas proses (PI_{proses}) adalah jumlah dari nilai kompleksitas masing-masing proses dan kompleksitas produk, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$PI_{process} = \sum pc_x + CI_{product} \quad (2.1)$$

$$pc_x = (D_{R_{process, x}} + c_{process, x}) * H_{process, x} \quad (2.2)$$

Dimana :

$PI_{process}$ = Indeks kompleksitas proses

pc_x = Indeks kompleksitas proses individu

$CI_{product}$ = Indeks kompleksitas produk

$D_{R_{process, x}}$ = Rasio keragaman informasi proses

$c_{process, x}$ = Koefisien kompleksitas relatif proses

$H_{process}$ = Faktor entropi jumlah informasi (aspek) proses

Indeks kompleksitas produk (CI_{produk}) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$CI_{product} = (D_{R_{product}} + c_{j, product}) * H_{product} \quad (2.3)$$

Dimana:

$CI_{product}$ = Indeks kompleksitas produk

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

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

- Rasio keragaman informasi (D_R), didefinisikan sebagai:

$$D_R = \frac{n}{N} \quad (2.4)$$

Dimana:

n = Info yang unik (contoh : jumlah part yang tidak sama)

N = Total jumlah informasi (contoh : total jumlah part)

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

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

Dimana:

X_f = Nilai rata – rata pembobotan faktor kompleksitas

C_f = Presentase dari bagian yang berbeda

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

Dimana:

F_N = Jumlah dari fitur (contoh : handling)

F_{CF} = Faktor kompleksitas fitur (rata-rata)

S_N = Jumlah dari spesifikasi (contoh : insertion)

S_{CF} = Faktor kompleksitas spesifikasi (rata-rata)

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

Dimana:

F_{CF} = Faktor kompleksitas fitur (rata-rata)

J = jumlah dari kategori

$factor_level_j$ = faktor untuk kategori j^{th}

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

Dimana:

S_{CF} = Faktor kompleksitas spesifikasi (rata-rata)

K = jumlah dari kategori

$factor_level_k$ = faktor untuk spesifikasi k^{th}

Langkah proses untuk menghasilkan indeks kompleksitas proses (CI_{proses}), sebagai berikut:

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

2.3 Proses *Sheet Metal Forming*

Sheet metal forming adalah salah satu klasifikasi dari proses manufaktur yang membentuk sebuah lembaran logam yang bertindak sebagai benda kerja menjadi produk yang diinginkan melalui *cutting* bahan (*Shearing, blanking*, dll) dan/atau deformasi material (*bending, deep drawing, drawing*). Ketebalan material yang mengklasifikasikan benda kerja sebagai *sheet metal* tidak didefinisikan secara jelas. Namun secara umum lembaran logam yang dijadikan bahan memiliki ketebalan 0,006 dan 0,25 inci. Untuk plat yang lebih tipis dinamakan “foil”, sedangkan yang lebih tebal dinamakan “plate”. Material umum untuk produksi *sheet metal*, meliputi: *aluminium, brass, bronze, cooper, magnesium, nickel, stainless steel, steel, titanium, and zinc*.

Sheet metal dapat diproses dengan cara dipotong, di *bending* dan *stretched* menjadi hampir semua bentuk yang diinginkan. Proses removal material (*shearing, cutoff, partoff*) dapat membuat lubang dan sobekan dalam setiap bentuk geometris

2D, hasil pada proses ini bisa dijadikan sebagai bahan awal untuk proses selanjutnya atau sebagai produk yang diinginkan. Proses deformasi (*bending* dan *drawing*) dapat dilakukan untuk menekuk *sheet metal* dalam beberapa kali penekukan untuk sudut yang berbeda atau meregangkan (*stretch*) *sheet metal* untuk membuat kontur yang lebih kompleks.

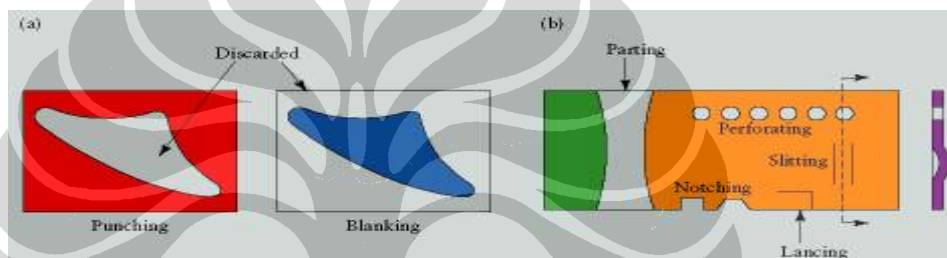
Pemanfaatan proses *sheet metal* dalam membuat produk untuk berbagai ukuran, dari ukuran terkecil seperti membuat produk ring kecil (*small washer*) dan *bracket*, untuk ukuran sedang produk peralatan rumah dan konstruksi-komponen otomotif, serta ukuran produk yang besar seperti sayap pesawat terbang.

Proses fabrikasi *sheet metal* sebagian besar ditempatkan ke dalam dua kategori, yaitu: *cutting* dan *forming*. Proses *cutting* adalah proses di mana gaya yang diterapkan menyebabkan material gagal dan terpisah, yang memungkinkan material yang akan dipotong atau dihapus. Gaya geser dipergunakan untuk proses *cutting*. Proses *forming* adalah proses dimana gaya yang diterapkan menyebabkan material yang plastis berubah bentuk, tetapi tidak sampai gagal (terpotong atau sobek/*cracking*). Proses *forming* tersebut dapat berupa *bending* atau *stretching* (*drawing*).

Untuk memproduksi produk-produk *sheet metal* membutuhkan cetakan (*press dies*) yang dapat memotong (*cutting*) dan membentuk (*forming*) material dengan mesin press. Pengelompokan proses *sheet metal forming* untuk *press part* dapat diklasifikasikan sebagai berikut: [14]

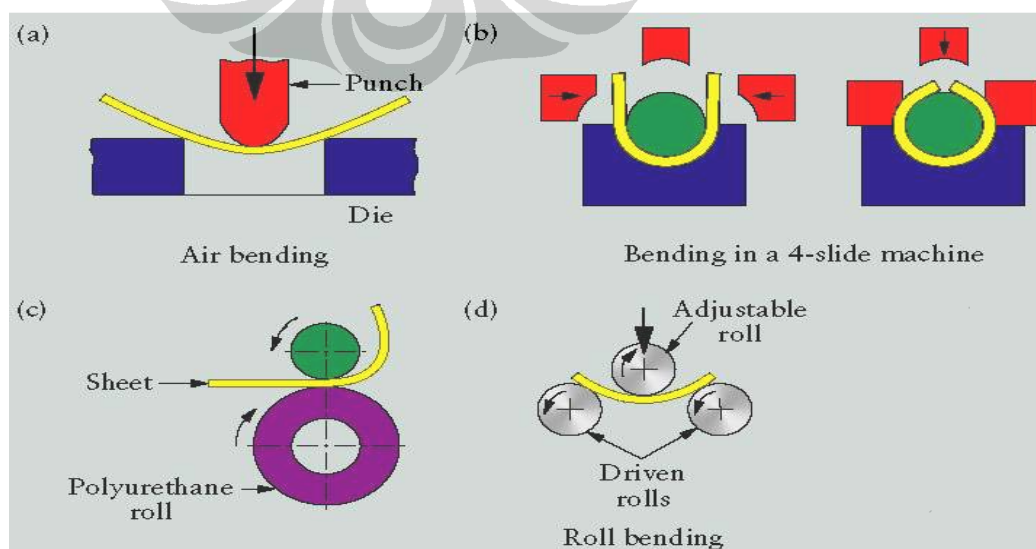
- **Proses *shearing*** - proses yang berlaku ‘kekuatan geser’ untuk memotong, pematahan, atau memisahkan materi. Beberapa bentuk dari proses *shearing*:
 - a. ***Shearing*** : proses pemotongan *sheet metal* lembaran atau gulungan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dilakukan dengan *shear cutting machine*. Hasil potongan akan menjadi material untuk proses selanjutnya, misalnya proses *drawing* atau *forming*.
 - b. ***Punching***: proses pemotongan menggunakan *dies* dan *punch* di mana bagian interior lembar dipotong akan terbuang (membuat lubang).
 - c. ***Blanking***: proses pemotongan menggunakan *dies* dan *punch* di mana bagian eksterior dari operasi geser akan terbuang.
 - d. ***Perforating***: membuat sejumlah lubang pada sheet secara berulang-ulang.

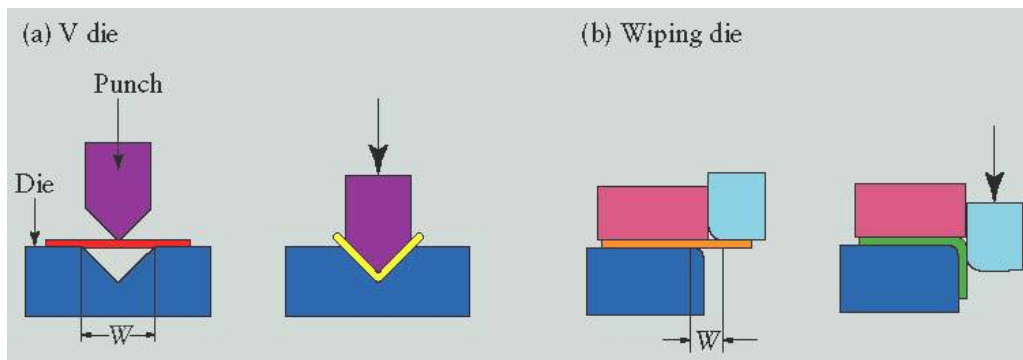
- e. **Parting**: proses memisahkan suatu part menjadi 2(dua) bagian atau beberapa bagian dari *sheet metal* sehingga menghasilkan part yang diinginkan.
- f. **Trimming** : proses pemotongan bagian yang tidak diperlukan dari proses *drawing* atau *forming* untuk mendapatkan ukuran akhir. Proses *trimming* akan meninggalkan bagian yang tidak berguna (*scrap*).
- g. **Notching dan Semi-Notching** : proses pemotongan pada bagian tepi lembaran material dari suatu proses yang berurutan (*progressive*) untuk membentuk *part*.
- h. **Lancing**: proses pemotongan sebagian dari suatu *part* yang secara bersamaan juga terjadi proses *bending*.



Gambar 2. 7 Proses Cutting Sheet Metal

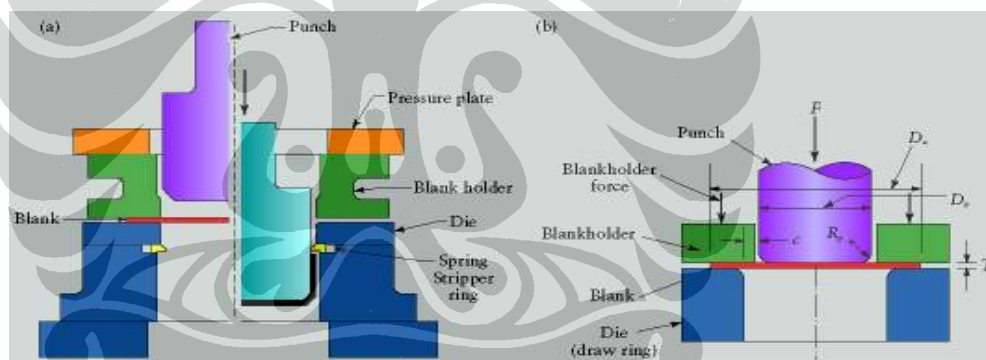
- **Proses pembentukan (Forming)** - proses yang menyebabkan logam mengalami perubahan bentuk yang diinginkan tanpa kegagalan, penipisan berlebihan, atau retak. Ini termasuk *bending* dan *stretching*. [14]





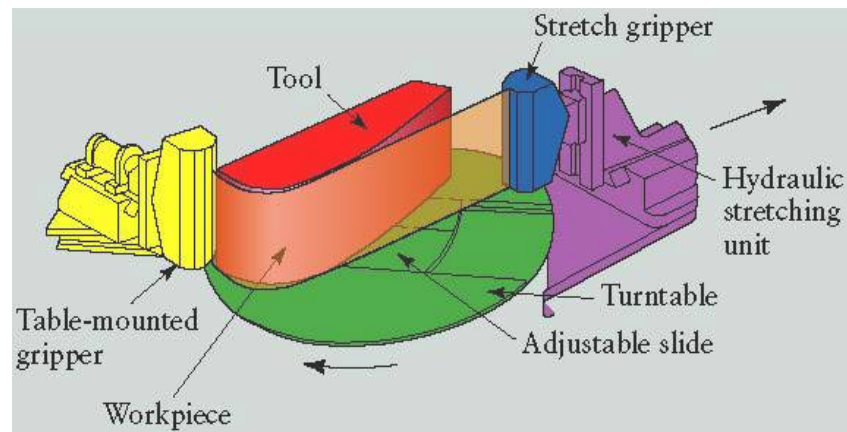
Gambar 2. 8 Proses Bending

- a. **Bending** : proses pembentukan lembaran logam dengan cara ditebuk.
- b. **Drawing** : proses pembentukan lembaran logam yang dalam dan konturnya kompleks sehingga memerlukan *blank holder* dan *air cushion/spring* untuk mengontrol aliran dari material serta diperlukan *bead* atau tahanan untuk menahan aliran material yang terlalu cepat. [14]



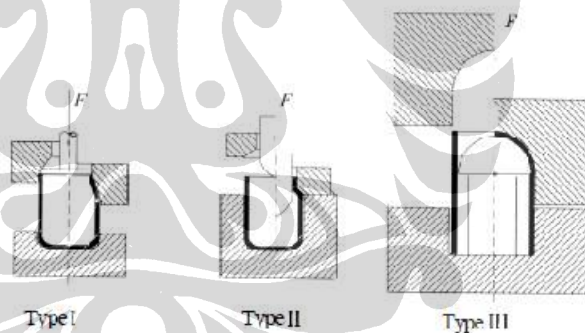
Gambar 2. 9 Proses Drawing

- c. Proses *forming* lainnya (*stretching*, *nosing*, *expanding*, *flanging*, *flexible die forming*, dan *spinning*).
 - **Stretching** : proses pembentukan lembaran logam dengan cara ditarik atau diregangkan. [14]



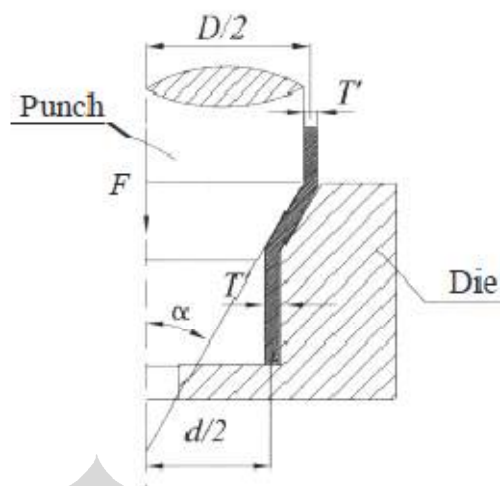
Gambar 2. 10 Proses Stretching

- **Nosing** : metode pengurangan diameter bagian atas bentuk tabung yang dibuat diameter lebih kecil dari bentuk aslinya. Ada tiga jenis profil akhir setelah *nosing*: *frustum of cone*, *neck*, *segment of sphere*. Proses ini dimungkinkan pada bahan yang tidak terlalu tipis dan dibentuk sekitar 20% dari diameter bentuk awal. [2]



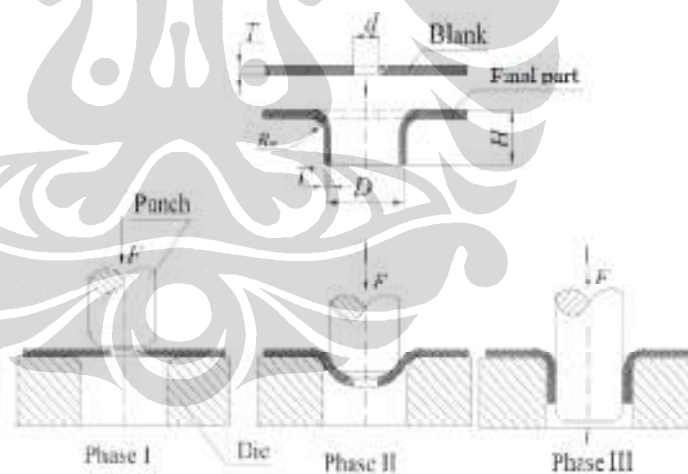
Gambar 2. 11 Proses Nosing

- **Expanding** : proses yang digunakan untuk memperbesar diameter *shell* atau tabung dalam satu atau lebih bagian dengan berbagai jenis *punch*, seperti menggunakan plug fleksibel (karet atau poliuretan), tekanan hidrolis, atau *segmented mechanical die*. [2]



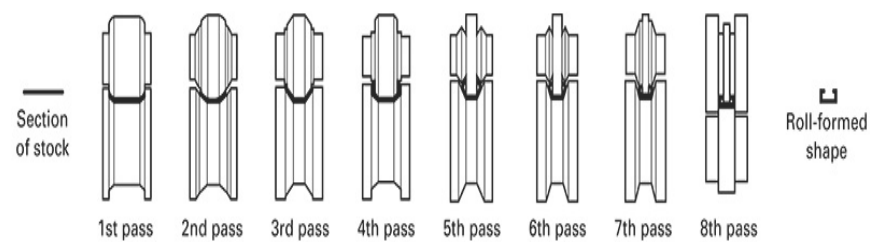
Gambar 2. 12 Proses Expanding

- **Penonjolan (*Dimpling*)** : proses *bending* dan *stretching (flanging)* tepi bagian dalam dari komponen *sheet metal*. Lubang dibor atau dilubangi berkembang menjadi sebuah *flange*, kemudian diberi tekanan menembus benda kerja dan memperluas lubang. [2]



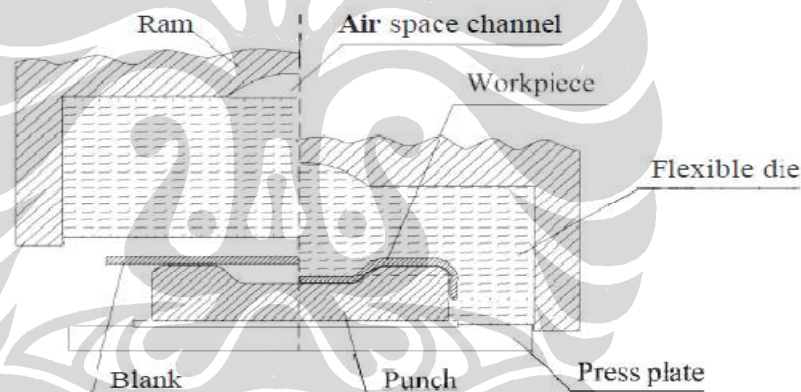
Gambar 2. 13 Proses Dimpling

- **Rolling** : proses dimana strip logam semakin ditebuk saat melewati serangkaian membentuk gulungan. [2]



Gambar 2. 14 Proses Rolling

- **Flexible die forming** : dalam *flexible die forming*, salah satu bagian (*punch* atau *die*) digantikan dengan bahan yang fleksible seperti karet atau polyurethane. Salah satu bagian *dies* dikurangi sehingga mengurangi biaya operasi. Proses ini dapat digunakan untuk pembentukan *shallow flange* (industri pesawat terbang). [2]

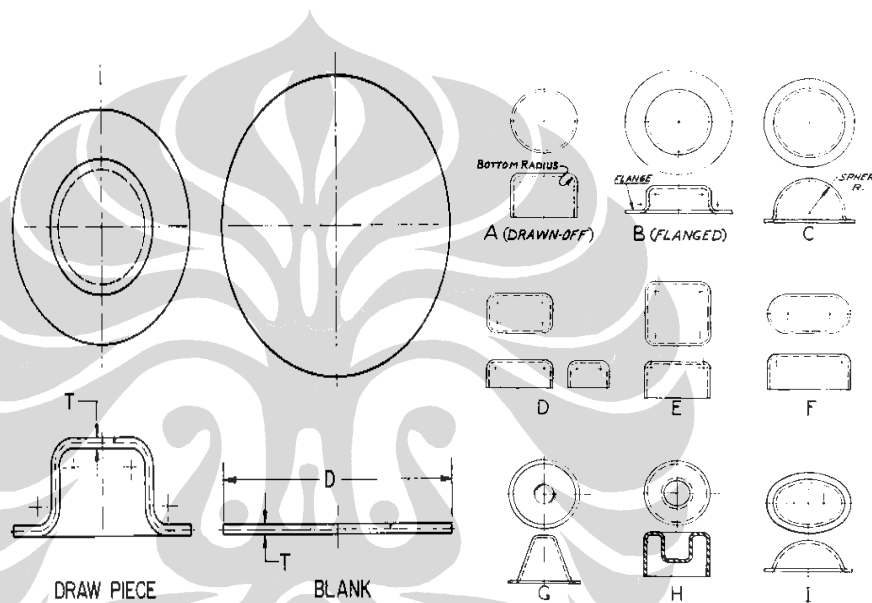


Gambar 2. 15 Proses Forming dengan Flexible Die

2.4 Proses Drawing

Drawing adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, dimana dibentuk pada umumnya berupa silinder dan selalu mempunyai kedalaman tertentu. Bahan yang digunakan untuk proses pembentukan *drawing* ini berbentuk lembaran pelat. Bentuk lembaran pelat yang dikerjakan ini disesuaikan dengan bentuk bentangan profil benda yang diinginkan. *Drawing* pada intinya merupakan satu jenis proses produksi namun terdapat beberapa ahli yang membedakan dengan indeks ketinggian, proses *deep drawing* mempunyai indeks ketinggian yang lebih besar dibandingkan dengan *drawing*.

Selain itu terdapat proses produksi yang berbeda dengan proses *drawing* tetapi juga diberi istilah *drawing*, proses tersebut berupa penarikan, seperti pada pembuatan beberapa jenis bentuk kawat, untuk membedakan kedua proses tersebut (penarikan dan pembuatan bentuk silinder) beberapa ahli memberikan istilah yang lebih khusus. Yaitu *rod drawing* atau *wire drawing* untuk proses pembentukan kawat. Bahan dasar dari proses *drawing* adalah lembaran logam (*sheet metal*) yang disebut dengan *blank*, sedangkan produk dari hasil proses *drawing* disebut dengan *draw piece*. [10]



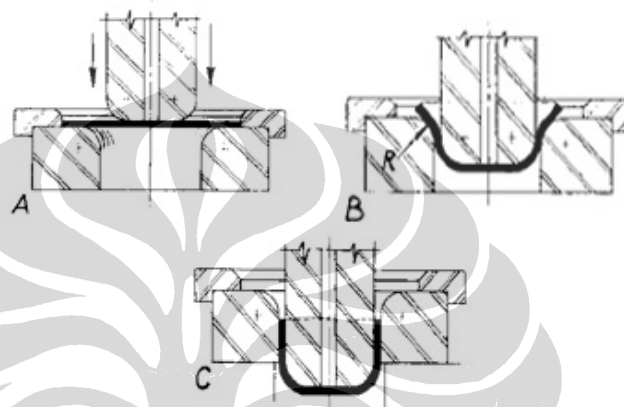
Gambar 2. 16 Blank dan Beberapa Macam Bentuk Draw Piece

Proses *drawing* dilakukan dengan menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan *blank* sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk *dies*, bentuk akhir ditentukan oleh *punch* sebagai penekan dan *die* sebagai penahan benda kerja saat di tekan oleh *punch*. pengertian dari *sheet metal* adalah lembaran logam dengan ketebalan maksimal 6 mm, lembaran logam (*sheet metal*) di pasaran dijual dalam bentuk lembaran dan gulungan. Terdapat berbagai tipe dari lembaran logam yang digunakan, pemilihan dari jenis lembaran tersebut tergantung dari :

- *Strain rate* yang diperlukan
- Benda yang akan dibuat
- Material yang diinginkan

- Ketebalan benda yang akan dibuat
- Kedalaman benda

Pada umumnya berbagai jenis material logam dalam bentuk lembaran dapat digunakan untuk proses *drawing* seperti *stainless steel*, aluminium, tembaga, perak, emas, baja maupun titanium. Gambaran lengkap proses *drawing* dapat dilihat pada gambar 2.17. [10]



Gambar 2. 17 Proses Drawing

2.4.1 Tahapan Proses *Drawing*

1. Kontak Awal

Pada gambar 2.17 A, *punch* bergerak dari atas ke bawah, *blank* dipegang oleh *nest* agar tidak bergeser ke samping, kontak awal terjadi ketika bagian-bagian dari *die set* saling menyentuh lembaran logam (*blank*) saat kontak awal terjadi belum terjadi gaya-gaya dan gesekan dalam proses *drawing*.

2. *Bending*

Selanjutnya lembaran logam mengalami proses *bending* seperti pada gambar 2.17 B, *punch* terus menekan kebawah sehingga posisi *punch* lebih dalam melebihi jari-jari (R) dari *die*, sedangkan posisi *die* tetap tidak bergerak ataupun berpindah tempat, kombinasi gaya tekan dari *punch* dan gaya penahan dari *die* menyebabkan material mengalami peregangan sepanjang jari-jari *die*, sedangkan daerah terluar dari *blank* mengalami kompresi arah radial. *Bending* merupakan

proses pertama yang terjadi pada rangkaian pembentukan proses *drawing*, keberhasilan proses *bending* ditentukan oleh aliran material saat proses terjadi.

3. *Straightening*

Saat *punch* sudah melewati radius *die*, gerakan *punch* ke bawah akan menghasilkan pelurusan sepanjang dinding *die* (gambar 2.17 C), lembaran logam akan mengalami peregangan sepanjang dinding *die*. Dari proses pelurusan sepanjang dinding *die* diharapkan mampu menghasilkan bentuk silinder sesuai dengan bentuk *die* dan *punch*.

4. *Compression*

Proses *compression* terjadi ketika *punch* bergerak kebawah, akibatnya *blank* tertarik untuk mengikuti gerakan dari *punch*, daerah *blank* yang masih berada pada *blankholder* akan mengalami *compression* arah radial mengikuti bentuk dari *die*.

5. *Tension*

Tegangan tarik terbesar terjadi pada bagian bawah cup produk hasil *drawing*, bagian ini adalah bagian yang paling mudah mengalami cacat sobek (*tore*), pembentukan bagian bawah *cup* merupakan proses terakhir pada proses *drawing*.

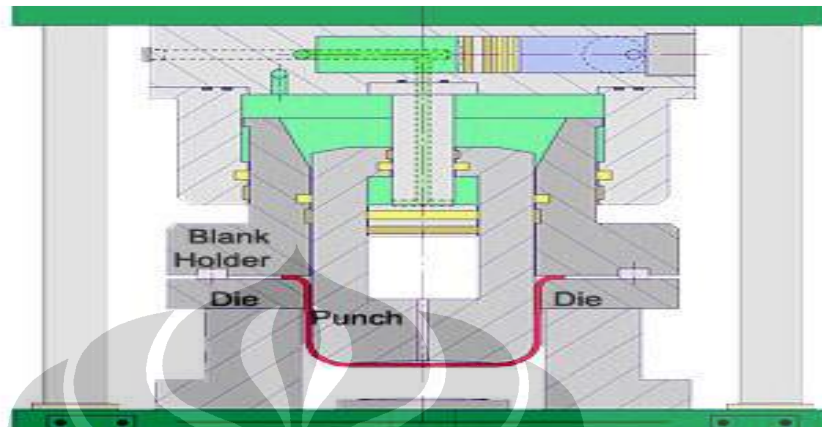
2.4.2 **Komponen Utama Die Set**

Proses *drawing* mempunyai karakteristik khusus dibandingkan dengan proses pembentukan logam lain, yaitu pada umumnya produk yang dihasilkan memiliki bentuk tabung yang mempunyai ketinggian tertentu, sehingga *die* yang digunakan dalam juga mempunyai bentuk khusus, proses pembentukan berarti adalah proses *non cutting* logam. Produk yang dihasilkan dari *drawing* bervariasi tergantung dari desain *die* dan *punch*, gambar 2.16 menunjukkan beberapa jenis produk (*draw piece*) hasil *drawing*.

Dalam satu unit *die set* terdapat komponen utama yaitu :

1. *blankholder*
2. *punch*
3. *die*

Sedangkan komponen lainnya merupakan komponen tambahan tergantung dari jenis *die* yang dipakai. Bentuk dan posisi dari komponen utama tersebut dapat dilihat pada gambar 2.18. [21]



Gambar 2. 18 Bagian Utama Die Drawing

1. *Blankholder*

Berfungsi memegang *blank* atau benda kerja berupa lembaran logam, pada gambar diatas *blankholder* berada diatas benda kerja, walaupun berfungsi untuk memegang benda kerja, benda kerja harus tetap dapat bergerak saat proses *drawing* dilakukan sebab saat proses *drawing* berlangsung benda kerja yang dijepit oleh *blankholder* akan bergerak ke arah pusat sesuai dengan bentuk dari *die drawing*. Sebagian jenis *blankholder* diganti dengan *nest* yang mempunyai fungsi hampir sama, bentuk *nest* berupa lingkaran yang terdapat lubang didalamnya, lubang tersebut sebagai tempat peletakan dari benda kerja agar tidak bergeser ke samping.

2. *Punch*

Punch merupakan bagian yang bergerak ke bawah untuk meneruskan gaya dari sumber tenaga sehingga *blank* tertekan ke bawah, bentuk *punch* disesuaikan dengan bentuk akhir yang diinginkan dari proses *drawing*, letak *punch* pada gambar 2.18. berada di atas *blank*, posisi dari *punch* sebenarnya tidak selalu diatas tergantung dari jenis *die drawing* yang digunakan.

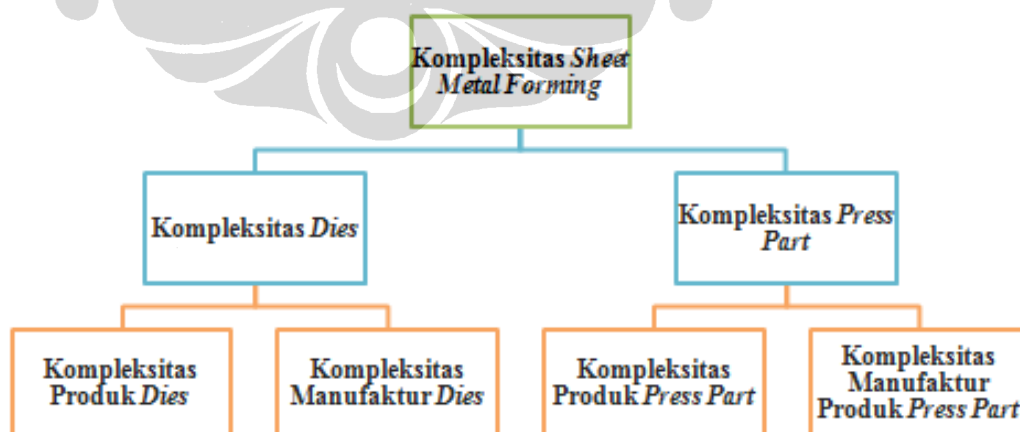
3. Die

Merupakan komponen utama yang berperan dalam menentukan bentuk akhir dari benda kerja *drawing* (*draw piece*), bentuk dan ukuran *die* bervariasi sesuai dengan bentuk akhir yang diinginkan, konstruksi *die* harus mampu menahan gerakan, gaya geser serta gaya *punch*. Pada *die* terdapat radius tertentu yang berfungsi mempermudah reduksi benda saat proses berlangsung, lebih jauh lagi dengan adanya jari-jari diharapkan tidak terjadi sobek pada material yang akan di *drawing*.

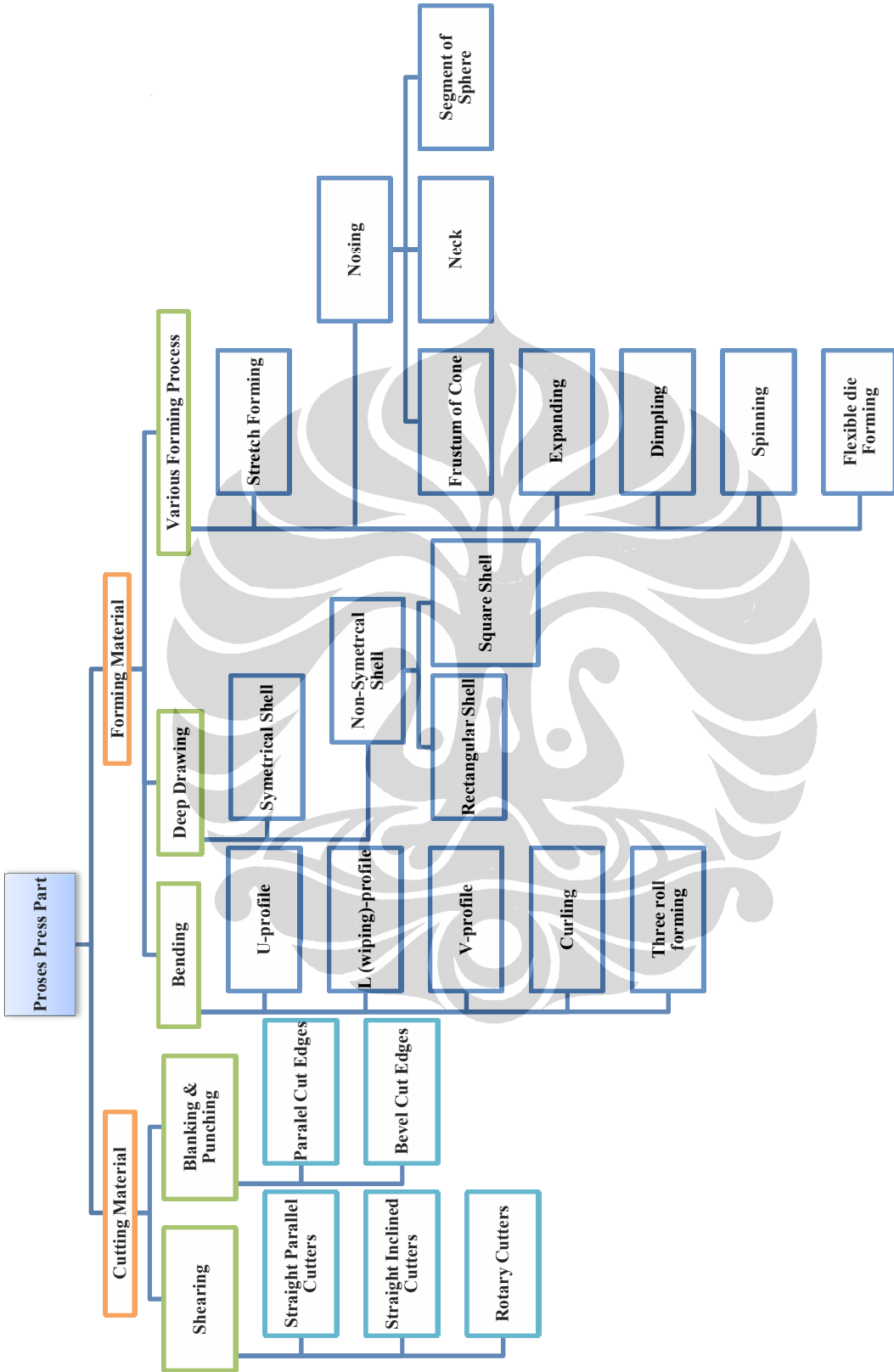
2.5 Identifikasi Parameter Proses Sheet Metal Forming

Untuk menghitung kompleksitas proses manufaktur *press part*, hal pertama yang diperlukan adalah mengidentifikasi parameter-parameter yang mempengaruhi proses manufaktur *press part* yang dilakukan untuk semua proses manufaktur untuk bahan *sheet metal*, yang nantinya dapat dipilih sesuai dengan proses yang dilakukan hingga menjadi produk yang diinginkan. Identifikasi parameter *sheet metal forming* dapat dilihat pada gambar diagram 2.20 sampai dengan gambar diagram 2.24. [2]

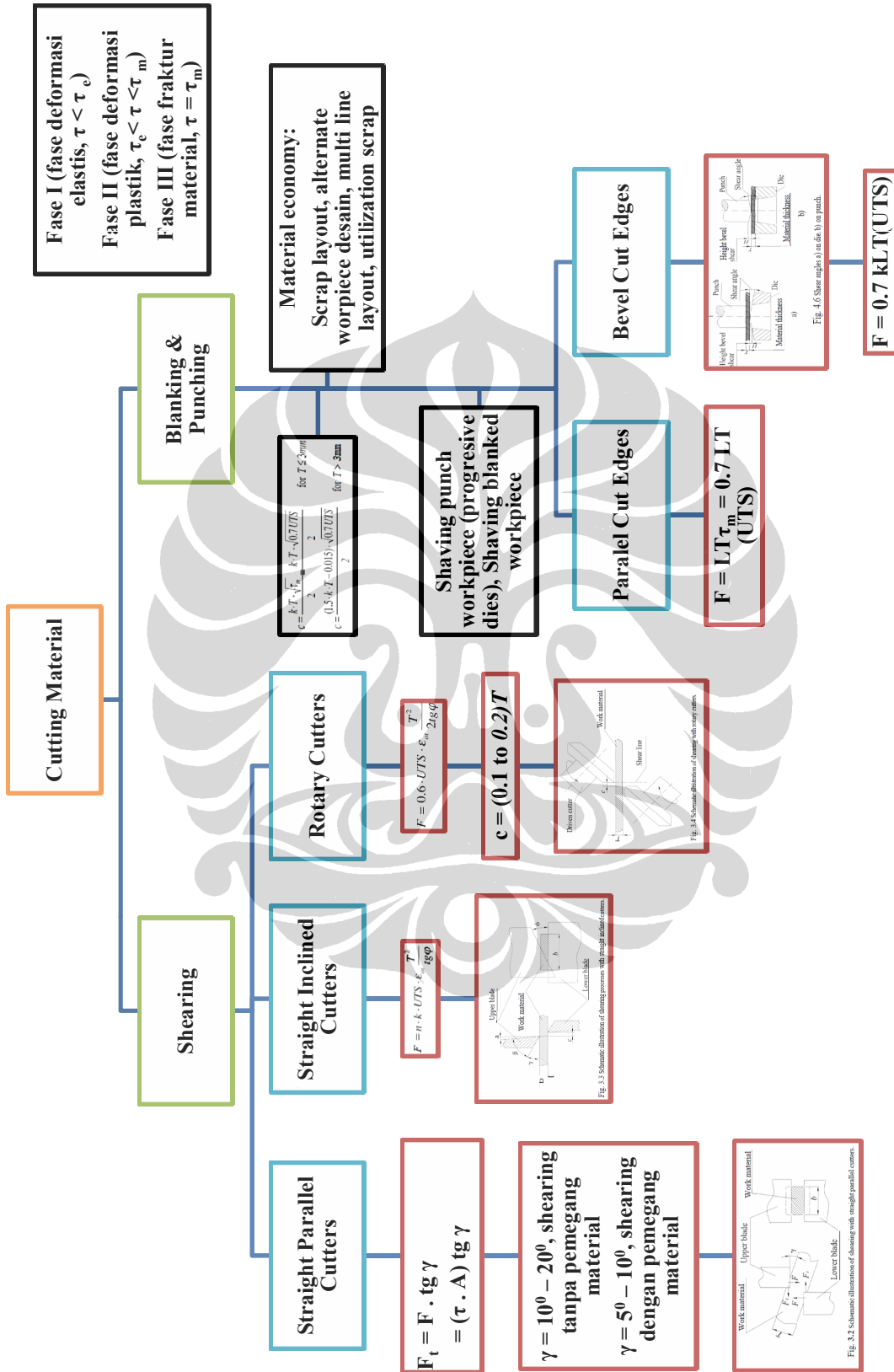
Yang terkait dengan kompleksitas proses untuk produk *press part*, dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu kompleksitas dies dan kompleksitas untuk produk *press part* itu sendiri.



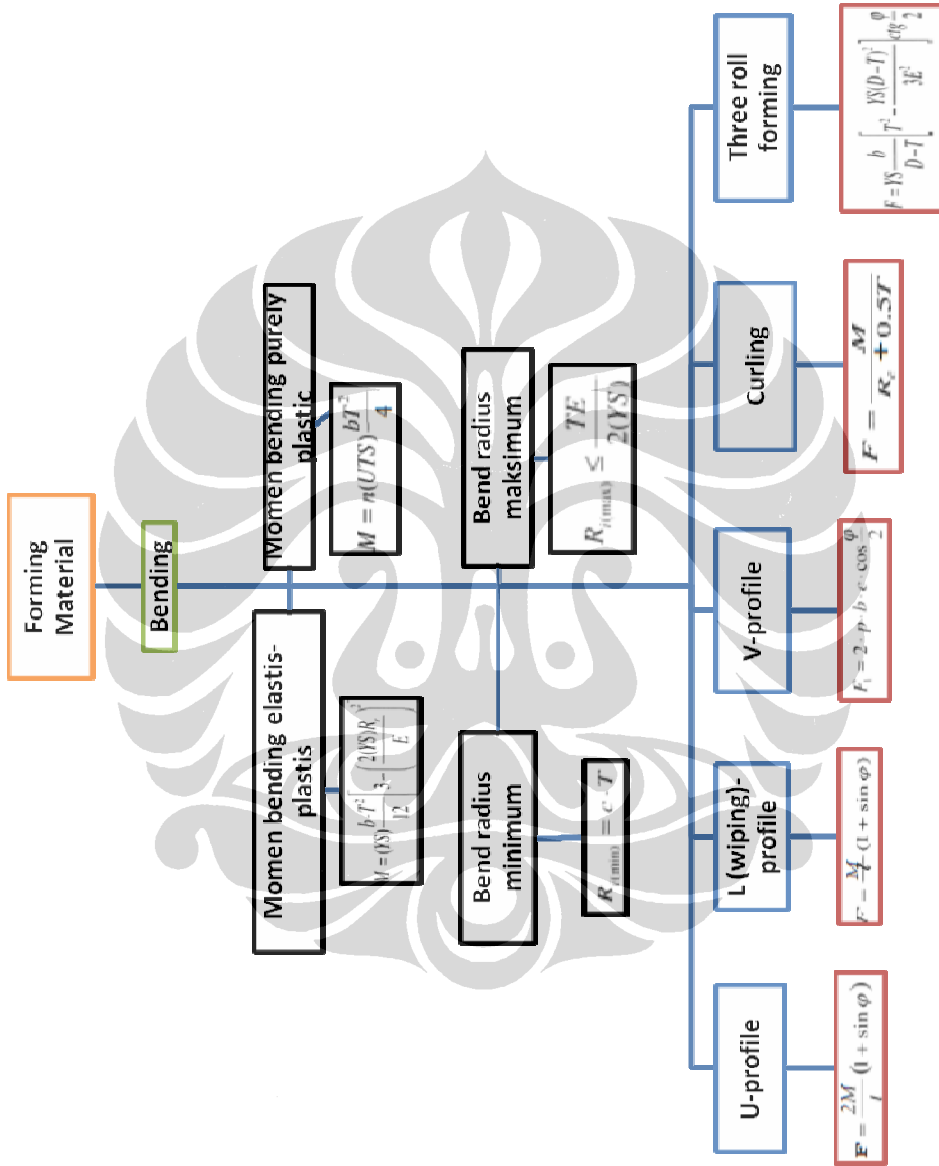
Gambar 2. 19 Diagram Kompleksitas Sheet Metal Forming



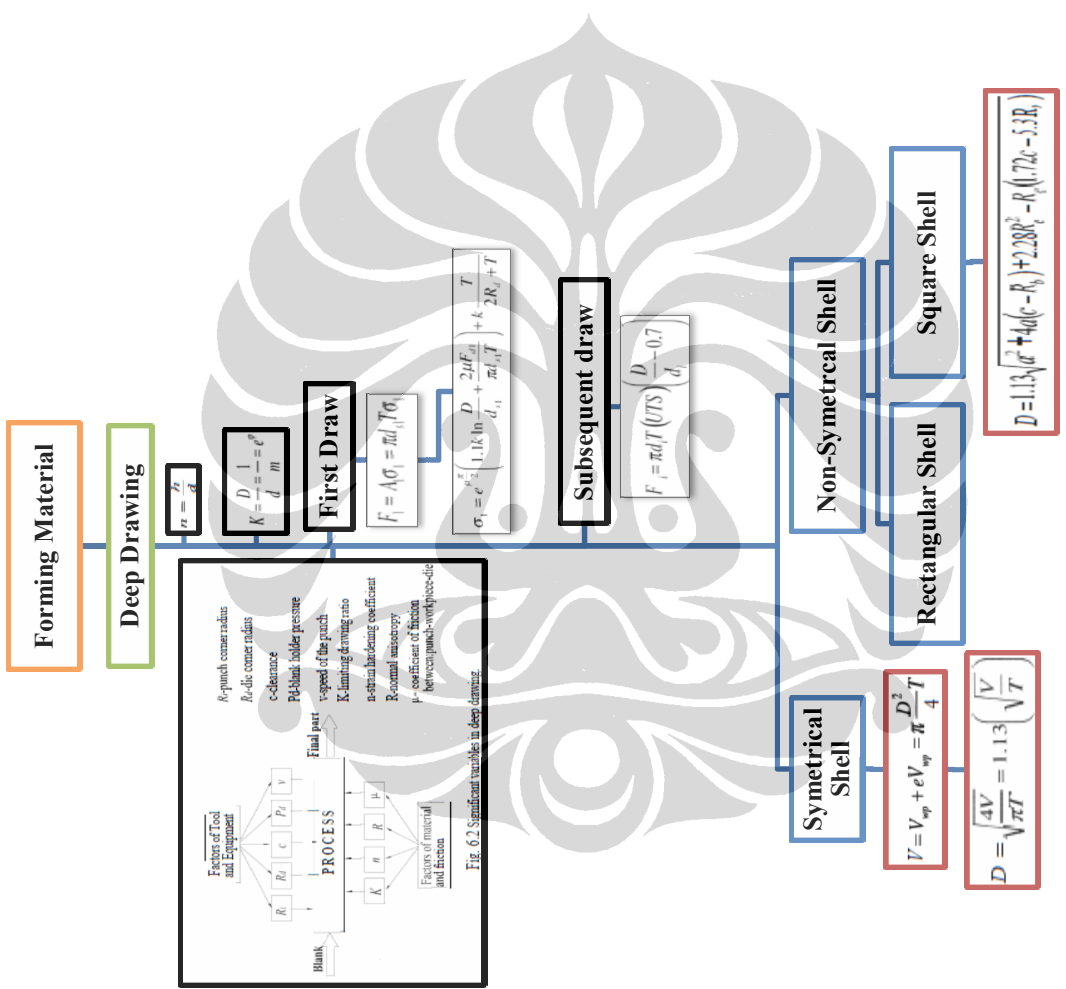
Gambar 2. 20 Identifikasi Proses Sheet metal forming



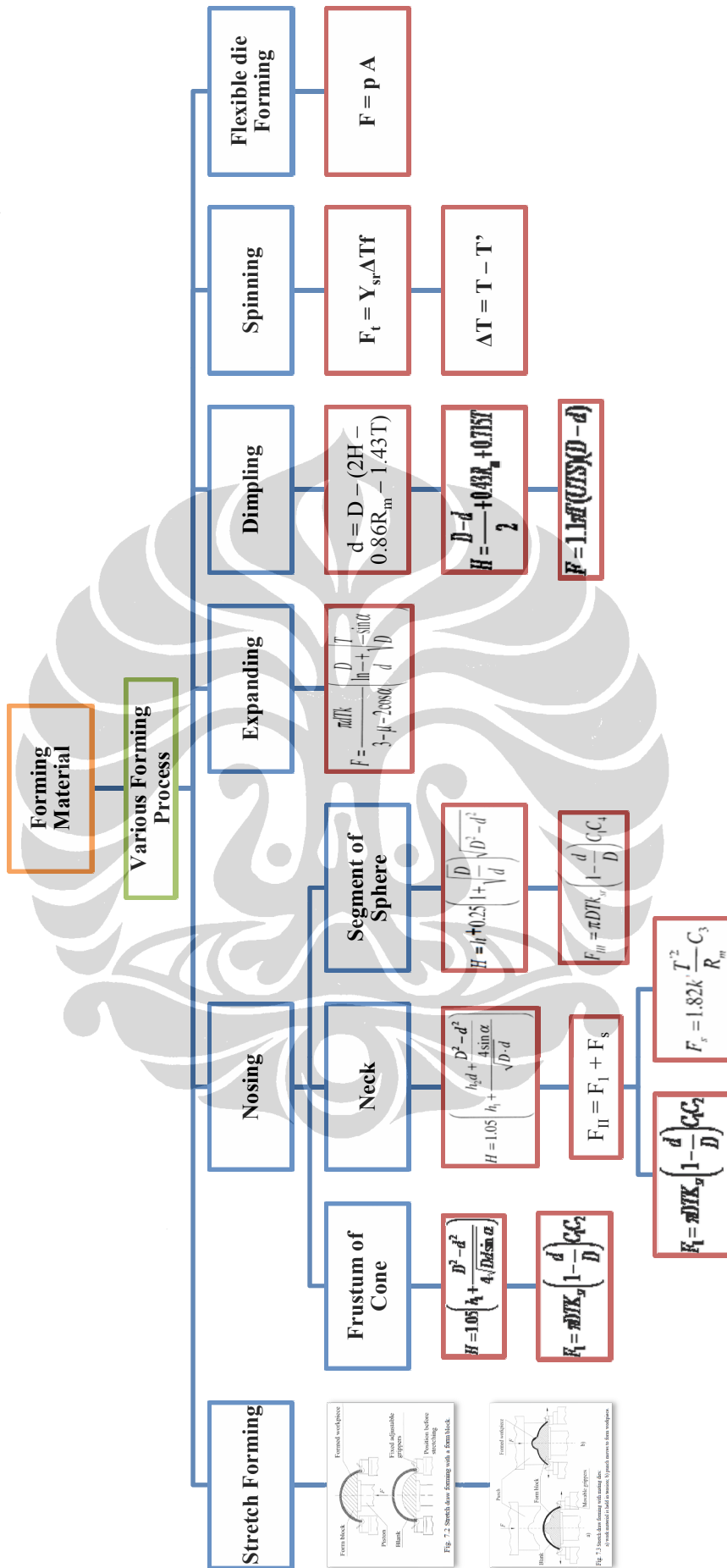
Gambar 2. 21 Parameter Proses Cutting



Gambar 2. 22 Parameter Proses Bending



Gambar 2. 23 Parameter Proses Drawing



Gambar 2. 24 Parameter Proses Variasi Forming

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Obyek Penelitian

Dalam penelitian ini yang menjadi obyek untuk di amati dan di teliti adalah proses manufaktur produk *press part* komponen otomotif, dan kemudian menganalisis pengaruh kompleksitas terhadap proses produksinya.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Studi Pustaka

Mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan pada proses produksi *press part* melalui buku, jurnal, makalah dan literatur lainnya.

2. Observasi

Melakukan pengamatan secara langsung terhadap proses produksi *press part* dan parameter-parameter serta aspek-aspek yang berpengaruh pada proses produksi *press part*.

3. Wawancara

Melakukan wawancara dengan pihak-pihak yang dianggap perlu dan terkait langsung dalam proses produksi *press part*.

4. Kuisioner

Memberikan kuisioner kepada pihak-pihak yang dianggap perlu dan berkaitan dengan pertanyaan-pertanyaan yang menunjang sebagai masukan dan informasi untuk penelitian ini.

3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian sesuai rencana dilaksanakan mulai minggu pertama Januari 2012 sampai dengan minggu keempat Juni 2012.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di salah satu industri yang memproduksi *press part* komponen otomotif.

3.4 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan obyek yang akan diamati dan diteliti.
2. Mengidentifikasi informasi yang berkaitan dengan proses manufaktur *press part*.
3. Mengidentifikasi parameter dan aspek penting dalam produksi *press part*.
4. Pembuatan tabel pembobotan parameter proses produksi *press part*.
5. Pengembangan model penilaian kompleksitas proses produksi *press part*.
6. Menguji coba model penilaian kompleksitas proses produksi *press part*.

3.5 Perumusan Masalah

Pendefinisian masalah mencakup masalah-masalah yang ada pada saat ini disertai keinginan untuk memperbaiki kondisi serta untuk mencari solusi terbaik, dimana terdapat kesenjangan antara kondisi yang ada dengan keadaan riil yang diharapkan. Adapun permasalahan yang ingin dijawab pada penelitian ini berdasarkan studi literatur sebagai berikut:

1. Parameter-parameter atau variabel-variabel apa saja yang sangat mempengaruhi kompleksitas proses manufaktur *press part*.
2. Model penilaian kompleksitas proses produksi *press part*
3. Seberapa besar nilai indeks kompleksitas proses dari produk *press part* dan bagaimana melakukan penilaian kompleksitas proses.

3.6 Identifikasi Parameter Bebas dan Parameter Terikat Proses Produksi *Press Part*

Dalam penentuan parameter yang mempengaruhi proses produksi *press part* sebelumnya dilakukan studi literatur. Proses *sheet metal forming* merupakan suatu sistem kompleks yang terdiri dari *independent parameter* dan *dependant parameter*. *Independent parameter* adalah aspek dari proses dimana *engineer* atau

operator memiliki kontrol langsung dan mereka umumnya dipilih atau ditentukan ketika mengatur proses. Yang termasuk kedalam *independent parameter* (parameter bebas) pada proses produksi *press part*, yaitu:

1. Material yang digunakan;

Dalam menentukan bahan awal, kita dapat mendefinisikan sifat awal dan karakteristik dari material yang nantinya dipilih untuk kemudahan fabrikasi atau dibatasi oleh keinginan untuk mencapai sifat akhir yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses deformasi. Aspek yang termasuk meliputi: jenis material, berat, kekuatan, dan kekakuan.

2. Geometri awal benda kerja;

Penentuan geometri awal didasarkan pada proses selanjutnya atau dipilih dari berbagai bentuk yang tersedia, yang meliputi: jenis *shape*, jumlah *shape*, simetris, bentuk permukaan, dan jumlah permukaan.

3. *Tool or die geometry*;

Aspek tool, meliputi: dimensi, *bend radius*, *clearance* antar *punch* dan *dies*, serta *die angle*. Sukses atau gagalnya proses dari bahan awal ke produk jadi umumnya tergantung dari *tool geometry*.

4. Pelumasan;

Aspek yang meliputi diantaranya: tipe pelumas, jumlah yang diproduksi, dan proses yang dilakukan (*cutting*, *bending*, *drawing*).

5. Kecepatan operasi;

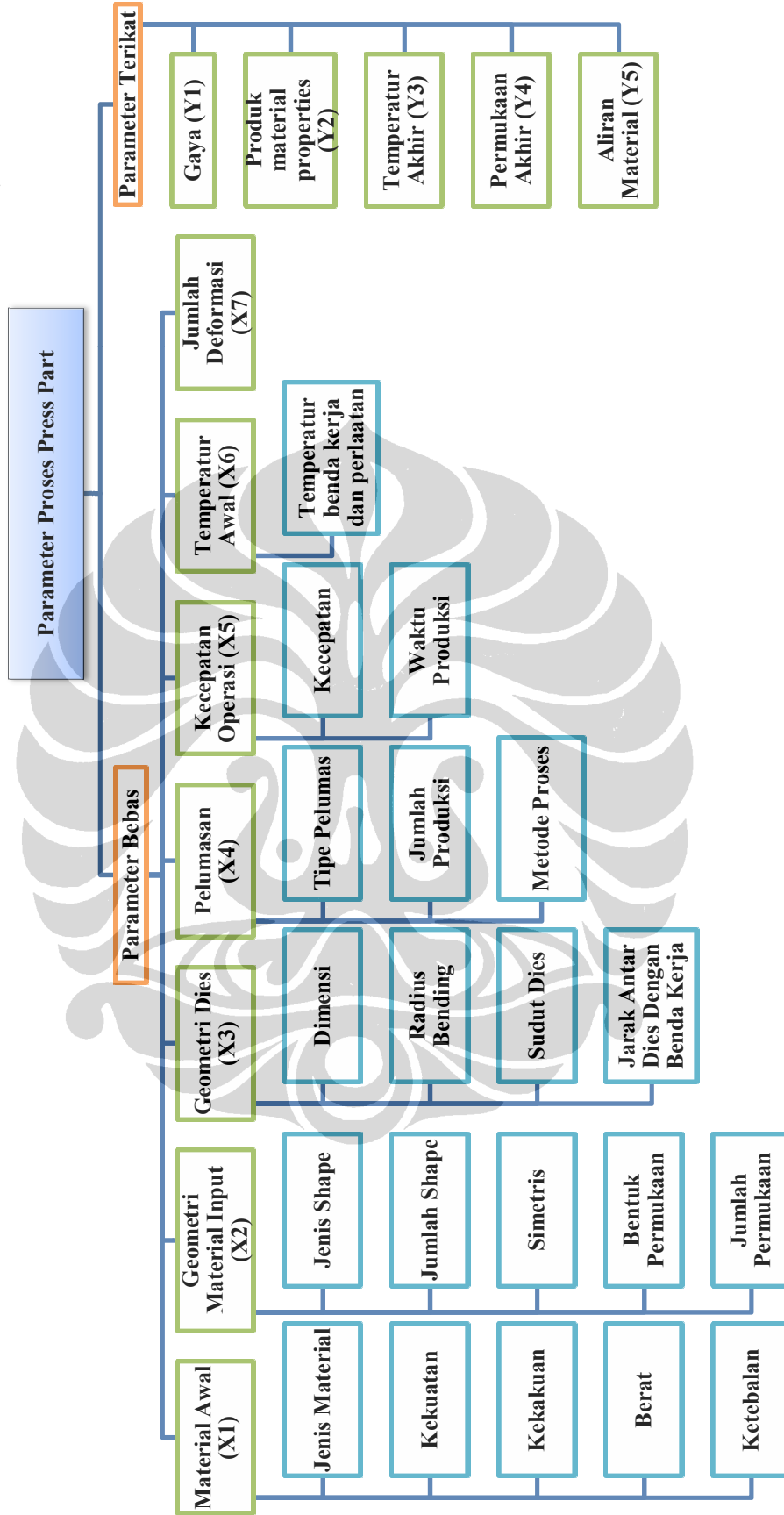
Kecepatan operasi berpengaruh pada tingkat produksi. Kecepatan operasi dipengaruhi gaya, efektifitas pelumas dan waktu untuk proses.

6. Temperatur awal

Temperatur antara benda kerja dan peralatan (*dies*).

7. Jumlah proses deformasi (pembentukan);

Jumlah deformasi atau proses dari setiap produk berawal dari desain produk yang nantinya berpengaruh langsung terhadap desain peralatan (*single dies*, *progressive dies*).



Gambar 3. 1 Identifikasi Parameter Proses Sheet metal forming

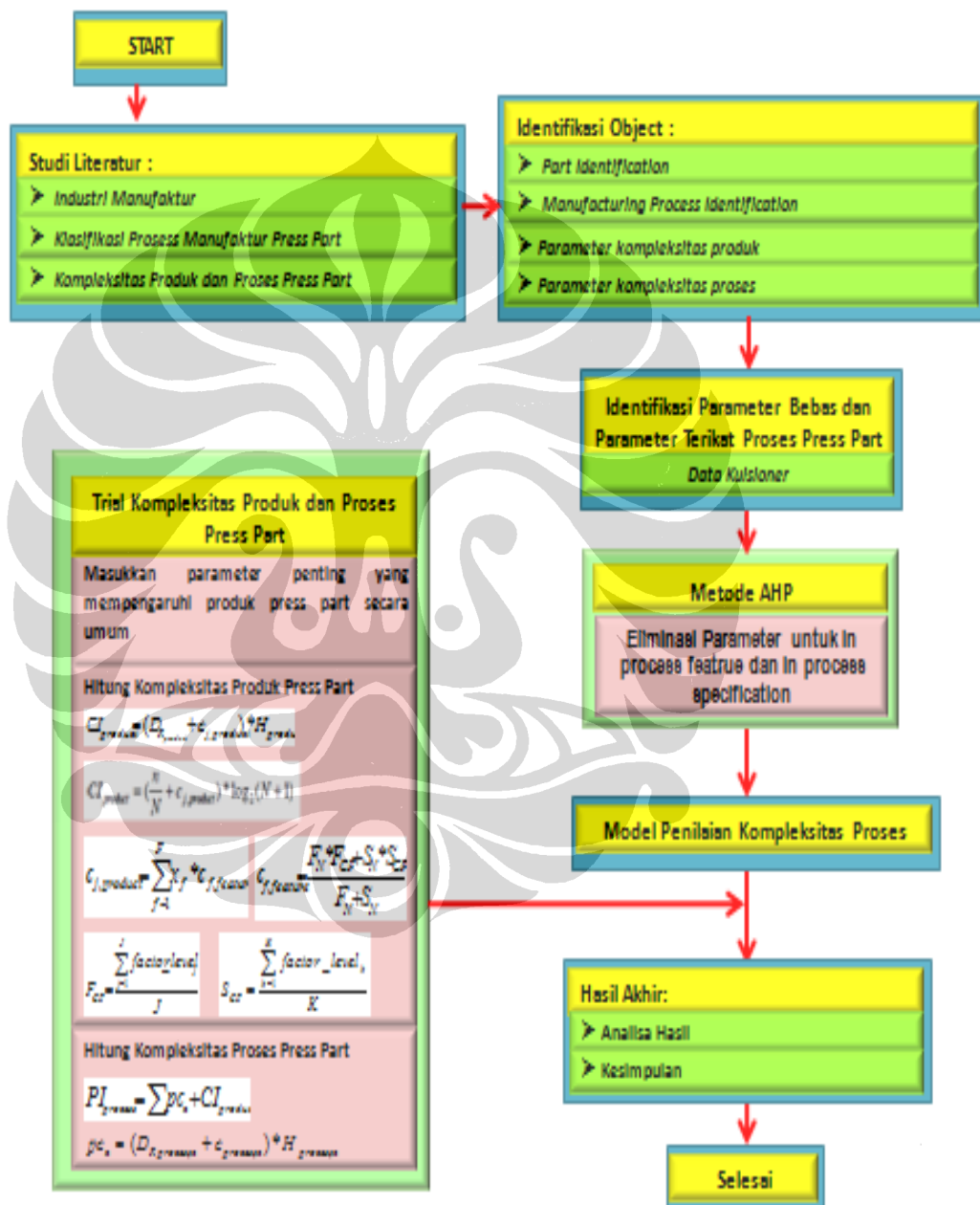
3.7 Pembuatan Tabel Pembobotan Parameter Bebas dan Terikat Proses Produksi *Press Part*

Parameter bebas dan parameter terikat proses produksi *press part* didapat dari data Divisi *Stamping Tool* – PT. D, ditambah dengan hasil konsultasi dengan para manajer dan staff ahli dari departemen terkait. Dari hasil konsultasi tersebut data dianalisis dengan melakukan pembobotan dengan metode dan nilai tertentu. Perhitungan bobot prioritas dilakukan dengan metode AHP untuk setiap parameter proses. Metode AHP merupakan proses pengambilan keputusan dengan peralatan utama sebuah hierarki fungsional yang menggunakan input berupa persepsi manusia. Pembuatan tabel pembobotan tingkat kompleksitas proses bertujuan untuk memudahkan peneliti untuk menilai atau memberi skor untuk masing-masing variabel proses. Hasil dari penilaian tersebut digunakan untuk menghitung koefisien kompleksitas relatif ($c_{j, process}$). Pembobotan dilakukan dengan melakukan observasi langsung atau dengan menyebarkan kuisioner ke para ahli di industri *press part*. Adapun langkah-langkah untuk membuat pembobotan tersebut adalah:

1. Melakukan identifikasi proses-proses produksi *press part* untuk komponen otomotif.
2. Melakukan penilaian terhadap proses produksi *press part* berdasarkan aspek-aspek dari variabel kompleksitas proses.
3. Membuat *range* dari hasil penilaian dari nilai yang terendah sampai nilai yang tertinggi tiap-tiap variabel kompleksitas proses.
4. Dari hasil *range* tersebut akan diverifikasi oleh beberapa tenaga ahli berkompeten untuk memberikan pembobotan.
5. *Range* dari nilai pembobotan yang diberikan adalah nilai 0 untuk terendah, 0,5 untuk menengah, dan 1 untuk tertinggi.
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 proses.

Tabel pembobotan awal didapatkan berdasarkan studi literatur dan diklasifikasikan setiap parameter proses manufaktur selanjutnya diverifikasi dengan industri *press part*.

Dari tahapan/prosedur diatas, maka dapat dibuat diagram alir tahapan penelitian seperti terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3. 2 Diagram alir tahapan penelitian

3.8 Populasi dan Sampel Penelitian

Sampel adalah sebagian dari populasi. Artinya tidak akan ada sampel jika tidak ada populasi. Populasi adalah keseluruhan elemen atau unsur yang akan kita teliti. Penelitian yang dilakukan atas seluruh elemen dinamakan sensus. Idealnya, agar hasil penelitiannya lebih bisa dipercaya, seorang peneliti harus melakukan sensus. Namun karena sesuatu hal peneliti bisa tidak meneliti keseluruhan elemen tadi, maka yang bisa dilakukannya adalah meneliti sebagian dari keseluruhan elemen atau unsur tadi.

Populasi dalam penelitian ini adalah para ahli yang memang menangani langsung proses manufaktur produk *press part* di PT. D. Dalam penelitian ini diperlukan teknik dalam mengolah suatu sampel dan untuk mendapatkan jumlah sampel yang benar, digunakanlah rumus Slovin sebagai panduannya, yaitu:

$$n = \frac{N}{1 + N(e^2)} \quad (3.1)$$

Keterangan:

n = ukuran sampel

N = ukuran populasi

e = tingkat kesalahan atau α

Karyawan yang ahli dalam bidang manufaktur produk *press part* di PT. D sebanyak 8 orang. Maka dapat dihitung ukuran sampel yang ideal dengan tingkat kesalahan sebesar 10 %.

$$n = \frac{N}{1 + N(e^2)}$$

$$n = \frac{8}{1 + 8(0,1^2)}$$

$$n = 7,47 \approx 7 \text{ responden}$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus Slovin, didapat jumlah responden sebanyak 7 (tujuh) orang. Dari 8 (delapan) kuisisioner yang disebarakan untk penelitian ini, jumlah kuisisioner yang diisi dengan valid dan dikembalikan berjumlah 7 (tujuh) kuisisioner.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Pembobotan Parameter Bebas dan Terikat Proses Produksi *Press Part*

Perhitungan bobot prioritas dilakukan dengan metode AHP untuk setiap parameter proses. Metode AHP merupakan proses pengambilan keputusan dengan peralatan utama sebuah hierarki fungsional yang menggunakan input berupa persepsi manusia. Pembuatan tabel pembobotan tingkat kompleksitas proses bertujuan untuk memudahkan peneliti untuk menilai atau memberi skor untuk masing-masing parameter proses pada perhitungan kompleksitas proses manufaktur produk *press part* nantinya.

Dari data verifikasi 7 responden ahli produksi produk *press part* tersebut, kemudian diolah untuk mendapatkan prioritas dengan mengasumsikan masing-masing parameter bebas dan parameter terikat memiliki bobot (nilai) yang menyatakan prioritasnya dibandingkan dengan parameter lainnya yang termasuk parameter bebas dan parameter terikat.

Dari hasil pengolahan tersebut didapatkan hasil verifikasi ahli untuk mengetahui ranking dari parameter bebas yang mempengaruhi parameter terikat. Ranking terbaik dari setiap parameter nantinya dipergunakan dalam penilaian kompleksitas *in process feature* dan *in process specification*. Parameter yang diambil adalah parameter dengan ranking 3 (tiga) besar.

Hasil dari analisis parameter dengan metode AHP adalah sebagai berikut:

Parameter Bebas : material, geometri material input, geometri *dies* dan jumlah deformasi

Parameter Terikat : produk properties dan permukaan akhir, gaya dan aliran material

Untuk parameter bebas digunakan sebagai parameter *in process feature*, sedangkan parameter terikat yang terdiri parameter gaya dan aliran material digunakan sebagai parameter *in process specification*. Parameter produk

properti dan permukaan akhir digunakan sebagai parameter kompleksitas produk, dikarenakan parameter ini digunakan untuk menilai fitur akhir dari produk *press part* itu sendiri.

Hasil perhitungan bobot nilai tersebut dengan metode AHP dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Ranking Pembobotan Parameter dengan Metode AHP

Ranking AHP	Parameter Terkait	Parameter Bebas				
		Gaya	Produk Properties	Temperatur Akhir	Permukaan Akhir	Akhir Material
1	Produk Properties (0.267)	Jumlah Deformasi (0.223)	Material Properties (0.470)	Material Properties (0.326)	Geometri Dies (0.327)	Geometri Dies (0.345)
2	Permukaan Akhir (0.259)	Material Properties (0.221)	Jumlah Deformasi (0.346)	Temperatur Awal (0.306)	Jumlah Deformasi (0.272)	Material Properties (0.261)
3	Akhir Material (0.206)	Geometri Dies (0.653)	Temperatur Awal (0.194)	Pelumas (0.216)	Material Properties (0.250)	Jumlah Deformasi (0.251)
4	Gaya (0.156)	Temperatur Awal (0.110)	-	Jumlah Deformasi (0.653)	Geometri Material Input (0.171)	Geometri Material Input (0.443)
5	Temperatur Akhir (0.117)	Geometri Material Input (0.112)	-	-	-	-
6	-	Pelumas (0.009)	-	-	-	-
7	-	Kesepatan (0.000)	-	-	-	-

Perlu diperhatikan juga konsistensi indeks hasil kuisioner dari masing-masing *expert* yaitu $\leq 10\%$. Hasil ranking pembobotan parameter dengan metode AHP pada penelitian ini, diasumsikan tidak memperhatikan indeks konsistensi dari jawaban kuisioner masing-masing *expert*.

4.2 Model Penilaian Kompleksitas Proses Produk *Press Part*

Perhitungan kompleksitas proses dilakukan pada 3 (tiga) jenis produk *press part* komponen body mobil yang diproduksi oleh PT. D. Produk yang akan dinilai diantaranya: *panel roof*, *front door* dan *rear door*. Kompleksitas proses menurut El Maraghy dirumuskan dibawah ini:

$$PI_{process} = \sum pc_x + CI_{product} \quad (4.1)$$

Dimana :

$PI_{process}$ = Indeks kompleksitas proses

pc_x	= Indeks kompleksitas proses individu
$CI_{product}$	= Indeks kompleksitas produk
$D_{Rprocess, x}$	= Rasio keragaman informasi proses
$c_{process, x}$	= Koefisien kompleksitas relatif proses
$H_{process}$	= Faktor entropi jumlah informasi (aspek) proses

$$\sum pc_x = pc_{environment} + pc_{inprocess, feature} + pc_{inprocess, specification} \quad (4.2)$$

Dimana :

$pc_{environment}$ = Indeks kompleksitas proses peralatan yang digunakan untuk melakukan proses manufaktur produk *press part*.

$pc_{in process, feature}$ = Indeks kompleksitas proses manufaktur produk *press part* dengan parameter yang mempengaruhi tampak secara langsung.

$pc_{in process, specification}$ = Indeks kompleksitas proses manufaktur produk *press part* dengan parameter yang mengikuti parameter *in process feature* secara fisik sampai dengan dihasilkan produk *press part*.

Berdasarkan ranking dari analisis AHP yang digunakan untuk mengeliminasi parameter terikat dan parameter bebas, maka parameter yang dipergunakan untuk menghitung kompleksitas proses diantaranya:

$pc_{in process, feature}$: material, geometri awal, geometri *dies* dan jumlah deformasi.

$pc_{in process, specification}$: gaya dan aliran material

Jadi model penilaian yang digunakan untuk menghitung kompleksitas proses manufaktur produk *press part* ($\sum pc_{press part}$), yaitu:

$$\sum pc_x = pc_{environment} + pc_{inprocess, feature} + pc_{inprocess, specification} \quad (4.3)$$

$$\sum pc_x = pc_{environment} + pc_{(material, geometri awal, geometri dies, jumlah deformasi)} + pc_{(gaya, aliran material)} \quad (4.4)$$

4.2.1 Perhitungan Kompleksitas Produk *Press Part* (CI_{produk})

Parameter-parameter yang digunakan untuk menghitung kompleksitas produk, dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai kompleksitas produk

press part, diantaranya *material*, *shape*, *geometry*, *tolerance*, *surface finish* dan *hardness*. Untuk lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 3 (tiga).

Tabel 4. 2 Tabel Perhitungan Kompleksitas Produk Panel Roof

Nama Produk: Panel Roof

Callout	Total (n)	Unique (N)
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	1	1
Tolerance	2	2
Height	1	1
Tolerance	2	2
Bend Radius	4	2
Tolerance	6	6
Bend Angle	2	2
Tolerance	6	4
Bend Depth	2	2
Tolerance	4	4
Emboss Length	5	2
Tolerance	10	6
Emboss Width	5	2
Tolerance	10	6
Emboss Depth	1	1
Tolerance	1	1
Emboss angle	2	1
Tolerance	4	2
Emboss Radius	2	1
Tolerance	4	2
Flillet Radius	4	2
Tolerance	6	4
Hole Diameter	2	1
Tolerance	1	1
Hole Length	1	1
Tolerance	1	1
Hole Width	1	1
Tolerance	1	1
Hole Radius	1	1
Tolerance	1	1
Position	2	2
K	2	2
Tolerance	2	2
Y	10	10
Tolerance	20	20
Z	2	2
Tolerance	4	4
Increments	2	2
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	153	121
Ratio	0,79	

Description	Number	Aspects				SUM	SUMO
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Main body	1	0	1	0,5	1	2,5	0,63
Hole	2	0	0	0	1	1	0,25
Ellipt Hole	1	0	0	0	1	1	0,25
Emboss	1	0	1	0,5	1	2,5	0,63

Description	Number	Aspects			SUM	SUM/K
		General Surface Finish	Hardness			
Main body	1	0	0	0	0	
Hole	2	0	0	0	0	
Ellipt Hole	1	0	0	0	0	
Emboss	1	0	0	0	0	

Description	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Main body	0,21	0,05
Hole	0,12	0,05
Ellipt Hole	0,12	0,01
Emboss	0,21	0,05
Relative Product Complexity Co. of CI Product		0,19
		7,11

- Indeks Kompleksitas Produk

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

- Rasio keragaman informasi (D_R)

$$D_R = \frac{n}{N} = 121/153 = 0,79$$

- Entropi produk *press part* ($H_{product}$)

$$H_{\text{product}} = \log_2 (N + 1) = \log_2 (153 + 1) = 7,27$$

- Koefisien kompleksitas relatif (c_j)

$$C_{j, \text{product}} = \sum_{f=1}^F x_f * c_{f, \text{feature}}$$

$$= 0,19$$

Tabel 4. 3 Tabel Perhitungan Kompleksitas Produk Press Part

Nama Produk	H_{product}	$D_{R, \text{product}}$	$C_{j, \text{product}}$	$CI_{\text{product}} = (D_{R, \text{product}} + C_{j, \text{product}}) * H_{\text{product}}$
Roof Panel	7,27	0,79	0,19	7,11
Front Door	7,18	0,97	0,20	8,42
Rear Door	7,19	0,97	0,20	8,43
Blanking (roof panel)	3,81	1,00	0,13	4,28
Verifikasi Produk (bobot = 0)	3,81	1,00	0,00	3,81
Verifikasi Produk (bobot = 0,5)	3,81	1,00	0,50	5,71
Verifikasi Produk (bobot = 1)	3,81	1,00	1,00	7,61

Dari perhitungan kompleksitas produk-produk *press part* pada tabel 4.3, dapat dilihat semakin besar nilai kompleksitas suatu produk menunjukkan semakin kompleks konsep produk tersebut dibuat. Nilai kompleksitas produk *press part* dibandingkan dengan kompleksitas produk yang sangat sederhana yaitu *blanking* menunjukkan angka kompleksitas yang lebih besar dibandingkan produk *blanking*. Untuk tabel perhitungan kompleksitas produk (CI_{product}) *front door*, *rear door* dan produk sederhana yaitu *blanking*, dapat dilihat pada lampiran 3.

4.2.2 Perhitungan Kompleksitas Proses Produk Press Part (PI_{proses})

Proses untuk membuat satu buah produk hingga jadi, berdasarkan contoh produk dari PT. D terdiri dari : proses *drawing*, proses *bending* dan proses *peircing*.



Gambar 4. 1 Diagram Proses Manufaktur Produk Press Part

Perhitungan indeks kompleksitas proses (PI) produk manufaktur diawali dengan menghitung indeks kompleksitas proses peralatan yang digunakan untuk melakukan proses manufaktur produk *press part* ($P_{cx_{environment}}$). Untuk perhitungan $P_{cx_{environment}}$ untuk setiap proses pada produk *panel roof* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 4 Tabel Perhitungan $P_{cx_{environment}}$ Proses Produk Panel Roof

Produk : Roof Panel

Proses : Drawing

Perhitungan Komplekaitas Proaca: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{p_{process}}$	$D_{p_{process}}$	P_{en}
Gauge	10	3	3,48	0,30	1,04
Guide	28	1	4,73	0,04	0,18
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Blank holder	1	1	1,00	1,00	1,00
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Loader	1	1	1,00	1,00	1,00
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
Total p_{en}					7,80

Proses : Bend

Perhitungan Komplekaitas Proaca: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{p_{process}}$	$D_{p_{process}}$	P_{en}
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Pad	1	1	1,00	1,00	1,00
Cam	1	1	1,00	1,00	1,00
Loader	1	1	1,00	1,00	1,00
Gauge	8	3	2,81	0,30	1,40
Guide	9	3	3,52	0,33	1,11
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
Total p_{en}					10,09

Proses : CAMPC

Perhitungan Komplekaitas Proaca: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{p_{process}}$	$D_{p_{process}}$	P_{en}
Pierce	4	2	2,32	0,50	1,18
Air blow	2	1	1,58	0,50	0,73
Cushion pin	8	1	2,81	0,17	0,47
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Loader	1	1	1,00	1,00	1,00
Gauge	2	1	1,58	0,50	0,73
Guide	7	3	3,00	0,43	1,22
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
Total p_{en}					9,50

Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan Total $P_{cx_{environment}}$ Proses Produk Press Part

Proses	Roof Panel	Front Door	Rear Door	Blanking
Draw	7,80	8,49	8,49	
Bend	10,09	8,78	9,13	
Cam PC	9,50	10,20	10,20	
Total $P_{cx_{environment}}$	27,39	27,48	27,82	7,95

Untuk perhitungan $P_{cx_{environment}}$ untuk setiap proses pada produk *front door*, *rear door* dan perbandingan dengan produk yang sederhana yaitu *blanking* dapat dilihat selengkapnya pada lampiran 4.

Setelah menghitung indeks kompleksitas proses peralatan yang digunakan untuk melakukan proses manufaktur produk *press part* ($P_{cx_{environment}}$), selanjutnya dilakukan perhitungan untuk $pc_{in\ process,\ feature}$ dan $pc_{in\ process,\ specification}$.

Parameter-parameter dari $pc_{in\ process,\ feature}$ dan $pc_{in\ process,\ specification}$ memiliki satuan yang berbeda, sehingga untuk mendapatkan nilai kompleksitas yang lebih pasti yang berada diantara nilai kompleksitas 0 sampai dengan 1, terlebih dahulu haruslah di seragamkan. Untuk menyeragamkan nilai kompleksitas yang ingin didapat, dapat dilakukan dengan :

$$N = \frac{\log(n/n_{min})}{\log(n_{max}/n_{min})}$$

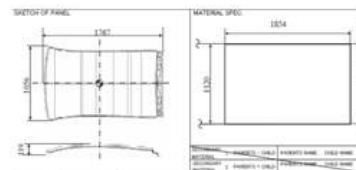
Dimana :

- N = Nilai kompleksitas yang di seragamkan
- n = Data nilai kompleksitas yang digunakan
- n_{min} = Batasan terkecil dari data parameter
- n_{max} = Batasan terbesar dari data parameter

Perhitungan nilai kompleksitas untuk $pc_{in\ process,\ feature}$ dan $pc_{in\ process,\ specification}$ produk *panel roof* dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Perhitungan $P_{c_{in\ process, \ feature}}$ dan $P_{c_{in\ process, \ specification}}$ Panel Roof**Nama Produk: Roof Panel****Proses : Drawing**

Data Material:	Material Spec	Sketch of panel
Panjang (mm)	1854	1767
Lebar (mm)	1120	1056
Keliling (mm)	5948	5646
Tinggi setelah draw (mm)	119	

**In Process Feature :**

Parameter	n	n_{min}	n_{max}	$\log(n/n_{min})$	$\log(n_{max}/n_{min})$	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	270	250	440	0,03	0,25	0,14
Yield strength	150	140	500	0,03	0,55	0,05
Berat (kg)	11,41	0,1	18	2,06	2,26	0,91
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC270D					0
						0,30

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Persegi panjang					0,50
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 2 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Mendatar					0,00
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,20

Geometry Dies:

Panjang (mm)	2740	2500	4500	0,04	0,26	0,16
Lebar (mm)	2020	1200	2500	0,23	0,32	0,71
Tebal (mm)	1100	600	1200	0,26	0,30	0,87
Sudut dies	90	1	180	1,95	2,26	0,87
						0,65

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	1	1	10	0,00	1,00	0,00
------------------	---	---	----	------	------	------

In Process Specification :

Parameter	n	n_{min}	n_{max}	$\log(n/n_{min})$	$\log(n_{max}/n_{min})$	N
Punch force (ton) $F_p = \pi d_p T \left(\frac{D}{d_p} - 0,7 \right)$	1247,78	400	1500	0,49	0,57	0,86
Aliran Material:						
Clearance $c = T + k(\sqrt{10T})$	0,89	0,17	12,77	0,72	1,88	0,38
Radius $R_p = 0,8\sqrt{(D-d_p)T}$	11,63	0,5	60	1,37	2,08	0,66
Blank holder force (ton) $F_{d1} = \frac{\pi}{4} [D^2 - (d_p + 2R_p)^2] \cdot p_{d1}$	691,97	400	1500	0,24	0,57	0,41
						0,48

Proses : Bend

Data Material:	Material Spec	Sketch of panel
Panjang (mm)	1854	1767
Lebar (mm)	1120	1056
Keliling (mm)	5948	5646
Tinggi setelah draw (mm)	119	

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	270	250	440	0,03	0,25	0,14
Yield strength	150	140	500	0,03	0,55	0,05
Berat (kg)	11,061	0,1	18	2,04	2,26	0,91
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC270D					0
						0,30

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Persegi panjang					0,50
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 1 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Melengkung					0,50
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,30

Geometry Dies:

Panjang (mm)	3040	2500	4500	0,08	0,26	0,33
Lebar (mm)	2000	1200	2500	0,22	0,32	0,70
Tebal (mm)	1000	600	1200	0,22	0,30	0,74
Sudut dies	45	1	180	1,65	2,26	0,73
						0,62

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	2	1	10	0,30	1,00	0,30
------------------	---	---	----	------	------	-------------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Punch force (ton) $F = \frac{M}{L} (1 + \sin \phi)$	608,95	400	1500	0,18	0,57	0,32
Aliran Material:						
Clearance $c = T_{max} - 0.1$	0,60	0,10	11,90	0,78	2,08	0,37
Radius $R_{(min)} = c \cdot T$	1,23	0,67	12,7	0,26	1,28	0,21
						0,29

Proses : Cam PC

Data Material:	Material Spec	Sketch of panel
Panjang (mm)	1854	1767
Lebar (mm)	1120	1056
Keliling (mm)	5948	5646
Tinggi setelah draw (mm)	119	

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	270	250	440	0,03	0,25	0,14
Yield strength	150	140	500	0,03	0,55	0,05
Berat (kg)	10,03	0,1	18	2,00	2,26	0,89
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC270D					0
						0,30

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Persegi panjang					0,50
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 1 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Melengkung					0,50
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,30

Geometry Dies:

Panjang (mm)	3120	2500	4500	0,10	0,26	0,38
Lebar (mm)	2020	1200	2500	0,23	0,32	0,71
Tebal (mm)	1000	600	1200	0,22	0,30	0,74
Sudut dies	90	1	180	1,95	2,26	0,87
						0,67

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	4	1	10	0,60	1,00	0,60
------------------	---	---	----	------	------	------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Shear force (ton)						
$F = 0,7kLT(UTS)$	401,38	400	1500	0,00	0,57	0,00
Aliran Material:						
Clearance						
$c = \frac{kT\sqrt{r}}{2} = \frac{kT\sqrt{0,7UTS}}{2}$ for $T \leq 3mm$	0,07	0,02	3,69	0,49	2,20	0,22
Radius	1,23	0,67	12,7	0,26	1,28	0,21
						0,21

Untuk perhitungan $P_{c_{in\ process,\ feature}}$ dan $P_{c_{in\ process,\ specification}}$ untuk setiap proses pada produk *front door*, *rear door* dan perbandingan dengan produk yang sederhana yaitu *blanking* dapat dilihat selengkapnya pada lampiran 5.

Perhitungan kompleksitas proses produk *press part* (PI) produk *panel roof* dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 4. 7 Tabel Perhitungan Kompleksitas Proses Produk Panel Roof

Produk : Roof Panel

Perhitungan Kompleksitas Parameter Proses

Description	Number	J = 4				SUM	SUM/J
		Aspect Feature					
		Material	Geometri In Process	Geometri Tool & Dies	Jumlah Deformasi		
Drawing	1	0,30	0,20	0,65	0,00	1,15	0,29
Bend	2	0,30	0,30	0,62	0,30	1,53	0,38
Cam PC	4	0,30	0,30	0,67	0,60	1,87	0,47

Description	Number	K = 2		SUM	SUM/K
		Aspect Specifications			
		Gaya	Aliran Material		
Draw	1	0,86	0,48	1,35	0,67
Bend	2	0,32	0,29	0,61	0,30
Cam PC	4	0,00	0,21	0,22	0,11

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Draw	0,48	0,07
Bend	0,34	0,10
Cam PC	0,29	0,16
Relative Process Complexity		0,33
Σp_{cx}		27,72
$PI = \Sigma p_{cx} + CI_{product}$		34,83

Untuk perhitungan kompleksitas proses (PI) untuk setiap proses pada produk *front door*, *rear door* dan perbandingan dengan produk yang sederhana yaitu *blanking* dapat dilihat selengkapnya pada lampiran 6.

Dari tabel 4.8 perhitungan kompleksitas proses produk-produk *press part* dibawah, dapat terlihat parameter yang paling signifikan mempengaruhi nilai kompleksitas proses diantaranya: geometri *dies*, *material properties* dan jumlah deformasi. Hasil ini sama dengan analisis awal dengan metode AHP berdasarkan data kuisisioner yang didapat dari ahli yang berhubungan langsung dengan proses produksi produk *press part*.

Tabel 4. 8 Tabel Rangkuman Perhitungan Kompleksitas Produk Press Part

No.	Nama Produk	In Process Feature			In Process Spec			$P_{\alpha, \text{environment}}$	$P_{\alpha, \text{process}}$	$\Sigma p_{\alpha} = (P_{\alpha, \text{environment}} + P_{\alpha, \text{process}})$	CI_{produk}	$PI = \Sigma p_{\alpha} + CI_{\text{produk}}$
		Material	Geometri In Process	Geometri Tool & Dies	Jumlah Deformasi	Gaya	Aliran Material					
1	Panel Roof	0,30	0,27	0,65	0,30	0,39	0,33	27,39	0,33	27,72	7,11	34,83
2	Front Door	0,38	0,33	0,52	0,36	0,53	0,39	27,48	0,41	27,89	8,42	36,30
3	Rear Door	0,38	0,33	0,46	0,42	0,57	0,39	27,82	0,43	28,26	8,43	36,69
1	Blanking	0,27	0,10	0,65	0,00	0,04	0,39	7,95	0,24	8,19	4,28	12,47
1	Verifikasi (0)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,95	0,00	7,95	3,81	11,76
2	Verifikasi (0,5)	0,50	0,50	0,50	0,48	0,50	0,50	7,95	0,50	8,45	5,71	14,16
3	Verifikasi (1)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,95	1,00	8,95	7,61	16,57

BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan terhadap parameter bebas dan parameter terikat untuk menentukan kompleksitas proses manufaktur produk *press part*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk mendapatkan pembobotan parameter bebas dan parameter terikat dengan mensortir dan mengeliminasi parameter apa saja yang mempengaruhi proses manufaktur produk *press part*. Ranking yang didapat setelah dilakukan analisis dengan metode AHP berdasarkan kuisisioner yang diberikan sebelumnya kepada ahli di PT. D, sebagai berikut:

Parameter bebas :

- geometri *dies*,
- material properties,
- geometri material inprocess, dan
- jumlah deformasi.

Parameter terikat :

- produk properties,
- permukaan akhir,
- aliran material, dan
- gaya.

Untuk parameter bebas digunakan sebagai parameter *in process feature*, sedangkan parameter terikat yang terdiri parameter gaya dan aliran material digunakan sebagai parameter *in process specification*. Parameter produk properties dan permukaan akhir digunakan sebagai parameter kompleksitas produk, dikarenakan parameter ini digunakan untuk menilai fitur akhir dari produk *press part* itu sendiri.

Untuk mendapatkan hasil pembobotan parameter yang lebih akurat dapat dilakukan analisis AHP dengan data dari kuisisioner untuk faktor-faktor yang mempengaruhi parameter bebas. Dan perlu diperhatikan indeks konsistensi $\leq 10\%$.

Universitas Indonesia

2. Model penilaian untuk kompleksitas proses produk *press part* berdasarkan hasil eliminasi parameter dengan metode AHP yang dilakukan sebelumnya adalah sebagai berikut:

$$PI_{process} = \sum pc_x + CI_{product}$$

$$\sum pc_x = pc_{environment} + pc_{inprocess, feature} + pc_{inprocess, specification}$$

$$\sum pc_x = pc_{environment} + pc_{(material, geometri awal, geometri dies, jumlah deformasi)} + pc_{(gaya, aliran material)}$$

3. Perhitungan kompleksitas proses produk *press part* dengan menggunakan model penilaian kompleksitas proses *press part* yang dilakukan untuk menghitung produk dari yang paling sederhana dengan keseluruhan bobot parameter = 0 sampai dengan yang paling kompleks dengan keseluruhan bobot parameter = 1, sebagai berikut:

- PI (bobot keseluruhan “0”) = 11,76
- PI (bobot keseluruhan “0,5”) = 14,16
- PI (bobot keseluruhan “1”) = 16,57
- PI (*blanking panel roof*) = 12,47

4. Proses manufaktur untuk menghasilkan produk *press part* dari *blanking* hingga jadi berdasarkan proses manufaktur yang dilakukan oleh PT. D ada 3 (tiga) tahapan proses yaitu: *drawing*, *bending*, dan *piercing*. Perhitungan kompleksitas proses produk *press part* dengan menggunakan model penilaian kompleksitas proses *press part* yang dilakukan untuk menghitung produk *press part* yang diproduksi oleh PT. D didapatkan hasil sebagai berikut:

- PI (panel roof) = 34,83
- PI (front door) = 36,30
- PI (rear door) = 36,69

Dari hasil diatas didapat nilai dimana semakin besar nilai PI berarti tingkat proses manufaktur untuk memproduksi produk tersebut semakin kompleks atau sulit. Hal ini signifikan dengan nilai pengujian kompleksitas proses jika nilai keseluruhan bobot parameter “0” sampai dengan nilai keseluruhan bobot “1”.

DAFTAR REFERENSI

1. Arifianto, Abdullah, 2011, "Analisis Kemampuan Industri Manufaktur Otomotif Mengacu Pada Pola Pengembangan Teknologi", Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia, Depok
2. Boljanovic, Vukota., 2004, " *Sheet metal forming* Process and Die Design", Industrial Press, New York
3. Boothroyd, 2004, "Product Design for Manufacture and Assembly", Third edition, Boothroyd Dewhurst Inc. and University of Rhode Island, USA
4. Degarmo, E.P., Black, J.T., 2008, "Materials and Process in Manufacturing", Tenth Edition, John Willey & Sons, USA
5. Diegel, Olaf., 2002, "Bend Works-The Fine Art of *Sheet metal Bending*", Creative Industries Research Institute, AUT University, Auckland, NZ
6. ElMaraghy, W. H., R. J. Urbanic., 2003, "Modelling of Manufacturing Systems Complexity", Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre, Faculty of Engineering University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada
7. ElMaraghy, W. H., R. J. Urbanic., 2004, "Assessment of Manufacturing Operational Complexity", Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre, Faculty of Engineering University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada
8. ElMaraghy, W. H., O. Kuzgunkaya., R. J. Urbanic., "Manufacturing Systems Configuration Complexity", Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre, Faculty of Engineering University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada
9. ElMaraghy, W. H., R. J. Urbanic., 2009, "Assessing the Complexity of a Recovered Design and its Potential Redesign Alternatives", Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre, Faculty of Engineering University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada
10. Eugene, D, Ostergaard ;1967; *Advanced Die Making*; Prentice Hall; New Jersey.
11. Fagade, Adekunle., Deepak Kapoor, David Kazmer, "A Discussion of Design and Manufacturing Complexity", University of Massachussets Amherst, USA
12. Gupta, S.K., D.A. Bourne., "Automated Process Planning for *Sheet metal Bending* Operations", Rapid Manufacturing Laboratory, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburg

13. Howard, Newton., Collete Rolland, Ammar Qusaibaty, 2004, "Process Complexity: Towards a Theory of Intent-oriented Process Design", INFOS, Egypt
14. Kalpakjian, Serope., 1995. "Manufacturing Engineering and Technology", Third Edition, Prentice Hall, USA
15. Libyawati, Wina, 2011, "Penggabungan DFMA Dalam Kompleksitas Produk dan Proses Untuk Sand Casting. Studi Kasus: Flange Yoke", Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia, Depok
16. Muskita, Nelce D., 2012, "Pengaruh Material Terhadap Indeks Kompleksitas Proses Assembly pada Komponen Otomotif", Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia, Depok
17. Purabaya, Wibawa, 2010, "Pengaruh DFA Pada Perhitungan Kompleksitas Produk dan Proses untuk Injection Molding. Studi Kasus: Center Panel", Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia, Depok
18. Romiyadi, 2011, "Penilaian Kompleksitas Produk *Press Part* dan Analisis Pengaruh Terhadap Kemampuan Teknologi", Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia, Depok
19. Sudarmawan, R, T., 2009, "Teknologi Press Dies-Panduan Desain", Kanisius, Yogyakarta
20. Schey, Jhon.A., 2000, "Introduction to Manufacturing Processes", Third Edition, McGraw-Hill, USA
21. *Sheet metal Stamping in Automotive Industry*.
<http://www.drishtikona.com/books/automobile-manufacturing/ch5.pdf>, diakses pada tanggal 31 Januari 2012, Pukul 03:11 pm
22. Tisza, Miklos., Zsolt Lukacs., Gaszton G. Gal., 2007, "Integrated Process Simulation and Die-Design in *Sheet metal forming*", Department of Manufacturing Engineering, University of Miskolc, Hungary

Lampiran 1. Kuisisioner Penelitian



KUISISIONER PENELITIAN

Riky Adhianto

NPM. 0906579304

Program Pasca Sarjana Teknik Mesin

Universitas Indonesia

Judul Penelitian:

Pengembangan Model Penilaian Kompleksitas

Proses Manufaktur Produk Press Part

PENDAHULUAN

Industri otomotif merupakan salah satu industri manufaktur andalan Indonesia masa depan. Saat ini komponen produk otomotif mempunyai jumlah yang sangat besar serta ragam produknya semakin tinggi. Salah satu proses manufaktur produk otomotif yang banyak dipakai adalah *drawing*. *Drawing* adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, dimana bentuk pada umumnya berupa silinder dan selalu mempunyai kedalaman tertentu. Proses *drawing* dilakukan dengan menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan *blank* sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk *dies*, bentuk akhir ditentukan oleh *punch* sebagai penekan dan *die* sebagai penahan benda kerja saat di tekan oleh *punch*. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan proses *drawing*, yang terbagi kedalam dua parameter yaitu parameter bebas dan parameter terikat.

Untuk mengetahui dan memastikan tingkat kepentingan parameter bebas terhadap parameter terikat untuk proses produksi produk *press part*, maka dalam penelitian ini dicoba dilakukan verifikasi ke beberapa ahli sebagai masukan dan kritik terhadap metodologi yang dibangun dalam penelitian ini.

Metode verifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode AHP dengan beranggapan parameter bebas memiliki susunan hirarki, sehingga penilaian bobot (kekinian) dilakukan terhadap super hirarkinya.

Identifikasi dan Rating *Engineering Requirement* berbasis penilaian pakar menggunakan metode perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty (Marimin, 2004). Skala penilaian perbandingan berpasangan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel. Skala Penilaian Perbandingan.

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari elemen yang lain
5	Elemen yang satu lebih penting dari elemen yang lain

7	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lain
9	Satu elemen mutlak penting dari elemen yang lain
2,4,6,8	Nilai-nilai diantara kedua nilai pertimbangan yang berdekatan

Sumber; Saaty (1986)

Kuisisioner ini bertujuan mengumpulkan pendapat dari beberapa ahli (expert) untuk mengkonfirmasi *State of The Art* parameter bebas yang di kembangkan dari parameter terikat yang mempengaruhi proses produksi *press part*. Kuisisioner ini juga bermaksud untuk memperoleh pertimbangan dari ahli mengenai komposisi masing-masing parameter bebas dan terikat.

➤ Cara Pengisian

Lingkari nilai atau skor yang menurut anda paling relevan berbanding antara dua parameter yang diberikan, semakin besar nilai atau skor yang diberikan, menunjukkan parameter tersebut lebih daripada parameter yang kedua.

Contoh pengisian:

Parameter terikat merupakan konsekuensi dari pemilihan parameter bebas.

Tentukan tingkat kepentingan parameter-parameter yang termasuk ke dalam parameter terikat.

Gaya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Produk Properties
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

Berarti elemen gaya lebih penting atau berpengaruh dibandingkan dengan elemen produk properties dalam parameter terikat yang berpengaruh pada proses *drawing* untuk produk *press part*.

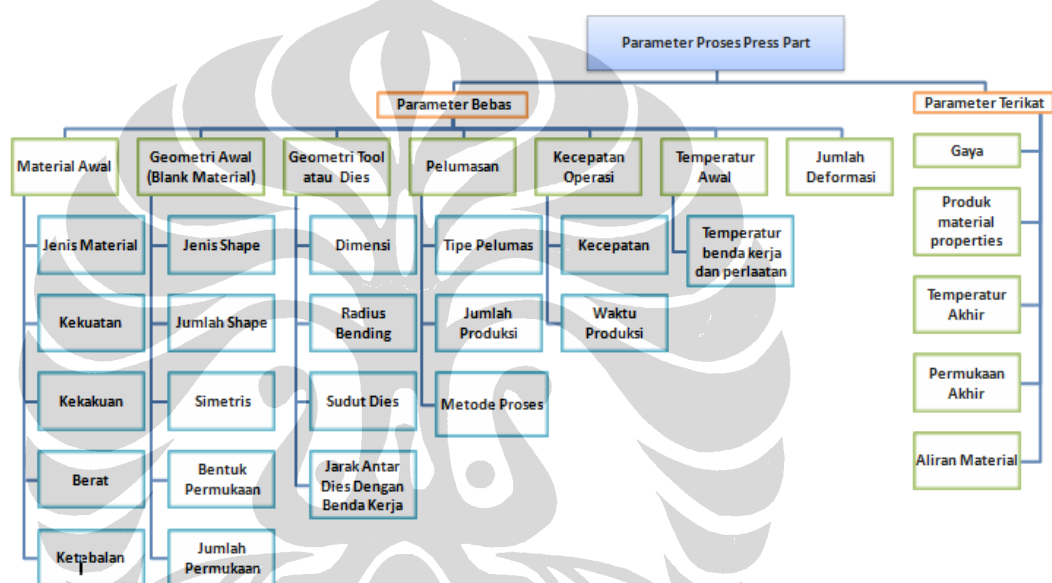
Parameter bebas adalah parameter dari proses dimana *engineer* atau operator memiliki kontrol langsung dan mereka umumnya dipilih atau ditentukan ketika mengatur proses. Tentukan elemen parameter bebas yang lebih penting atau paling mempengaruhi parameter terikat.

Parameter Terikat : Gaya

Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Blank Material
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------

Berarti elemen geometri blank material lebih penting atau berpengaruh dibandingkan elemen material properties, yang mempengaruhi elemen parameter terikat yaitu gaya yang dibutuhkan untuk proses *drawing* produk *press part*.

➤ **Hipotesis awal sebelum dari verifikasi dari ahli**



Parameter Bebas

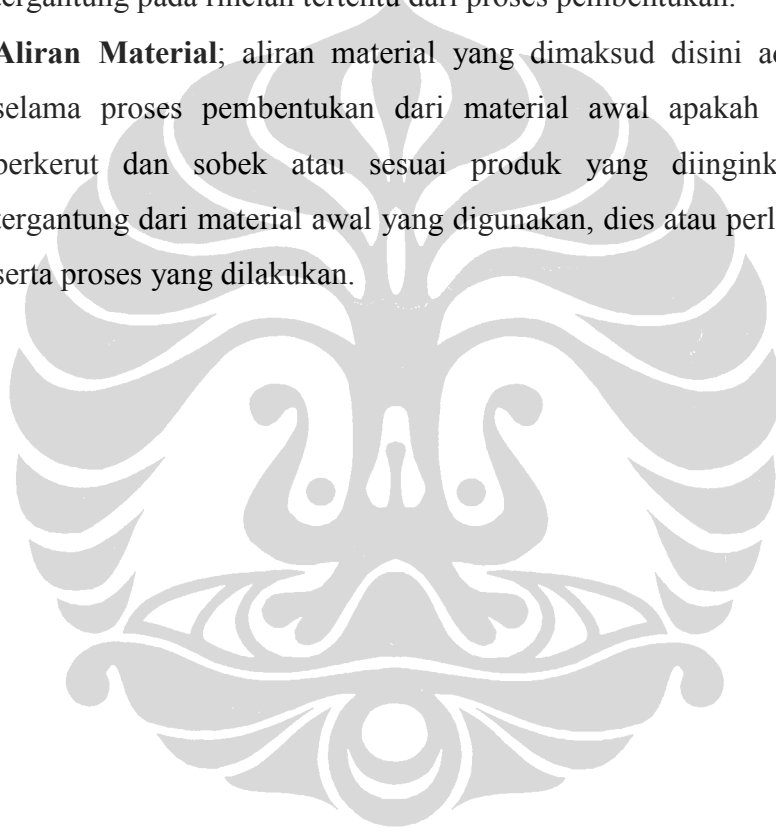
- **Material Awal**; dalam menentukan bahan awal, kita dapat mendefinisikan sifat awal dan karakteristik dari material yang nantinya dipilih untuk kemudahan fabrikasi atau dibatasi oleh keinginan untuk mencapai sifat akhir yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses deep drawing.
- **Geometri Awal (Blank Material)**; penentuan geometri awal didasarkan pada proses yang akan dibuat atau dipilih dari berbagai bentuk yang tersedia, apabila material kurang dari kebutuhan dapat menyebabkan bentuk produk tidak sesuai dengan yang diinginkan, namun bila material *blank* terlalu berlebih dari kebutuhan dapat menyebabkan terjadinya cacat pada produk seperti kerutan pada pinggiran serta sobek pada daerah yang mengalami bending. yang meliputi: jenis shape, jumlah shape, simetris, bentuk permukaan, dan jumlah permukaan.

- **Geometri Tool (peralatan) atau Dies;** aspek tool, meliputi: dimensi, bend radius, *clearence* antar punch dan dies, dan die angle. Kelonggaran atau *clearence* adalah celah antara *punch* dan *die* untuk memudahkan gerakan lembaran logam saat proses *drawing* berlangsung. Untuk memudahkan gerakan lembaran logam pada waktu proses *drawing*, bila celah *die* terlalu kecil atau kurang dari tebal lembaran logam, lembaran logam dapat mengalami penipisan (*ironing*) dan bila besar *clearence* melebihi toleransi 20 % dapat mengakibatkan terjadinya kerutan.
- **Pelumasan;** proses pelumasan adalah salah satu cara mengontrol kondisi lapisan tribologi pada proses *drawing*, dengan pelumasan diharapkan mampu menurunkan koefisien gesek permukaan material yang bersinggungan. Pelumas juga dapat bertindak sebagai pendingin, hambatan termal, inhibitor korosi, dan senyawa perpisahan. Aspek yang meliputi diantaranya: tipe pelumas, jumlah yang diproduksi, dan proses yang dilakukan (*cutting*, *bending*, *deep drawing*).
- **Kecepatan Operasi;** *Die drawing* jenis *punch* berada diatas dengan *nest* dapat diberi kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan jenis *die* yang menggunakan *blank holder*, kecepatan yang tidak sesuai dapat menyebabkan retak bahkan sobek pada material, masing – masing jenis material mempunyai karakteristik berbeda sehingga kecepatan maksimal masing – masing material juga berbeda, kecepatan operasi berpengaruh pada *production rate*. Kecepatan operasi dipengaruhi gaya, efektifitas pelumas dan waktu untuk proses.
- **Temperatur Awal;** temperatur antara benda kerja dan peralatan (*dies*). Dengan naiknya temperatur akan dibutuhkan gaya penekanan yang kecil, hal ini disebabkan kondisi material yang ikatan butirannya semakin meregang sehingga material mudah untuk dilakukan deformasi.
- **Jumlah Proses Deformasi (pembentukan);** jumlah deformasi atau proses dari setiap produk berawal dari desain produk yang nantinya berpengaruh langsung terhadap desain peralatan (*single dies*, *progressive dies*).

Parameter Terikat

- **Gaya;** jumlah gaya yang diperlukan untuk merubah bahan awal setiap prosesnya hingga menjadi produk jadi. Gaya yang digunakan harus disesuaikan agar tidak terjadi cacat jika gaya berlebihan.

- **Produk Properties;** sifat dari bahan awal, efek gabungan dari deformasi dan temperatur yang dialami selama pembentuk pasti akan mengubah bentuk akhir yang diinginkan dengan sifat akhir yang diinginkan. Hal ini penting untuk mengetahui bagaimana sifat awal akan diubah selama proses pembentukan.
- **Temperatur Akhir;** Dengan naiknya temperatur akan dibutuhkan gaya penekanan yang kecil, hal ini disebabkan kondisi material yang ikatan butirannya semakin meregang sehingga material mudah untuk dilakukan deformasi.
- **Permukaan Akhir;** permukaan dan presisi dimensi dari produk yang dihasilkan tergantung pada rincian tertentu dari proses pembentukan.
- **Aliran Material;** aliran material yang dimaksud disini adalah aliran material selama proses pembentukan dari material awal apakah terjadi cacat seperti berkerut dan sobek atau sesuai produk yang diinginkan. Aliran material tergantung dari material awal yang digunakan, dies atau perlatan yang digunakan, serta proses yang dilakukan.



DATA RESPONDEN & INFORMASI UMUM

Tanggal :			
<u>Informasi Perusahaan</u>			
Nama Perusahaan			
Alamat Perusahaan			
No. Telp/Fax/Email			
<u>Identitas Responden</u>			
Nama Responden		Jenis Kelamin	L/P
		Usia (Tahun)	
Divisi/ Departemen			
Jabatan			
Pendidikan Terakhir	SD / SMP / SMU / D3 / D4 / S1 / S2 / S3		
No. Telp/Fax/Email			
No. HP			

<u>Informasi Kegiatan Industri</u>															
Produk yang dihasilkan (bisa lebih dari satu)	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Doors</td> <td><input type="checkbox"/> Side rail/ chasis</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Roof</td> <td><input type="checkbox"/> Cross member</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Fender</td> <td><input type="checkbox"/> Floor/ rear deck</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Front panel/ engine hood</td> <td><input type="checkbox"/> Side panel</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Back panel/ back door</td> <td><input type="checkbox"/> Trunk</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Produk Lain:</td> <td><input type="checkbox"/> Produk Lain:</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Produk Lain:</td> <td><input type="checkbox"/> Produk Lain:</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Doors	<input type="checkbox"/> Side rail/ chasis	<input type="checkbox"/> Roof	<input type="checkbox"/> Cross member	<input type="checkbox"/> Fender	<input type="checkbox"/> Floor/ rear deck	<input type="checkbox"/> Front panel/ engine hood	<input type="checkbox"/> Side panel	<input type="checkbox"/> Back panel/ back door	<input type="checkbox"/> Trunk	<input type="checkbox"/> Produk Lain:	<input type="checkbox"/> Produk Lain:	<input type="checkbox"/> Produk Lain:	<input type="checkbox"/> Produk Lain:
<input type="checkbox"/> Doors	<input type="checkbox"/> Side rail/ chasis														
<input type="checkbox"/> Roof	<input type="checkbox"/> Cross member														
<input type="checkbox"/> Fender	<input type="checkbox"/> Floor/ rear deck														
<input type="checkbox"/> Front panel/ engine hood	<input type="checkbox"/> Side panel														
<input type="checkbox"/> Back panel/ back door	<input type="checkbox"/> Trunk														
<input type="checkbox"/> Produk Lain:	<input type="checkbox"/> Produk Lain:														
<input type="checkbox"/> Produk Lain:	<input type="checkbox"/> Produk Lain:														
<u>Kapasitas Produksi</u>															
1. Kapasitas Produksi															
Maksimum	:														
Minimum	:														
2. Minimum biaya produksi	:														
3. Waktu Produksi untuk minimum order	:														
4. Produsen Dies	:														
5. Akurasi Produk dengan Desain (Toleransi)	:														
6. Ketepatan Produksi	:														
7. Production Order															
Maksimum	:														
Minimum	:														
8. Efisiensi Produksi	:														
9. Sertifikasi/ Standard	:														
10. Jumlah mesin produksi	:														

KUISIONER 1 : Tingkat Kepentingan Parameter Bebas dan Parameter Terikat

➤ Penentuan Tingkat Kepentingan Parameter Terikat

Gaya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Produk Properties
Gaya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Temperatur Akhir
Gaya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Permukaan Akhir
Gaya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Aliran Material
Produk Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Temperatur Akhir
Produk Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Permukaan Akhir
Produk Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Aliran Material
Temperatur Akhir	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Permukaan Akhir
Temperatur Akhir	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Aliran Material
Permukaan Akhir	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Aliran Material

➤ Penentuan Tingkat Kepentingan Parameter Bebas

Gaya

Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Blank Material
Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Tool dan Dies
Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pelumas
Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Temperatur Awal
Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kecepatan
Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Geometri Blank Material	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Tool dan Dies
Geometri Blank Material	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pelumas
Geometri Blank Material	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Temperatur Awal
Geometri Blank Material	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kecepatan
Geometri Blank Material	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Geometri Tool dan Dies	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pelumas
Geometri Tool dan Dies	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Temperatur Awal
Geometri Tool dan Dies	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kecepatan
Geometri Tool dan Dies	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Pelumas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Temperatur Awal
Pelumas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kecepatan
Pelumas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Temperatur Awal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kecepatan
Temperatur Awal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Kecepatan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi

Universitas Indonesia

Produk Properties

Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Temperatur Awal
Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Temperatur Awal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi

Permukaan Akhir

Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Blank Material
Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Tool dan Dies
Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Geometri Blank Material	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Tool dan Dies
Geometri Blank Material	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Geometri Tool dan Dies	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi

Temperatur Akhir

Pelumas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Pelumas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Temperatur Awal
Pelumas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Material Properties
Jumlah Deformasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Temperatur Awal
Jumlah Deformasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Material Properties
Temperatur Awal	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Material Properties

Aliran Material

Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Blank Material
Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Material Properties	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Tool dan Dies
Geometri Blank Material	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Deformasi
Geometri Blank Material	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Tool dan Dies
Jumlah Deformasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Geometri Tool dan Dies

Lampiran 2. Perhitungan Kuisiener Metode AHP

Kuisiener : Expert 1

Parameter Terikat

Elemen :	1	2	3	4	5	Final Weight :	Number of Criteria
1 Gaya	1	0,2	3	0,2	3	1	0,170
2 Produk Properties		5	1	5	3	2	0,410
3 Temperatur Akhir		0,33	0,2	1	3	3	0,127
4 Permukaan Akhir		5	0,33	0,33	1	4	0,152
5 Aliran Material		0,33	0,33	1	3	5	0,140
Jumlah	11,67	2,07	10,33	10,2	8,33	1,000	

Maximum Gap	6,870
CI	0,468
RI	1,12
Consistency Ratio	0,417

Gaya

Elemen :	1	2	3	4	5	6	7	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	5	3	3	3	3	1	1	0,28
2 Geometri Blank Material		0,2	1	0,33	1	1	1	2	0,07
3 Geometri Tool dan Dies		0,33	3	1	3	3	1	3	0,17
4 Pelumas		0,33	1	0,33	1	3	1	4	0,09
5 Temperatur Awal		0,33	1	0,33	0,33	1	0,33	5	0,06
6 Kecepatan		0,33	1	1	1	3	1	6	0,11
7 Jumlah Deformasi		1	3	1	3	3	3	7	0,22
Jumlah	3,53	15	7,00	12,33	17	10,33	4,33		

Maximum Gap	10,97
CI	0,66
RI	1,32
Consistency Ratio	0,50

Produk Properties

Elemen :	1	2	3	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	3	3	1	0,57
2 Temperatur Awal		0,33	1	2	0,14
3 Jumlah Deformasi		0,33	3	3	0,29
Jumlah	1,67	7,00	4,33		

Maximum Gap	3,18
CI	0,09
RI	0,58
Consistency Ratio	0,15

Permukaan Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	3	1	1	1	0,31
2 Geometri Blank Material		0,33	1	0,33	2	0,14
3 Geometri Tool dan Dies		1	3	1	3	0,31
4 Jumlah Deformasi		1	1	1	4	0,24
Jumlah	3,33	8,00	3,33	4		

Maximum Gap	4,17
CI	0,06
RI	0,9
Consistency Ratio	0,06

Temperatur Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria
1 Pelumas	1	3	0,33	1	1	0,22
2 Jumlah Deformasi		0,33	1	0,33	2	0,13
3 Temperatur Awal		3	3	1	3	0,48
4 Material Properties		1	1	0,33	4	0,16
Jumlah	5,33	8,00	2,00	6,00		

Maximum Gap	4,17
CI	0,06
RI	0,9
Consistency Ratio	0,06

Aliran Material

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	3	0,33	0,33	1	0,17
2 Geometri Blank Material		0,33	1	0,33	2	0,10
3 Jumlah Deformasi		3	3	1	3	0,36
4 Geometri Tool dan Dies		3	3	1	4	0,36
Jumlah	7,33	10,00	2,67	2,67		

Maximum Gap	4,19
CI	0,06
RI	0,9
Consistency Ratio	0,07

Kuisisioner : Expert 2**Parameter Terikat**

Elemen :	1	2	3	4	5	Final Weight :	Number of Criteria	5		
1 Gaya	1	1	3	7	0,2	0,2	1	0,17	Maximum Gap	6,90
2 Produk Properties	2	0,33	1	5	0,2	0,3	2	0,16	CI	0,47
3 Temperatur Akhir	3	0,14	0,2	1	0,2	0,2	3	0,04	RI	1,12
4 Permukaan Akhir	4	5	5	5	1	5	4	0,45	Consistency Ratio	0,42
5 Aliran Material	5	5	0,33	5	0,2	1	5	0,18		
Jumlah	11,48	9,53	23,00	1,80	9,40					

Gaya

Elemen :	1	2	3	4	5	6	7	Final Weight :	Number of Criteria	7		
1 Material Properties	1	1	3	5	7	3	3	0,33	1	0,26	Maximum Gap	16,13
2 Geometri Blank Material	2	0,33	1	3	3	3	3	3	2	0,19	CI	1,52
3 Geometri Tool dan Dies	3	0,2	0,33	1	5	3	5	3	3	0,17	RI	1,32
4 Pelumas	4	0,14	0,33	0,2	1	3	0,33	0,2	4	0,05	Consistency Ratio	1,15
5 Temperatur Awal	5	0,33	0,33	0,33	3	1	0,2	0,2	5	0,05		
6 Kecepatan	6	0,33	0,33	0,2	3	5	1	0,33	6	0,08		
7 Jumlah Deformasi	7	3	0,33	0,33	5	5	3	1	7	0,20		
Jumlah	5,34	5,67	10,07	27,00	23,00	15,53	8,07					

Produk Properties

Elemen :	1	2	3	Final Weight :	Number of Criteria	3		
1 Material Properties	1	1	3	3	1	0,57	Maximum Gap	3,18
2 Temperatur Awal	2	0,33	1	0,33	2	0,14	CI	0,09
3 Jumlah Deformasi	3	0,33	3	1	3	0,29	RI	0,58
Jumlah	1,67	7,00	4,33				Consistency Ratio	0,15

Permukaan Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	4		
1 Material Properties	1	1	3	0,33	0,33	1	0,19	Maximum Gap	5,03
2 Geometri Blank Material	2	0,33	1	0,33	3	2	0,19	CI	0,34
3 Geometri Tool dan Dies	3	3	3	1	3	3	0,43	RI	0,9
4 Jumlah Deformasi	4	3	0,33	0,33	1	4	0,19	Consistency Ratio	0,38
Jumlah	7,33	7,33	2,00	7,33					

Temperatur Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	4		
1 Pelumas	1	1	3	3	0,33	1	0,25	Maximum Gap	4,45
2 Jumlah Deformasi	2	0,33	1	3	0,2	2	0,15	CI	0,15
3 Temperatur Awal	3	0,33	0,33	1	0,33	3	0,10	RI	0,9
4 Material Properties	4	3	5	3	1	4	0,50	Consistency Ratio	0,17
Jumlah	4,67	9,33	10,00	1,87					

Aliran Material

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	4		
1 Material Properties	1	1	3	5	3	1	0,50	Maximum Gap	4,25
2 Geometri Blank Material	2	0,33	1	3	0,33	2	0,16	CI	0,08
3 Jumlah Deformasi	3	0,2	0,33	1	0,33	3	0,08	RI	0,9
4 Geometri Tool dan Dies	4	0,33	3	3	1	4	0,26	Consistency Ratio	0,09
Jumlah	1,87	7,33	12,00	4,67					

Kuisiner : Expert 3**Parameter Terikat**

Elemen :	1	2	3	4	5	Final Weight :	Number of Criteria	5	
1 Gaya	1	1	1	1	1	1	0,2	Maximum Gap	5
2 Produk Properties	2	1	1	1	1	2	0,2	CI	0
3 Temperatur Akhir	3	1	1	1	1	3	0,2	RI	1,12
4 Permukaan Akhir	4	1	1	1	1	4	0,2	Consistency Ratio	0
5 Aliran Material	5	1	1	1	1	5	0,2		
Jumlah	5	5	5	5	5				

Gaya

Elemen :	1	2	3	4	5	6	7	Final Weight :	Number of Criteria	7	
1 Material Properties	1	1	1	1	1	1	1	1	0,14	Maximum Gap	13,14
2 Geometri Blank Material	2	1	1	1	1	1	1	2	0,14	CI	1,02
3 Geometri Tool dan Dies	3	1	1	1	1	1	1	3	0,14	RI	1,32
4 Pelumas	4	1	1	1	1	1	1	4	0,14	Consistency Ratio	0,78
5 Temperatur Awal	5	1	1	1	1	1	1	5	0,14		
6 Kecepatan	6	1	1	1	1	1	1	6	0,14		
7 Jumlah Deformasi	7	1	1	1	1	1	1	7	0,14		
Jumlah	7	7	7	7	7	7	7				

Produk Properties

Elemen :	1	2	3	Final Weight :	Number of Criteria	3	
1 Material Properties	1	1	1	1	0,333	Maximum Gap	3
2 Temperatur Awal	2	1	1	2	0,333	CI	0
3 Jumlah Deformasi	3	1	1	3	0,333	RI	0,58
Jumlah	3	3	3			Consistency Ratio	0

Permukaan Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	4
1 Material Properties	1	1	1	1	0,25	Maximum Gap	4
2 Geometri Blank Material	2	1	1	1	0,25	CI	0
3 Geometri Tool dan Dies	3	1	1	1	0,25	RI	0,9
4 Jumlah Deformasi	4	1	1	1	0,25	Consistency Ratio	0
Jumlah	4	4	4	4			

Temperatur Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	4
1 Pelumas	1	1	1	1	0,25	Maximum Gap	4
2 Jumlah Deformasi	2	1	1	1	0,25	CI	0
3 Temperatur Awal	3	1	1	1	0,25	RI	0,9
4 Material Properties	4	1	1	1	0,25	Consistency Ratio	0
Jumlah	4	4	4	4			

Aliran Material

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	4
1 Material Properties	1	1	1	1	0,25	Maximum Gap	4
2 Geometri Blank Material	2	1	1	1	0,25	CI	0
3 Jumlah Deformasi	3	1	1	1	0,25	RI	0,9
4 Geometri Tool dan Dies	4	1	1	1	0,25	Consistency Ratio	0
Jumlah	4	4	4	4			

Kuisiner : Expert 4

Parameter Terikat

Elemen :	1	2	3	4	5	Final Weight :	Number of Criteria
1 Gaya	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1	0,04
2 Produk Properties	5	1	0,2	0,2	0,2	2	0,09
3 Temperatur Akhir	5	5	1	0,2	0,2	3	0,16
4 Permukaan Akhir	5	5	5	1	0,2	4	0,25
5 Aliran Material	5	5	5	5	1	5	0,46
Jumlah	21	16,2	11,4	6,6	1,8		

Gaya

Elemen :	1	2	3	4	5	6	7	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	0,03
2 Geometri Blank Material	5	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2	0,05
3 Geometri Tool dan Dies	5	5	1	0,2	0,2	0,2	0,2	3	0,08
4 Pelumas	5	5	5	1	0,2	0,2	0,2	4	0,11
5 Temperatur Awal	5	5	5	5	1	0,2	0,2	5	0,16
6 Kecepatan	5	5	5	5	5	1	0,2	6	0,22
7 Jumlah Deformasi	5	5	5	5	5	5	1	7	0,35
Jumlah	31	26,2	21,4	16,6	11,8	7	2,2		

Produk Properties

Elemen :	1	2	3	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	0,2	0,2	1	0,09
2 Temperatur Awal	5	1	0,2	2	0,25
3 Jumlah Deformasi	5	5	1	3	0,66
Jumlah	11	6,2	1,4		

Permukaan Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	0,2	0,2	0,2	1	0,06
2 Geometri Blank Material	5	1	0,2	0,2	2	0,14
3 Geometri Tool dan Dies	5	5	1	0,2	3	0,26
4 Jumlah Deformasi	5	5	5	1	4	0,54
Jumlah	16	11,2	6,4	1,6		

Temperatur Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria
1 Pelumas	1	0,2	0,2	0,2	1	0,06
2 Jumlah Deformasi	5	1	0,2	0,2	2	0,14
3 Temperatur Awal	5	5	1	0,2	3	0,26
4 Material Properties	5	5	5	1	4	0,54
Jumlah	16	11,2	6,4	1,6		

Aliran Material

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	0,2	0,2	0,2	1	0,06
2 Geometri Blank Material	5	1	0,2	0,2	2	0,14
3 Jumlah Deformasi	5	5	1	0,2	3	0,26
4 Geometri Tool dan Dies	5	5	5	1	4	0,54
Jumlah	16	11,2	6,4	1,6		

Kuisiонер : Expert 5

Parameter Terikat

Elemen :	1	2	3	4	5	Final Weight :	Number of Criteria	5	
1 Gaya	1	0,2	3	0,2	3	1	0,17	Maximum Gap	6,87
2 Produk Properties	2	5	1	5	3	2	0,41	CI	0,47
3 Temperatur Akhir	3	0,33	0,2	1	3	3	0,13	RI	1,12
4 Permukaan Akhir	4	5	0,33	0,33	1	4	0,15	Consistency Ratio	0,42
5 Aliran Material	5	0,33	0,33	1	3	5	0,14		
Jumlah	11,67	2,07	10,33	10,2	8,33				

Gaya

Elemen :	1	2	3	4	5	6	7	Final Weight :	Number of Criteria	7	
1 Material Properties	1	1	5	3	3	3	3	1	0,28	Maximum Gap	10,97
2 Geometri Blank Material	2	0,2	1	0,33	1	1	1	0,33	0,07	CI	0,66
3 Geometri Tool dan Dies	3	0,33	3	1	3	3	1	1	0,17	RI	1,32
4 Pelumas	4	0,33	1	0,33	1	3	1	0,33	0,09	Consistency Ratio	0,50
5 Temperatur Awal	5	0,33	1	0,33	0,33	1	0,33	0,33	0,06		
6 Kecepatan	6	0,33	1	1	1	3	1	0,33	0,11		
7 Jumlah Deformasi	7	1	3	1	3	3	3	1	0,22		
Jumlah	3,53	15	7,00	12,33	17	10,33	4,33				

Produk Properties

Elemen :	1	2	3	Final Weight :	Number of Criteria	3		
1 Material Properties	1	1	3	3	1	0,57	Maximum Gap	3,18
2 Temperatur Awal	2	0,33	1	0,33	2	0,14	CI	0,09
3 Jumlah Deformasi	3	0,33	3	1	3	0,29	RI	0,58
Jumlah	1,67	7,00	4,33				Consistency Ratio	0,15

Permukaan Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	4	
1 Material Properties	1	1	3	1	1	0,31	Maximum Gap	4,17
2 Geometri Blank Material	2	0,33	1	0,33	1	0,14	CI	0,06
3 Geometri Tool dan Dies	3	1	3	1	1	0,31	RI	0,90
4 Jumlah Deformasi	4	1	1	1	1	0,24	Consistency Ratio	0,06
Jumlah	3,33	8,00	3,33	4				

Temperatur Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	4	
1 Pelumas	1	1	3	0,33	1	0,22	Maximum Gap	4,17
2 Jumlah Deformasi	2	0,33	1	0,33	1	0,13	CI	0,06
3 Temperatur Awal	3	3	3	1	3	0,48	RI	0,90
4 Material Properties	4	1	1	0,33	1	0,16	Consistency Ratio	0,06
Jumlah	5,33	8,00	2,00	6,00				

Aliran Material

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	4	
1 Material Properties	1	1	3	0,33	0,33	0,17	Maximum Gap	4,19
2 Geometri Blank Material	2	0,33	1	0,33	0,33	0,10	CI	0,06
3 Jumlah Deformasi	3	3	3	1	1	0,36	RI	0,90
4 Geometri Tool dan Dies	4	3	3	1	1	0,36	Consistency Ratio	0,07
Jumlah	7,33	10,00	2,67	2,67				

Kuisisioner : Expert 6

Parameter Terikat

Elemen :	1	2	3	4	5	Final Weight :	Number of Criteria
1 Gaya	1	0,2	3	0,2	3	1	0,17
2 Produk Properties	2	5	1	5	3	2	0,41
3 Temperatur Akhir	3	0,33	0,2	1	3	3	0,13
4 Permukaan Akhir	4	5	0,33	0,33	1	4	0,15
5 Aliran Material	5	0,33	0,33	1	3	5	0,14
Jumlah	11,67	2,07	10,33	10,2	8,33		

Gaya

Elemen :	1	2	3	4	5	6	7	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	1	5	3	3	3	1	1	0,28
2 Geometri Blank Material	2	0,2	1	0,33	1	1	1	2	0,07
3 Geometri Tool dan Dies	3	0,33	3	1	3	3	1	3	0,17
4 Pelumas	4	0,33	1	0,33	1	3	1	4	0,09
5 Temperatur Awal	5	0,33	1	0,33	0,33	1	0,33	5	0,06
6 Kecepatan	6	0,33	1	1	1	3	1	6	0,11
7 Jumlah Deformasi	7	1	3	1	3	3	3	7	0,22
Jumlah	3,53	15	7,00	12,33	17	10,33	4,33		

Produk Properties

Elemen :	1	2	3	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	1	3	3	1
2 Temperatur Awal	2	0,33	1	0,33	2
3 Jumlah Deformasi	3	0,33	3	1	3
Jumlah	1,67	7,00	4,33		

Permukaan Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	1	3	1	1	1
2 Geometri Blank Material	2	0,33	1	0,33	1	2
3 Geometri Tool dan Dies	3	1	3	1	1	3
4 Jumlah Deformasi	4	1	1	1	1	4
Jumlah	3,33	8,00	3,33	4		

Temperatur Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria
1 Pelumas	1	1	3	0,33	1	1
2 Jumlah Deformasi	2	0,33	1	0,33	1	2
3 Temperatur Awal	3	3	3	1	3	3
4 Material Properties	4	1	1	0,33	1	4
Jumlah	5,33	8,00	2,00	6,00		

Aliran Material

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria
1 Material Properties	1	1	3	0,33	0,33	1
2 Geometri Blank Material	2	0,33	1	0,33	0,33	2
3 Jumlah Deformasi	3	3	3	1	1	3
4 Geometri Tool dan Dies	4	3	3	1	1	4
Jumlah	7,33	10,00	2,67	2,67		

Kuisiонер : Expert 7

Parameter Terikat

Elemen :	1	2	3	4	5	Final Weight :	Number of Criteria
1 Gaya	1	1	3	7	0,2	1	0,17
2 Produk Properties	2	0,33	1	5	0,2	2	0,16
3 Temperatur Akhir	3	0,14	0,2	1	0,2	3	0,04
4 Permukaan Akhir	4	5	5	5	1	4	0,45
5 Aliran Material	5	5	0,33	5	0,2	5	0,18
Jumlah	11,48	9,53	23,00	1,80	9,40		

Gaya

Elemen :	1	2	3	4	5	6	7	Final Weight :	Number of Criteria			
1 Material Properties	1	1	3	5	7	3	3	0,33	1	0,26	Maximum Gap	16,13
2 Geometri Blank Material	2	0,33	1	3	3	3	3	3	2	0,19	CI	1,52
3 Geometri Tool dan Dies	3	0,2	0,33	1	5	3	5	3	3	0,17	RI	1,32
4 Pelumas	4	0,14	0,33	0,2	1	3	0,33	0,2	4	0,05	Consistency Ratio	1,15
5 Temperatur Awal	5	0,33	0,33	0,33	3	1	0,2	0,2	5	0,05		
6 Kecepatan	6	0,33	0,33	0,2	3	5	1	0,33	6	0,08		
7 Jumlah Deformasi	7	3	0,33	0,33	5	5	3	1	7	0,20		
Jumlah	5,34	5,67	10,07	27,00	23,00	15,53	8,07					

Produk Properties

Elemen :	1	2	3	Final Weight :	Number of Criteria	
1 Material Properties	1	1	3	3	1	0,57
2 Temperatur Awal	2	0,33	1	0,33	2	0,14
3 Jumlah Deformasi	3	0,33	3	1	3	0,29
Jumlah	1,67	7,00	4,33			

Permukaan Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	
1 Material Properties	1	1	3	0,33	0,33	1	0,19
2 Geometri Blank Material	2	0,33	1	0,33	3	2	0,19
3 Geometri Tool dan Dies	3	3	3	1	3	3	0,43
4 Jumlah Deformasi	4	3	0,33	0,33	1	4	0,19
Jumlah	7,33	7,33	2,00	7,33			

Temperatur Akhir

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	
1 Pelumas	1	1	3	3	0,33	1	0,254
2 Jumlah Deformasi	2	0,33	1	3	0,2	2	0,146
3 Temperatur Awal	3	0,33	0,33	1	0,33	3	0,096
4 Material Properties	4	3	5	3	1	4	0,504
Jumlah	4,67	9,33	10,00	1,87			

Aliran Material

Elemen :	1	2	3	4	Final Weight :	Number of Criteria	
1 Material Properties	1	1	3	5	3	1	0,50
2 Geometri Blank Material	2	0,33	1	3	0,33	2	0,16
3 Jumlah Deformasi	3	0,2	0,33	1	0,33	3	0,08
4 Geometri Tool dan Dies	4	0,33	3	3	1	4	0,26
Jumlah	1,87	7,33	12,00	4,67			

Parameter Terikat

	1	2	3	4	5
Expert 1	0,170	0,410	0,127	0,152	0,140
Expert 2	0,168	0,156	0,042	0,453	0,181
Expert 3	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Expert 4	0,044	0,092	0,155	0,250	0,460
Expert 5	0,170	0,410	0,127	0,152	0,140
Expert 6	0,170	0,410	0,127	0,152	0,140
Expert 7	0,168	0,156	0,042	0,453	0,181
Jumlah	1,091	1,835	0,821	1,812	1,442
	0,156	0,262	0,117	0,259	0,206
Ranking Elemen	4	1	5	2	3

Ranking AHP:

1. Produk Properties (Y2)
2. Permukaan Akhir (Y4)
3. Aliran Material (Y5)
4. Gaya (Y1)
5. Temperatur Akhir (Y3)

Gaya

	1	2	3	4	5	6	7
Expert 1	0,284	0,069	0,169	0,091	0,058	0,105	0,224
Expert 2	0,262	0,192	0,172	0,046	0,050	0,082	0,196
Expert 3	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143
Expert 4	0,028	0,051	0,078	0,112	0,156	0,221	0,354
Expert 5	0,284	0,069	0,169	0,091	0,058	0,105	0,224
Expert 6	0,284	0,069	0,169	0,091	0,058	0,105	0,224
Expert 7	0,262	0,192	0,172	0,046	0,050	0,082	0,196
Jumlah	1,547	0,785	1,073	0,620	0,571	0,843	1,561
	0,221	0,112	0,153	0,089	0,082	0,120	0,223
Ranking Elemen	2	5	3	6	7	4	1

Ranking AHP Y1:

1. Jumlah Deformasi (X7)
2. Material Properties (X1)
3. Geometri Tool dan Dies (X3)
4. Temperatur Awal (X6)
5. Geometri Blank Material (X2)
6. Pelumas (X4)
7. Kecepatan (X5)

Produk Properties

	1	2	3
Expert 1	0,574	0,140	0,286
Expert 2	0,574	0,140	0,286
Expert 3	0,333	0,333	0,333
Expert 4	0,089	0,253	0,658
Expert 5	0,574	0,140	0,286
Expert 6	0,574	0,140	0,286
Expert 7	0,574	0,140	0,286
Jumlah	3,290	1,286	2,424
	0,470	0,184	0,346
Ranking Elemen	1	3	2

Ranking AHP Y2:

1. Material Properties (X1)
2. Jumlah Deformasi (X7)
3. Temperatur Awal (X6)

Temperatur Akhir

	1	2	3	4
Expert 1	0,224	0,130	0,484	0,161
Expert 2	0,254	0,146	0,096	0,504
Expert 3	0,250	0,250	0,250	0,250
Expert 4	0,059	0,140	0,260	0,541
Expert 5	0,224	0,130	0,484	0,161
Expert 6	0,224	0,130	0,484	0,161
Expert 7	0,254	0,146	0,096	0,504
Jumlah	1,488	1,073	2,156	2,283
	0,213	0,153	0,308	0,326
Ranking Elemen	3	4	2	1

Ranking AHP Y3:

1. Material Properties (X1)
2. Temperatur Awal (X6)
3. Pelumas (X4)
4. Jumlah Deformasi (X7)

Permukaan Akhir

	1	2	3	4
Expert 1	0,306	0,144	0,306	0,244
Expert 2	0,189	0,189	0,432	0,189
Expert 3	0,250	0,250	0,250	0,250
Expert 4	0,059	0,140	0,260	0,541
Expert 5	0,306	0,144	0,306	0,244
Expert 6	0,306	0,144	0,306	0,244
Expert 7	0,189	0,189	0,432	0,189
Jumlah	1,607	1,200	2,292	1,901
Ranking Elemen	3	4	1	2

Ranking AHP Y4:

1. Geometri Tool dan Dies (X3)
2. Jumlah Deformasi (X7)
3. Material Properties (X1)
4. Geometri Blank Material (X2)

Aliran Material

	1	2	3	4
Expert 1	0,172	0,099	0,365	0,365
Expert 2	0,501	0,159	0,077	0,263
Expert 3	0,250	0,250	0,250	0,250
Expert 4	0,059	0,140	0,260	0,541
Expert 5	0,172	0,099	0,365	0,365
Expert 6	0,172	0,099	0,365	0,365
Expert 7	0,501	0,159	0,077	0,263
Jumlah	1,826	1,004	1,758	2,412
Ranking Elemen	2	4	3	1

Ranking AHP Y5:

1. Geometri Tool dan Dies (X3)
2. Material Properties (X1)
3. Jumlah Deformasi (X7)
4. Geometri Blank Material (X2)

Tabel Ranking Parameter Proses Manufaktur Produk Press Part

Ranking AHP	Parameter Terikat				Parameter Bebas			
	Gaya	Produk Properties	Temperatur Akhir	Aliran Material	Gaya	Produk Properties	Temperatur Akhir	Aliran Material
1	Produk Properties (0,262)	Jumlah Deformasi (0,223)	Material Properties (0,470)	Material Properties (0,326)	Geometri Dies (0,345)	Material Properties (0,327)	Geometri Dies (0,327)	Geometri Dies (0,345)
2	Permukaan Akhir (0,259)	Material Properties (0,221)	Jumlah Deformasi (0,346)	Temperatur Awal (0,308)	Material Properties (0,261)	Jumlah Deformasi (0,272)	Jumlah Deformasi (0,272)	Material Properties (0,261)
3	Aliran Material (0,206)	Geometri Dies (0,153)	Temperatur Awal (0,184)	Pelumas (0,213)	Jumlah Deformasi (0,251)	Material Properties (0,230)	Material Properties (0,230)	Jumlah Deformasi (0,251)
4	Gaya (0,156)	Temperatur Awal (0,120)	-	Jumlah Deformasi (0,153)	Geometri Material Input (0,143)	Geometri Material Input (0,171)	Geometri Material Input (0,171)	Geometri Material Input (0,143)
5	Temperatur Akhir (0,117)	Geometri Material Input (0,112)	-	-	-	-	-	-
6	-	Pelumas (0,089)	-	-	-	-	-	-
7	-	Kecepatan (0,082)	-	-	-	-	-	-

Lampiran 3. Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk (CI_{produk}) *Press Part*

Nama Produk : Panel Roof

Callout	Total (N)	Unique (n)
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	1	1
Tolerance	2	2
Height	1	1
Tolerance	2	2
Bend Radius	4	3
Tolerance	8	6
Bend Angle	3	2
Tolerance	6	4
Bend Depth	2	2
Tolerance	4	4
Emboss Length	5	3
Tolerance	10	6
Emboss Width	5	3
Tolerance	10	6
Emboss Depth	1	1
Tolerance	1	1
Emboss angle	2	1
Tolerance	4	2
Emboss Radius	2	1
Tolerance	4	2
Fillet Radius	4	2
Tolerance	8	4
Hole Diameter	3	1
Tolerance	1	1
Hole Length	1	1
Tolerance	1	1
Hole Width	1	1
Tolerance	1	1
Hole Radius	1	1
Tolerance	1	1
Position	3	3
X	3	3
Tolerance	3	3
Y	10	10
Tolerance	20	20
Z	2	2
Tolerance	4	4
Increments	3	3
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	153	121
H_{product}	7,27	
$D_{R, \text{product}}$	0,79	

Description	J = 4						
	Number	Aspects				SUM	SUM/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Main body	1	0	1	0,5	1	2,5	0,63
Hole	3	0	0	0	1	1	0,25
Elips Hole	1	0	0	0	1	1	0,25
Emboss	1	0	1	0,5	1	2,5	0,63

Description	K = 2					
	Number	Aspects			SUM	SUM/K
		General Surface Finish	Hardness			
Main body	1	0	0	0	0	
Hole	3	0	0	0	0	
Elips Hole	1	0	0	0	0	
Emboss	1	0	0	0	0	

Description	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Main body	0,31	0,05
Hole	0,13	0,06
Elips Hole	0,13	0,02
Emboss	0,31	0,05
Relative Product Complexity C_o, cf		0,19
CI_{Product}		7,11

Nama Produk : Front Door

Callout	Total (N)	Unique (n)
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	1	1
Tolerance	2	2
Height	1	1
Tolerance	2	2
Bend Radius	5	5
Tolerance	10	10
Bend Angle	3	2
Tolerance	6	4
Bend Depth	2	2
Tolerance	4	4
Emboss Length	1	1
Tolerance	2	2
Emboss Width	1	1
Tolerance	1	1
Emboss Depth	1	1
Tolerance	1	1
Emboss angle	1	1
Tolerance	1	1
Emboss Radius	1	1
Tolerance	1	1
Fillet Radius	1	1
Tolerance	1	1
Hole Diameter	1	1
Tolerance	1	1
Hole Length	3	3
Tolerance	6	6
Hole Width	3	3
Tolerance	6	6
Hole Radius	2	1
Tolerance	1	1
Position	3	3
X	10	10
Tolerance	20	20
Y	8	8
Tolerance	16	16
Z	2	2
Tolerance	4	4
Increments	3	3
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	144	140
$H_{product}$	7,18	
$D_{R, product}$	0,97	

Description	J = 4						
	Number	Aspects				SUM	SUM/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Main body	1	0	1	0,5	1	2,5	0,63
Key Hole	1	0	0	0	1	1	0,25
Elips Hole	2	0	0	0	1	1	0,25
Emboss	1	0	1	0,5	1	2,5	0,63

Description	K = 2					
	Number	Aspects			SUM	SUM/K
		General Surface Finish	Hardness			
Main body	1	0	0	0	0	
Key Hole	1	0	0	0	0	
Elips Hole	2	0	0	0	0	
Emboss	1	0	0	0	0	

Description	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Main body	0,31	0,06
Key Hole	0,13	0,03
Elips Hole	0,13	0,05
Emboss	0,31	0,06
Relative Product Complexity Co, cf		0,20
CI Product		8,42

Nama Produk : Rear Door

Callout	Total (N)	Unique (n)
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	1	1
Tolerance	2	2
Height	1	1
Tolerance	2	2
Bend Radius	8	8
Tolerance	16	16
Bend Angle	3	2
Tolerance	6	4
Bend Depth	2	2
Tolerance	4	4
Emboss Length	1	1
Tolerance	2	2
Emboss Width	1	1
Tolerance	1	1
Emboss Depth	1	1
Tolerance	1	1
Emboss angle	1	1
Tolerance	1	1
Emboss Radius	1	1
Tolerance	1	1
Fillet Radius	8	8
Tolerance	16	16
Hole Diameter	1	1
Tolerance	1	1
Hole Length	3	3
Tolerance	6	6
Hole Width	3	3
Tolerance	6	6
Hole Radius	2	1
Tolerance	1	1
Position	3	3
X	4	4
Tolerance	8	8
Y	4	4
Tolerance	8	8
Z	2	2
Tolerance	4	4
Increments	3	3
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	145	141
$H_{product}$	7,19	
$D_{R, product}$	0,97	

Description	J = 4						
	Number	Aspects				SUM	SUM/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Main body	1	0	1	0,5	1	2,5	0,63
Key Hole	1	0	0	0	1	1	0,25
Elips Hole	2	0	0	0	1	1	0,25
Emboss	1	0	1	0,5	1	2,5	0,63

Description	K = 2					
	Number	Aspects			SUM	SUM/K
		General Surface Finish	Hardness			
Main body	1	0	0	0	0	
Key Hole	1	0	0	0	0	
Elips Hole	2	0	0	0	0	
Emboss	1	0	0	0	0	

Description	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Main body	0,31	0,06
Key Hole	0,13	0,03
Elips Hole	0,13	0,05
Emboss	0,31	0,06
Relative Product Complexity $C_{o, cf}$		0,20
CI Product		8,43

Nama Produk : Blanking Material (Roof Panel)

Callout	Total (N)	Unique (n)
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	1	1
Tolerance	2	2
Height	1	1
Tolerance	2	2
Increments	1	1
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	13	13
$H_{product}$	3,81	
$D_{R, product}$	1,00	

Description	Number	Aspects				SUM	SUM/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Main body	1	0	0,5	0,5	0	1	0,25

Description	Number	Aspects			SUM	SUM/K
		General Surface Finish	Hardness			
Main body	1	0	0	0	0	0

Description	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Main body	0,13	0,13
Relative Product Complexity Co, cf	0,13	
CI Product		4,28

Nama Produk : Verifikasi Produk (bobot = 0)

Callout	Total (N)	Unique (n)
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	1	1
Tolerance	2	2
Height	1	1
Tolerance	2	2
Increments	1	1
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	13	13
$H_{product}$	3,81	
$D_{R, product}$	1,00	

Description	Number	Aspects				SUM	SUM/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Main body	1	0	0	0	0	0	0,00

Description	Number	Aspects			SUM	SUM/K
		General Surface Finish	Hardness			
Main body	1	0	0	0	0	0

Description	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Main body	0,00	0,00
Relative Product Complexity Co, cf	0,00	
CI Product		3,81

Nama Produk : Verifikasi Produk (bobot = 0,5)

Callout	Total (N)	Unique (n)
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	1	1
Tolerance	2	2
Height	1	1
Tolerance	2	2
Increments	1	1
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	13	13
$H_{product}$	3,81	
$D_{R, product}$	1,00	

Description	Number	Aspects				SUM	SUM/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Main body	1	0,5	0,5	0,5	0,5	2	0,50

Description	Number	Aspects			SUM	SUM/K
		General Surface Finish	Hardness			
Main body	1	0,5	0,5	1	0,5	

Description	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Main body	0,50	0,50
Relative Product Complexity Co, cf	0,50	
CI Product		5,71

Nama Produk : Verifikasi Produk (bobot = 1)

Callout	Total (N)	Unique (n)
Length	1	1
Tolerance	2	2
Width	1	1
Tolerance	2	2
Height	1	1
Tolerance	2	2
Increments	1	1
Sheet Thickness	1	1
Tolerance	2	2
Total	13	13
$H_{product}$	3,81	
$D_{R, product}$	1,00	

Description	J = 4						
	Number	Aspects				SUM	SUM/J
		Material	Shape	Geometry	Tolerance		
Main body	1	1	1	1	1	4	1,00

Description	K = 2				
	Number	Aspects		SUM	SUM/K
		General Surface Finish	Hardness		
Main body	1	1	1	2	1

Description	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Main body	1,00	1,00
Relative Product Complexity $C_{i, cf}$		1,00
CI Product		7,61

Tabel Kompleksitas Produk Press Part

Nama Produk	$H_{product}$	$D_{R, product}$	$C_{i, product}$	$C_{i, product} = (D_{R, product} + C_{i, product}) * H_{product}$
Roof Panel	7,27	0,79	0,19	7,11
Front Door	7,18	0,97	0,20	8,42
Rear Door	7,19	0,97	0,20	8,43
Blanking (roof panel)	3,81	1,00	0,13	4,28
Verifikasi Produk (bobot = 0)	3,81	1,00	0,00	3,81
Verifikasi Produk (bobot = 0,5)	3,81	1,00	0,50	5,71
Verifikasi Produk (bobot = 1)	3,81	1,00	1,00	7,61

Lampiran 4. Perhitungan Indeks Kompleksitas Environment ($P_{cx_{environment}}$) Produk *Press Part*

Produk : Roof Panel

Proses : Drawing

Perhitungan Kompleksitas Proses: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{process, x}$	$D_{R process, x}$	P_{cx}
Gauge	10	3	3,46	0,30	1,04
Guide	26	1	4,75	0,04	0,18
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Blank holder	1	1	1,00	1,00	1,00
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Loader	1	1	1,00	1,00	1,00
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
Total p_{cx}					7,80

Proses : Bend

Perhitungan Kompleksitas Proses: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{process, x}$	$D_{R process, x}$	P_{cx}
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Pad	1	1	1,00	1,00	1,00
Cam	1	1	1,00	1,00	1,00
Loader	1	1	1,00	1,00	1,00
Gauge	6	3	2,81	0,50	1,40
Guide	9	3	3,32	0,33	1,11
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
Total p_{cx}					10,09

Proses : CAM PC

Perhitungan Kompleksitas Proses: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{process, x}$	$D_{R process, x}$	P_{cx}
Pierce	4	2	2,32	0,50	1,16
Air blow	2	1	1,58	0,50	0,79
Cushion pin	6	1	2,81	0,17	0,47
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Loader	1	1	1,00	1,00	1,00
Gauge	2	1	1,58	0,50	0,79
Guide	7	3	3,00	0,43	1,29
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
Total p_{cx}					9,50

Produk : Front DoorProses : Drawing

Perhitungan Kompleksitas Proses: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{process, x}$	$D_{R process, x}$	P_{cx}
Gauge	9	3	3,32	0,33	1,11
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Vacuum cup	8	1	3,17	0,13	0,40
Guide	22	3	4,52	0,14	0,62
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Blank holder	1	1	1,00	1,00	1,00
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Loader	2	1	1,58	0,50	0,79
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
			Total p_{cx}		8,49

Proses : CAM PC

Perhitungan Kompleksitas Proses: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{process, x}$	$D_{R process, x}$	P_{cx}
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Pierce	24	5	4,64	0,21	0,97
Cutter	14	6	3,91	0,43	1,67
Scrap stopper	2	1	1,58	0,50	0,79
Vacuum cup	8	1	3,17	0,13	0,40
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Guide	10	2	3,46	0,20	0,69
Gauge	12	1	3,70	0,08	0,31
Loader	2	1	1,58	0,50	0,79
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
			Total p_{cx}		10,20

Proses : Bend

Perhitungan Kompleksitas Proses: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{process, x}$	$D_{R process, x}$	P_{cx}
Guide	16	3	4,09	0,19	0,77
Gauge	10	3	3,46	0,30	1,04
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Vacuum	8	1	3,17	0,13	0,40
Holder	1	1	1,00	1,00	1,00
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Loader	1	1	1,00	1,00	1,00
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
			Total p_{cx}		8,78

Produk : Rear Door**Proses : Drawing**

Perhitungan Kompleksitas Proses: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{process, x}$	$D_{R, process, x}$	P_{cx}
Gauge	9	3	3,32	0,33	1,11
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Vacuum cup	8	1	3,17	0,13	0,40
Guide	22	3	4,52	0,14	0,62
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Blank holder	1	1	1,00	1,00	1,00
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Loader	2	1	1,58	0,50	0,79
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
Total p_{cx}					8,49

Proses : CAM PC

Perhitungan Kompleksitas Proses: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{process, x}$	$D_{R, process, x}$	P_{cx}
Cutter	14	6	3,91	0,43	1,67
Pierce	24	5	4,64	0,21	0,97
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Vacuum cup	8	1	3,17	0,13	0,40
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Guide	10	2	3,46	0,20	0,69
Scrap stopper	2	1	1,58	0,50	0,79
Gauge	12	1	3,70	0,08	0,31
Loader	2	1	1,58	0,50	0,79
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
Total p_{cx}					10,20

Proses : Bend

Perhitungan Kompleksitas Proses: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{process, x}$	$D_{R, process, x}$	P_{cx}
Guide	16	3	4,09	0,19	0,77
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Vacuum	8	1	3,17	0,13	0,40
Gauge	10	4	3,46	0,40	1,38
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Holder	1	1	1,00	1,00	1,00
Loader	1	1	1,00	1,00	1,00
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
Total p_{cx}					9,13

Produk : Roof Panel**Proses : Blanking**

Perhitungan Kompleksitas Proses: Environment

Description	Total Informasi (N)	Informasi yang Unik (n)	$H_{process, x}$	$D_{R process, x}$	P_{cx}
Gauge	4	1	2,32	0,25	0,58
Guide	2	1	1,58	0,50	0,79
Punch	1	1	1,00	1,00	1,00
Die	1	1	1,00	1,00	1,00
Blank holder	1	1	1,00	1,00	1,00
Cushion pin	4	1	2,32	0,25	0,58
Loader	1	1	1,00	1,00	1,00
Stations (Machine)	1	1	1,00	1,00	1,00
Handling b/w	1	1	1,00	1,00	1,00
Total p_{cx}					7,95

Total p_{cx} (Environment)

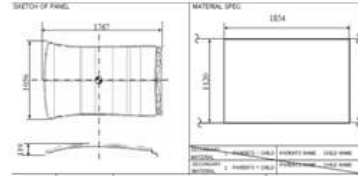
Proses	Roof Panel	Front Door	Rear Door	Blanking
Draw	7,80	8,49	8,49	
Bend	10,09	8,78	9,13	
Cam PC	9,50	10,20	10,20	
Total p_{cx} environment	27,39	27,48	27,82	7,95

Lampiran 5. Perhitungan *In Process Feature* ($Pc_{inprocess, feature}$) dan *In Process Specification* ($Pc_{inprocess, spec}$) Produk *Press Part*

Nama Produk: Roof Panel

Proses : Drawing

Data Material:	Material Spec	Sketch of panel
Panjang (mm)	1854	1767
Lebar (mm)	1120	1056
Keliling (mm)	5948	5646
Tinggi setelah draw (mm)	119	



In Process Feature :

Parameter	n	n_{min}	n_{max}	$\log(n/n_{min})$	$\log(n_{max}/n_{min})$	N
Material Awal:						
UTS (N/mm^2)	270	250	440	0,03	0,25	0,14
Yield strength	150	140	500	0,03	0,55	0,05
Berat (kg)	11,41	0,1	18	2,06	2,26	0,91
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC270D					0
						0,30
Geometry Material In Process:						
Jenis shape	Persegi panjang					0,50
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 2 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Mendatar					0,00
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,20
Geometry Dies:						
Panjang (mm)	2740	2500	4500	0,04	0,26	0,16
Lebar (mm)	2020	1200	2500	0,23	0,32	0,71
Tebal (mm)	1100	600	1200	0,26	0,30	0,87
Sudut dies	90	1	180	1,95	2,26	0,87
						0,65
Jumlah Deformasi						
Jumlah deformasi	1	1	10	0,00	1,00	0,00

In Process Specification :

Parameter	n	n_{min}	n_{max}	$\log(n/n_{min})$	$\log(n_{max}/n_{min})$	N
Punch force (ton) $F_p = \pi d_p T (UTS) \left(\frac{D}{d_p} - 0,7 \right)$	1247,78	400	1500	0,49	0,57	0,86
Aliran Material:						
Clearance $\epsilon = T + k(\sqrt{10T})$	0,89	0,17	12,77	0,72	1,88	0,38
Radius $R_p = 0,8\sqrt{(D-d_p)T}$	11,63	0,5	60	1,37	2,08	0,66
Blank holder force (ton) $F_{bl} = \frac{\pi}{4} [D^2 - (d_p + 2R_p)^2] \cdot p_d$	691,97	400	1500	0,24	0,57	0,41
						0,48

Proses : Bend

Data Material:	Material Spec	Sketch of panel
Panjang (mm)	1854	1767
Lebar (mm)	1120	1056
Keliling (mm)	5948	5646
Tinggi setelah draw (mm)	119	

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	270	250	440	0,03	0,25	0,14
Yield strength	150	140	500	0,03	0,55	0,05
Berat (kg)	11,061	0,1	18	2,04	2,26	0,91
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC270D					0
						0,30
Geometry Material In Process:						
Jenis shape	Persegi panjang					0,50
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 1 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Melengkung					0,50
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,30
Geometry Dies:						
Panjang (mm)	3040	2500	4500	0,08	0,26	0,33
Lebar (mm)	2000	1200	2500	0,22	0,32	0,70
Tebal (mm)	1000	600	1200	0,22	0,30	0,74
Sudut dies	45	1	180	1,65	2,26	0,73
						0,62
Jumlah Deformasi						
Jumlah deformasi	2	1	10	0,30	1,00	0,30

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Punch force (ton) $F = \frac{M}{T} (1 + \sin \varphi)$	608,95	400	1500	0,18	0,57	0,32
Aliran Material:						
Clearance $c = T_{max} - 0.1$	0,60	0,10	11,90	0,78	2,08	0,37
Radius $R_{(min)} = c \cdot T$	1,23	0,67	12,7	0,26	1,28	0,21
						0,29

Proses : Cam PC

Data Material:	Material Spec	Sketch of panel
Panjang (mm)	1854	1767
Lebar (mm)	1120	1056
Keliling (mm)	5948	5646
Tinggi setelah draw (mm)	119	

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	270	250	440	0,03	0,25	0,14
Yield strength	150	140	500	0,03	0,55	0,05
Berat (kg)	10,03	0,1	18	2,00	2,26	0,89
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC270D					0
						0,30

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Persegi panjang					0,50
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 1 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Melengkung					0,50
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,30

Geometry Dies:

Panjang (mm)	3120	2500	4500	0,10	0,26	0,38
Lebar (mm)	2020	1200	2500	0,23	0,32	0,71
Tebal (mm)	1000	600	1200	0,22	0,30	0,74
Sudut dies	90	1	180	1,95	2,26	0,87
						0,67

Jumlah Deformasi

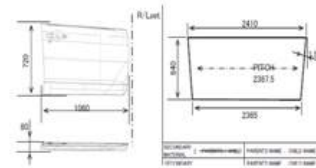
Jumlah deformasi	4	1	10	0,60	1,00	0,60
------------------	---	---	----	------	------	-------------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Shear force (ton)						
$F = 0,7kLT(UTS)$	401,38	400	1500	0,00	0,57	0,00
Aliran Material:						
Clearance						
$c = \frac{kT\sqrt{v_s}}{2} = \frac{kT\sqrt{0,7UTS}}{2}$ for $T \leq 3mm$	0,07	0,02	3,69	0,49	2,20	0,22
Radius	1,23	0,67	12,7	0,26	1,28	0,21
						0,21

Nama Produk: Front Door**Proses : Drawing**

Data Material:	Sketch of panel	Material Spec
Panjang (mm)	1060	2410
Lebar (mm)	720	840
Keliling (mm)	6880	6455
Tinggi setelah draw (mm)	80	

**In Process Feature :**

Parameter	n	n_{min}	n_{max}	$\log(n/n_{min})$	$\log(n_{max}/n_{min})$	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	340	250	440	0,13	0,25	0,54
Yield strength	180	140	500	0,11	0,55	0,20
Berat (kg)	4,723	0,1	18	1,67	2,26	0,74
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC340BH					0
						0,38

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Trapesium					1,00
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 1 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Mendatar					0,00
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,30

Geometry Dies:

Panjang (mm)	2800	2500	4500	0,05	0,26	0,19
Lebar (mm)	1250	1200	2500	0,02	0,32	0,06
Tebal (mm)	1100	600	1200	0,26	0,30	0,87
Sudut dies	90	1	180	1,95	2,26	0,87
						0,50

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	1	1	10	0,00	1,00	0,00
------------------	---	---	----	------	------	------

In Process Specification :

Parameter	n	n_{min}	n_{max}	$\log(n/n_{min})$	$\log(n_{max}/n_{min})$	N
Punch force (ton) $F_p = \pi d T (UTS) \left(\frac{D}{d} - 0,7 \right)$	1149,19	400	1500	0,46	0,57	0,80
Aliran Material:						
Clearance $c = T + k(\sqrt{10T})$	0,89	0,17	12,77	0,72	1,88	0,38
Radius $R_p = 0,8 \sqrt{(D - d) T}$	13,80	0,67	12,7	1,31	1,28	1,03
Blank holder force (ton) $F_{bl} = \frac{\pi}{4} (D^2 - (d_p + 2R_p)^2) p_{cl}$	864,92	400	1500	0,33	0,57	0,58
						0,66

Proses : Cam PC

Data Material:	Sketch of panel	Material Spec
Panjang (mm)	1060	2410
Lebar (mm)	720	840
Keliling (mm)	6880	6455
Tinggi setelah draw (mm)	80	

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	340	250	440	0,13	0,25	0,54
Yield strength	180	140	500	0,11	0,55	0,20
Berat (kg)	4,723	0,1	18	1,67	2,26	0,74
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC340BH					0
						0,38

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Trapesium					1,00
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 1 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Melengkung					0,50
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,40

Geometry Dies:

Panjang (mm)	2600	2500	4500	0,02	0,26	0,07
Lebar (mm)	1300	1200	2500	0,03	0,32	0,11
Tebal (mm)	1000	600	1200	0,22	0,30	0,74
Sudut dies	90	1	180	1,95	2,26	0,87
						0,44

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	3	1	10	0,48	1,00	0,48
------------------	---	---	----	------	------	-------------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Shear force (ton) $F = 0,7kLT(UTS)$	575,53	400	1500	0,16	0,57	0,28
Aliran Material:						
Clearance	0,08	0,02	3,69	0,54	2,20	0,25
Radius	1,23	0,67	12,7	0,26	1,28	0,21
						0,23

Proses : Bend

Data Material:	Sketch of panel	Material Spec
Panjang (mm)	1060	2410
Lebar (mm)	720	840
Keliling (mm)	6880	6455
Tinggi setelah draw (mm)	80	

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	340	250	440	0,13	0,25	0,54
Yield strength	180	140	500	0,11	0,55	0,20
Berat (kg)	4,723	0,1	18	1,67	2,26	0,74
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC340BH					0
						0,38

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Trapesium					0,50
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 1 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Melengkung					0,50
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,30

Geometry Dies:

Panjang (mm)	3040	2500	4500	0,08	0,26	0,33
Lebar (mm)	2000	1200	2500	0,22	0,32	0,70
Tebal (mm)	1000	600	1200	0,22	0,30	0,74
Sudut dies	45	1	180	1,65	2,26	0,73
						0,62

Jumlah Deformasi

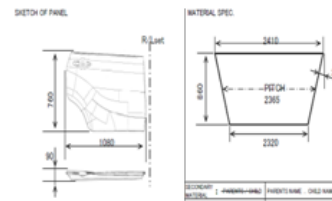
Jumlah deformasi	4	1	10	0,60	1,00	0,60
------------------	---	---	----	------	------	-------------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Punch force (ton) $F = \frac{M}{L} (1 + \sin \phi)$	779,29	400	1500	0,29	0,57	0,50
Aliran Material:						
Clearance	0,60	0,10	11,90	0,78	2,08	0,37
Radius	1,23	0,67	12,7	0,26	1,28	0,21
						0,29

Nama Produk: Rear Door**Proses : Drawing**

Data Material:	Sketch of panel	Material Spec
Panjang (mm)	1080	2410
Lebar (mm)	760	860
Keliling (mm)	6780	6450
Tinggi setelah draw (mm)	90	

**In Process Feature :**

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	340	250	440	0,13	0,25	0,54
Yield strength	180	140	500	0,11	0,55	0,20
Berat (kg)	4,79	0,1	18	1,68	2,26	0,75
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC340BH					0
						0,38

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Trapesium					1,00
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 1 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Mendatar					0,00
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,30

Geometry Dies:

Panjang (mm)	2800	2500	4500	0,05	0,26	0,19
Lebar (mm)	1250	1200	2500	0,02	0,32	0,06
Tebal (mm)	1100	600	1200	0,26	0,30	0,87
Sudut dies	90	1	180	1,95	2,26	0,87
						0,50

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	1	1	10	0,00	1,00	0,00
------------------	---	---	----	------	------	------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Punch force (ton) $F_p = \pi d_p T (UTS) \left(\frac{D}{d_p} - 0,7 \right)$	1211,45	400	1500	0,48	0,57	0,84
Aliran Material:						
Clearance $c = T + k(\sqrt{10T})$	0,89	0,17	12,77	0,72	1,88	0,38
Radius $R_p = 0,8 \sqrt{(D - d_p)T}$	12,16	0,67	12,7	1,26	1,28	0,99
Blank holder force (ton) $F_{bl} = \frac{\pi}{4} [D^2 - (d_p + 2R_p)^2] p_{cl}$	659,39	400	1500	0,22	0,57	0,38
						0,58

Proses : Cam PC

Data Material:	Sketch of panel	Material Spec
Panjang (mm)	1080	2410
Lebar (mm)	760	860
Keliling (mm)	6780	6450
Tinggi setelah draw (mm)	90	

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	340	250	440	0,13	0,25	0,54
Yield strength	180	140	500	0,11	0,55	0,20
Berat (kg)	4,79	0,1	18	1,68	2,26	0,75
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC340BH					0
						0,38

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Trapesium					1,00
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 1 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Melengkung					0,50
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,40

Geometry Dies:

Panjang (mm)	2600	2500	4500	0,02	0,26	0,07
Lebar (mm)	1300	1200	2500	0,03	0,32	0,11
Tebal (mm)	1000	600	1200	0,22	0,30	0,74
Sudut dies	90	1	180	1,95	2,26	0,87
						0,44

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	3	1	10	0,48	1,00	0,48
------------------	---	---	----	------	------	-------------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Shear force (ton) $F = 0,7kLT(UTS)$	580,47	400	1500	0,16	0,57	0,28
Aliran Material:						
Clearance	0,19	0,02	3,69	0,91	2,20	0,41
Radius	1,23	0,67	12,7	0,26	1,28	0,21
						0,31

Proses : Bend

Data Material:	Sketch of panel	Material Spec
Panjang (mm)	1080	2410
Lebar (mm)	760	860
Keliling (mm)	6780	6450
Tinggi setelah draw (mm)	90	

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	340	250	440	0,13	0,25	0,54
Yield strength	180	140	500	0,11	0,55	0,20
Berat (kg)	4,79	0,1	18	1,68	2,26	0,75
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC340BH					0,00
						0,38

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Trapesium					0,50
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 1 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Melengkung					0,50
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,30

Geometry Dies:

Panjang (mm)	2600	2500	4500	0,02	0,26	0,07
Lebar (mm)	1400	1200	2500	0,07	0,32	0,21
Tebal (mm)	1000	600	1200	0,22	0,30	0,74
Sudut dies	45	1	180	1,65	2,26	0,73
						0,44

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	6	1	10	0,78	1,00	0,78
------------------	---	---	----	------	------	-------------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Punch force (ton) $F = \frac{M}{L} (1 + \sin \phi)$	869,68	400	1500	0,34	0,57	0,59
Aliran Material:						
Clearance	0,60	0,10	11,90	0,78	2,08	0,37
Radius	1,23	0,67	12,7	0,26	1,28	0,21
						0,29

Nama Produk: Roof Panel**Proses : Blanking**

Data Material:	Material Spec
Panjang (mm)	1854
Lebar (mm)	1120
Keliling (mm)	5948

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	270	250	440	0,03	0,25	0,14
Yield strength	150	140	500	0,03	0,55	0,05
Berat (kg)	4,79	0,1	18	1,68	2,26	0,75
Ketebalan (mm)	0,7	0,1	12	0,85	2,08	0,41
Jenis Material	SPC340BH					0,00
						0,27
Geometry Material In Process:						
Jenis shape	Persegi panjang					0,50
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 2 sumbu					0,00
Bentuk permukaan	Mendatar					0,00
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,10
Geometry Dies:						
Panjang (mm)	2740	2500	4500	0,04	0,26	0,16
Lebar (mm)	2020	1200	2500	0,23	0,32	0,71
Tebal (mm)	1100	600	1200	0,26	0,30	0,87
Sudut dies	90	1	180	1,95	2,26	0,87
						0,65
Jumlah Deformasi						
Jumlah deformasi	1	1	10	0,00	1,00	0,00

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Punch force (ton)	422,16	400	1500	0,02	0,57	0,04
Aliran Material:						
Clearance	0,17	0,02	3,69	0,86	2,20	0,39
						0,39

Proses : Verifikasi Produk (bobot = 0)

Data Material:	Material Spec
Panjang (mm)	1854
Lebar (mm)	1120
Keliling (mm)	5948

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	250	250	440	0,00	0,25	0,00
Yield strength	140	140	500	0,00	0,55	0,00
Berat (kg)	0,1	0,1	18	0,00	2,26	0,00
Ketebalan (mm)	0,1	0,1	12	0,00	2,08	0,00
Jenis Material	SPC340BH					0,00
						0,00

Geometry Material In Process:

Jenis shape	lingkaran					0,00
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,00
Simetris	Simetris 2 sumbu					0,00
Bentuk permukaan	Mendatar					0,00
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,00
						0,00

Geometry Dies:

Panjang (mm)	2500	2500	4500	0,00	0,26	0,00
Lebar (mm)	1200	1200	2500	0,00	0,32	0,00
Tebal (mm)	600	600	1200	0,00	0,30	0,00
Sudut dies	1	1	180	0,00	2,26	0,00
						0,00

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	1	1	10	0,00	1,00	0,00
------------------	---	---	----	------	------	-------------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Punch force (ton)	400	400	1500	0,00	0,57	0,00
Aliran Material:						
Clearance	0,02	0,02	3,69	0,00	2,20	0,00
						0,00

Proses : Verifikasi Produk (bobot = 0,5)

Data Material:	Material Spec
Panjang (mm)	1854
Lebar (mm)	1120
Keliling (mm)	5948

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	332	250	440	0,12	0,25	0,50
Yield strength	265	140	500	0,28	0,55	0,50
Berat (kg)	1,35	0,1	18	1,13	2,26	0,50
Ketebalan (mm)	1,1	0,1	12	1,04	2,08	0,50
Jenis Material	SPC340BH					0,50
						0,50

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Persegi panjang					0,50
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	0,50
Simetris	Simetris 2 sumbu					0,50
Bentuk permukaan	Mendatar					0,50
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	0,50
						0,50

Geometry Dies:

Panjang (mm)	3350	2500	4500	0,13	0,26	0,50
Lebar (mm)	1730	1200	2500	0,16	0,32	0,50
Tebal (mm)	850	600	1200	0,15	0,30	0,50
Sudut dies	14	1	180	1,15	2,26	0,51
						0,50

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	3	1	10	0,48	1,00	0,48
------------------	---	---	----	------	------	-------------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Punch force (ton)	770,00	400	1500	0,28	0,57	0,50
Aliran Material:						
Clearance	0,29	0,02	3,69	1,10	2,20	0,50
						0,50

Proses : Verifikasi Produk (bobot = 1)

Data Material:	Material Spec
Panjang (mm)	1854
Lebar (mm)	1120
Keliling (mm)	5948

In Process Feature :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Material Awal:						
UTS (N/mm ²)	440	250	440	0,25	0,25	1,00
Yield strength	500	140	500	0,55	0,55	1,00
Berat (kg)	18	0,1	18	2,26	2,26	1,00
Ketebalan (mm)	12	0,1	12	2,08	2,08	1,00
Jenis Material	SPC340BH					1,00
						1,00

Geometry Material In Process:

Jenis shape	Persegi panjang					1,00
Jumlah shape	1	1	10	0,00	1,00	1,00
Simetris	Simetris 2 sumbu					1,00
Bentuk permukaan	Mendatar					1,00
Jumlah permukaan	1	1	10	0,00	1,00	1,00
						1,00

Geometry Dies:

Panjang (mm)	4500	2500	4500	0,26	0,26	1,00
Lebar (mm)	2500	1200	2500	0,32	0,32	1,00
Tebal (mm)	1200	600	1200	0,30	0,30	1,00
Sudut dies	180	1	180	2,26	2,26	1,00
						1,00

Jumlah Deformasi

Jumlah deformasi	10	1	10	1,00	1,00	1,00
------------------	----	---	----	------	------	-------------

In Process Specification :

Parameter	n	n _{min}	n _{max}	log(n/n _{min})	log(n _{max} /n _{min})	N
Punch force (ton)	1500,00	400	1500	0,57	0,57	1,00
Aliran Material:						
Clearance	3,69	0,02	3,69	2,20	2,20	1,00
						1,00

Lampiran 6. Perhitungan Indeks Kompleksitas Proses (PI) Produk *Press Part*

Produk : Roof Panel

Perhitungan Kompleksitas Parameter Proses

Description	Number	J = 4				SUM	SUM/J
		Aspect Feature					
		Material	Geometri In Process	Geometri Tool & Dies	Jumlah Deformasi		
Drawing	1	0,30	0,20	0,65	0,00	1,15	0,29
Bend	2	0,30	0,30	0,62	0,30	1,53	0,38
Cam PC	4	0,30	0,30	0,67	0,60	1,87	0,47

Description	Number	K = 2		SUM	SUM/K
		Aspect Spesifications			
		Gaya	Aliran Material		
Draw	1	0,86	0,48	1,35	0,67
Bend	2	0,32	0,29	0,61	0,30
Cam PC	4	0,00	0,21	0,22	0,11

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Draw	0,48	0,07
Bend	0,34	0,10
Cam PC	0,29	0,16
Relative Process Complexity		0,33
Σp_{cx}		27,72
$PI = \Sigma p_{cx} + CI_{product}$		34,83

Produk : Front Door

Perhitungan Kompleksitas Parameter Proses

Description	Number	J = 4				SUM	SUM/J
		Aspect Feature					
		Material	Geometri In Process	Geometri Tool & Dies	Jumlah Deformasi		
Drawing	1	0,38	0,30	0,50	0,00	1,18	0,29
Bend	4	0,38	0,30	0,62	0,60	1,90	0,48
Cam PC	3	0,38	0,40	0,44	0,48	1,70	0,42

Description	Number	K = 2		SUM	SUM/K
		Aspect Spesifications			
		Gaya	Aliran Material		
Draw	1	0,80	0,66	1,46	0,73
Bend	4	0,50	0,29	0,79	0,40
Cam PC	3	0,28	0,23	0,50	0,25

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Draw	0,51	0,06
Bend	0,44	0,22
Cam PC	0,34	0,13
Relative Process Complexity		0,41
Σp_{cx}		27,89
$PI = \Sigma p_{cx} + CI_{product}$		36,30

Produk : Rear Door

Perhitungan Kompleksitas Parameter Proses

Description	Number	J = 4				SUM	SUM/J
		Aspect Feature					
		Material	Geometri In Process	Geometri Tool & Dies	Jumlah Deformasi		
Drawing	1	0,38	0,30	0,50	0,00	1,18	0,29
Bend	6	0,38	0,30	0,44	0,78	1,89	0,47
Cam PC	3	0,38	0,40	0,44	0,48	1,70	0,43

Description	Number	K = 2			
		Aspect Specifications		SUM	SUM/K
		Gaya	Aliran Material		
Draw	1	0,84	0,58	1,42	0,71
Bend	6	0,59	0,29	0,88	0,44
Cam PC	3	0,28	0,31	0,59	0,30

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Draw	0,50	0,05
Bend	0,46	0,27
Cam PC	0,36	0,11
Relative Process Complexity		0,43
Σp_{cx}		28,26
$PI = \Sigma p_{cx} + CI_{product}$		36,69

Produk : Blanking (roof panel)

Perhitungan Kompleksitas Parameter Proses

Description	Number	J = 4				SUM	SUM/J
		Aspect Feature					
		Material	Geometri In Process	Geometri Tool & Dies	Jumlah Deformasi		
Blanking	1	0,27	0,10	0,65	0,00	1,02	0,25

Description	Number	K = 2			
		Aspect Specifications		SUM	SUM/K
		Gaya	Aliran Material		
Blanking	1	0,04	0,39	0,43	0,22

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Draw	0,24	0,24
Relative Process Complexity		0,24
Σp_{cx}		8,19
$PI = \Sigma p_{cx} + CI_{product}$		12,47

Verifikasi Produk (bobot = 0)

Perhitungan Kompleksitas Parameter Proses

Description	Number	J = 4				SUM	SUM/J
		Aspect Feature					
		Material	Geometri In Process	Geometri Tool & Dies	Jumlah Deformasi		
Blanking	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Description	Number	K = 2		SUM	SUM/K
		Aspect Specifications			
		Gaya	Aliran Material		
Blanking	1	0,00	0,00	0,00	0,00

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Draw	0,00	0,00
Relative Process Complexity		0,00
Σp_{cx}		7,95
$PI = \Sigma p_{cx} + CI_{product}$		11,76

Verifikasi Produk (bobot = 0,5)

Perhitungan Kompleksitas Parameter Proses

Description	Number	J = 4				SUM	SUM/J
		Aspect Feature					
		Material	Geometri In Process	Geometri Tool & Dies	Jumlah Deformasi		
Blanking	1	0,50	0,50	0,50	0,48	1,98	0,49

Description	Number	K = 2		SUM	SUM/K
		Aspect Specifications			
		Gaya	Aliran Material		
Blanking	1	0,50	0,50	1,00	0,50

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
Draw	0,50	0,50
Relative Process Complexity		0,50
Σp_{cx}		8,45
$PI = \Sigma p_{cx} + CI_{product}$		14,16

Verifikasi Produk (bobot = 1)

Perhitungan Kompleksitas Parameter Proses

Description	Number	Aspect Feature			SUM	SUM/J
		Material	Geometri In Process	Geometri Tool & Dies		
Blanking	1	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00

Description	Number	Aspect Specifications			SUM/k
		Gaya	Aliran Material	SUM	
Blanking	1	1,00	1,00	2,00	1,00

Draw	1,00	1,00
Relative Process Complexity	1,00	1,00
ΣP_{α}	8,95	
$PI = \Sigma P_{\alpha} + CI_{\text{product}}$	16,57	

Tabel Kompleksitas Proses Produk Press Part

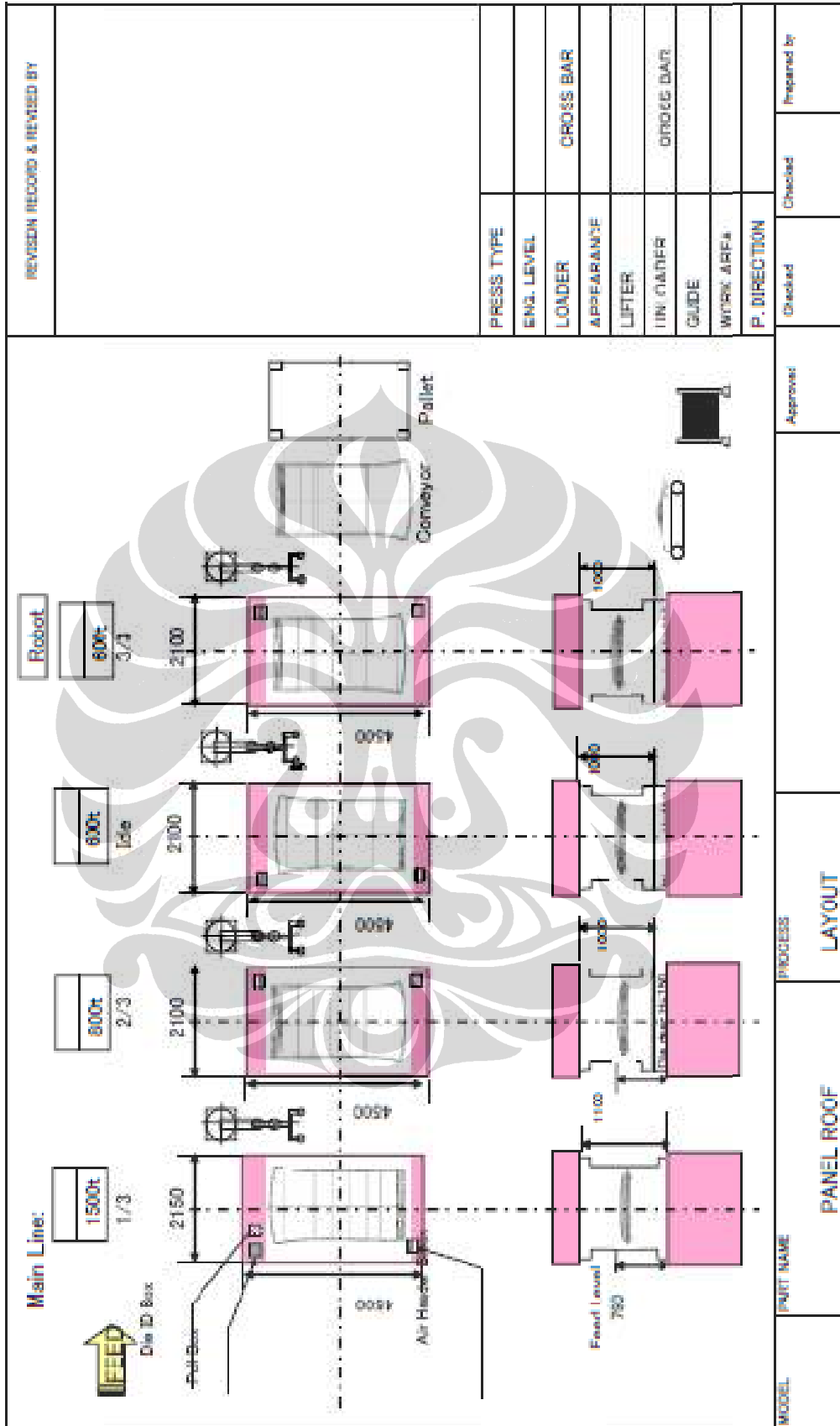
No.	Nama Produk	In Process Feature			In Process Spec			$\Sigma P_{\alpha} = (P_{\alpha, \text{environment}} + P_{\alpha, \text{process}})$	CI_{product}	$PI = \Sigma P_{\alpha} + CI_{\text{product}}$		
		Material	Geometri In Process	Geometri Tool & Dies	Jumlah Deformasi	Gaya	Aliran Material				$P_{\alpha, \text{environment}}$	$P_{\alpha, \text{process}}$
1	Panel Roof	0,30	0,27	0,65	0,30	0,39	0,33	27,39	0,33	27,72	7,11	34,83
2	Front Door	0,38	0,33	0,52	0,36	0,53	0,39	27,48	0,41	27,89	8,42	36,30
3	Rear Door	0,38	0,33	0,46	0,42	0,57	0,39	27,82	0,43	28,26	8,43	36,69
1	Blanking	0,27	0,10	0,65	0,00	0,04	0,39	7,95	0,24	8,19	4,28	12,47
1	Verifikasi (0)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,95	0,00	7,95	3,81	11,76
2	Verifikasi (0,5)	0,50	0,50	0,50	0,48	0,50	0,50	7,95	0,50	8,45	5,71	14,16
3	Verifikasi (1)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,95	1,00	8,95	7,61	16,57

Lampiran 7. Referensi Nilai Pembobotan Kompleksitas

No.	Parameter	Minimal	Maximal	Sumber
Material Properties :				
1	UTS (N/mm ²)	250	440	Pembobotan Romiyadi
2	Yield strength	140	500	Pembobotan Romiyadi
3	Berat (Kg)	0,1	18	Pembobotan Romiyadi
4	Ketebalan (mm)	0,1	12	Pembobotan Romiyadi
5	Jenis Material	SPC	SAP	Pembobotan Romiyadi
Geometri Awal :				
6	Jenis shape	lingkaran	segi tak beraturan	Pembobotan Romiyadi
7	Jumlah shape	1	10	Pembobotan Romiyadi
8	Simetris	3 sumbu	tidak simetris	Pembobotan Romiyadi
9	Bentuk permukaan	datar	zig-zag	Pembobotan Romiyadi
10	Jumlah permukaan	1	10	Pembobotan Romiyadi
Geometri Dies :				
11	Panjang (mm)	2500	4500	Dies PT. ADM
12	Lebar (mm)	1200	2500	Dies PT. ADM
13	Tebal (mm)	600	1200	Dies PT. ADM
14	Sudut dies	1	180	Pembobotan Romiyadi
15	Jumlah deformasi	1	10	Pembobotan Romiyadi
16	Punch force (ton)	400	1500	Kapasitas Mesin PT. ADM
Aliran Material:				
17	Clearance	$c = T + k(\sqrt{10T})$		Vukota Boljanovic
18	Radius	0,1	3	Pembobotan Romiyadi
19	Blank holder force (ton)	400	1500	Kapasitas Mesin PT. ADM

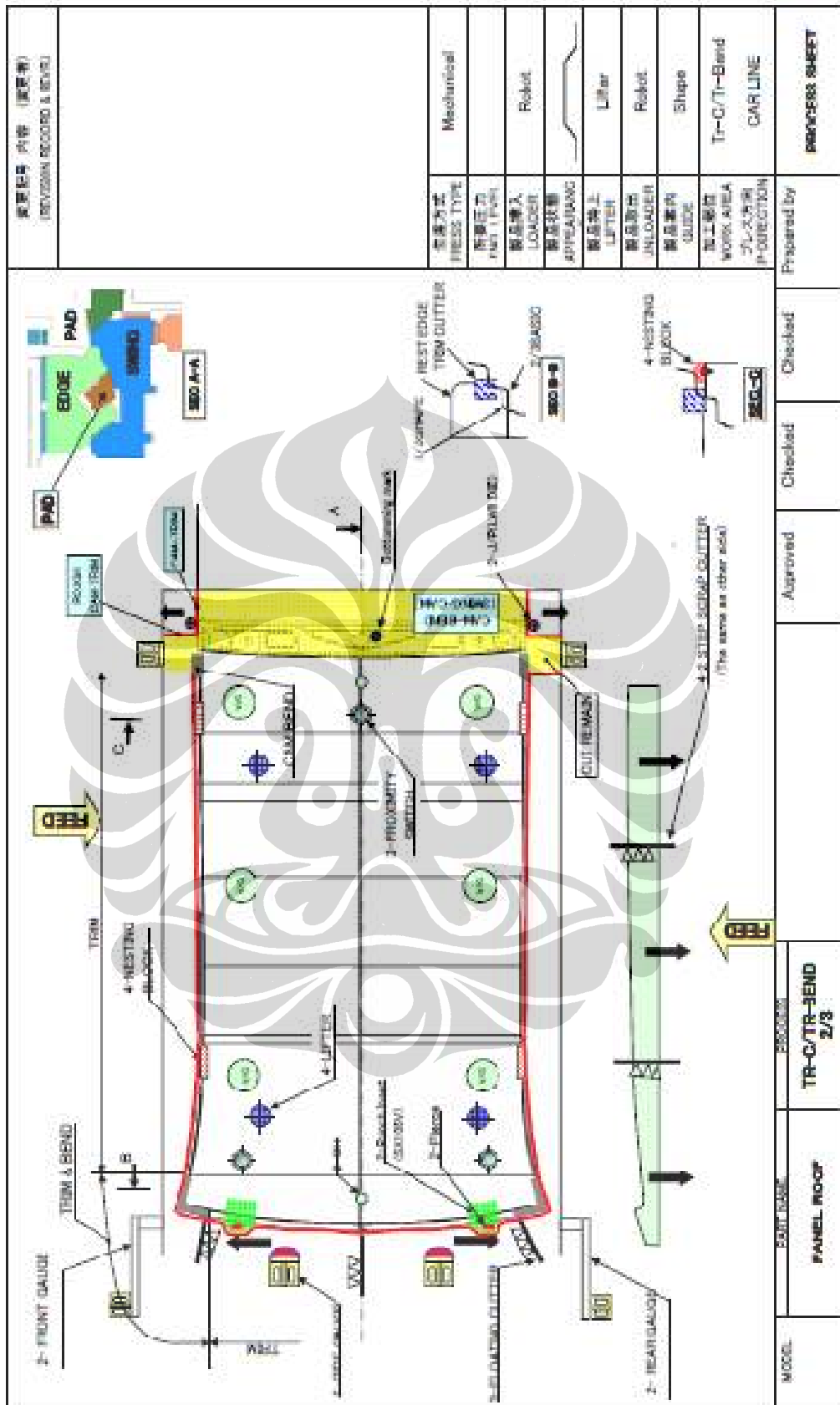
Lampiran 8. Data Proses Manufaktur Produk Press Part

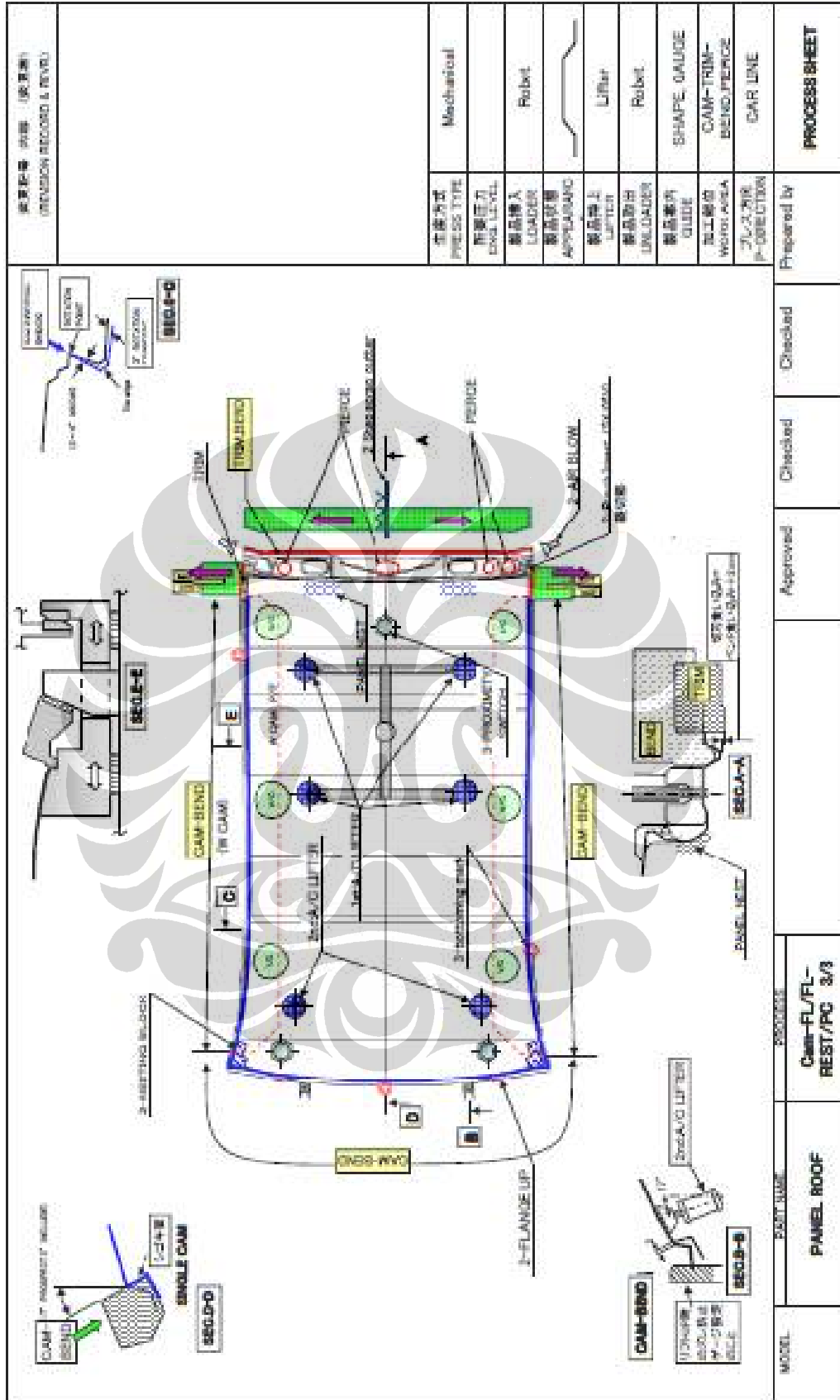
OP. NO.	DIE DESCRIPTION	AMOUNT	PRESS AT	SPH./MAN	FB x RL x H	WEIGHT (TON)	REFERENCE	DATE	ISS NO.	REVISION RECORD & REVISED BY	
CP-10	DRW	1			2.000x2.740x1.100	15.2					
CP-20	TR-C/TR-BEND 180°(Air blow)	1			2.000x3.040x1.000	15.7					
CP-30	Centr-FL/FL-REST/PC	1			2.000x3.120x1.000	16.7					
<p>IN LOT OF PRODUCTION PLEASE CHECK QUALITY OF PART IN BEGINNING, MIDDLE AND END OF PRODUCTION PROCESS</p> <p>TARGET OF STROKE IN BEGINNING OF COMMERCIAL PRO</p> <p>TARGET OF STROKE OF DIE DESIGN</p>											
<p>SKECH OF PANEL</p>											
<p>MATERIAL SPEC.</p> <p>1854</p>											
<p>REVISION RECORD</p>											
<p>PART WEIGHT(A) 10.081 kg</p> <p>MAT. WEIGHT(B) 11.410 kg</p> <p>ACTUAL MAT. WEIGHT(C) kg</p> <p>RATIO (A/B) 87.9 %</p> <p>RATIO (A/C) %</p> <p>SPEC. OF MAT. SPEC200</p> <p>BRAND</p> <p>THICKNESS 0.70 mm</p> <p>COIL 1120</p> <p>SHEET 1854</p> <p>BLANK</p> <p>SHEAF</p>											
<p>TECHNICAL - PARTS / CHILD</p> <p>MATERIAL - PARTS / CHILD</p> <p>SECONDARY MATERIAL - PARTS / CHILD</p> <p>PARENTS NAME - CHILD NAME</p> <p>PARENTS-NAME - CHILD NAME</p>											
MODEL	PART NO.	PART NAME	PANEL ROOF						Approved	Checked	Prepared by



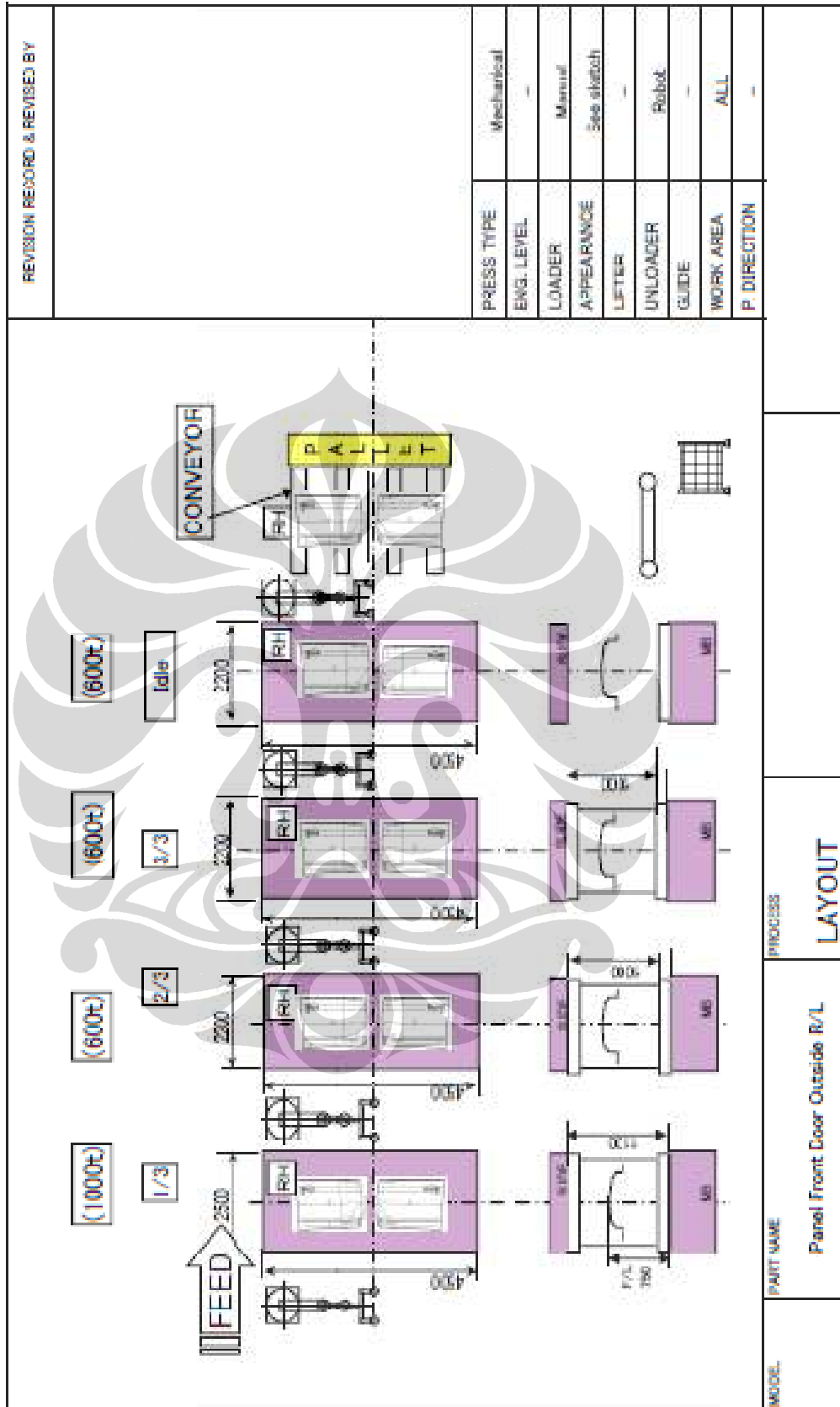
REVISION RECORD & REWISED BY

PRESS TYPE	
ENG. LEVEL	
LOADER	CROSS BAR
APPEARANCE	
LIFTER	
LINE MAINFR	CROSS BAR
GUIDE	
WORK AREA	
P. DIRECTION	





PRESS PROCESS SHEET



REVISION RECORD & REVISED BY

PRESS TYPE	Mechanical
ENG. LEVEL	-
LOADER	Manual
APPEARANCE	See sketch
LIFTER	-
UNLOADER	Robot
GUIDE	-
WORK AREA	ALL
P. DIRECTION	-

MODEL	PART NAME	PROCESS
	Panel Front Door Outside R/L	LAYOUT

PRESS PROCESS SHEET

PRESS CENTER (SET CENTER)

REVISION RECORD & REVISED BY

PRESS TYPE	Mechanical
ENG. LEVEL	
LOADER	Manual/Robot
APPEARANCE	
LIFTER	Cushion pin
UNLOADER	Robot
GUIDE	Gauge
WORK AREA	DRAW
P. DIRECTION	See Page 4

★ Note

1. Basically all setups are in accordance with DMS.
2. Set bottoming marks.
3. ~~Lower Pad-Cushion-type~~
4. Guide Post : 2-φ65
5. All Cushion Pin need relief for Innovative Line.
6. Cover for dust prevention & Air ventilation are require.

MODEL

PART NAME
Panel Front Door Outside R/L

PROCESS
DRAW (1/3)

PRESS PROCESS SHEET

パイロットピッチ1000(金工用共通)
PILOT PITCH 1000 (ALL PRODUCE)

4-GAUGE & FLANGE LIFTER
DROP CAM

SWING CAM

2-DATUM for HEN
φ 10 Hole on GAR-LINE)

2-FITTING HOLE(CR)
φ 10-Hole
(See CP20-CP30)

BEND

4-SCISSOR DRIVE

2- MOVING GAUGE

4-先付押込用カム
4-Preload cam for convenience hold

4-先付押込用カム
4-Preload cam for convenience hold

REVISION RECORD & REVISED BY

	Mechanical
PRESS TYPE	Mechanical
ENG. LEVEL	
LIFTER	Manual/Robot
APPEARANCE	
LIFTER	A/C lifter Robot
UNLOADER	Shade
GUIDE	CAM BEND
WORK AREA	
P. DIRECTION	See Page 3

PRESS CENTER
(SET CENTER)

MODEL

PART NAME

Panel Front Door Outside R/L

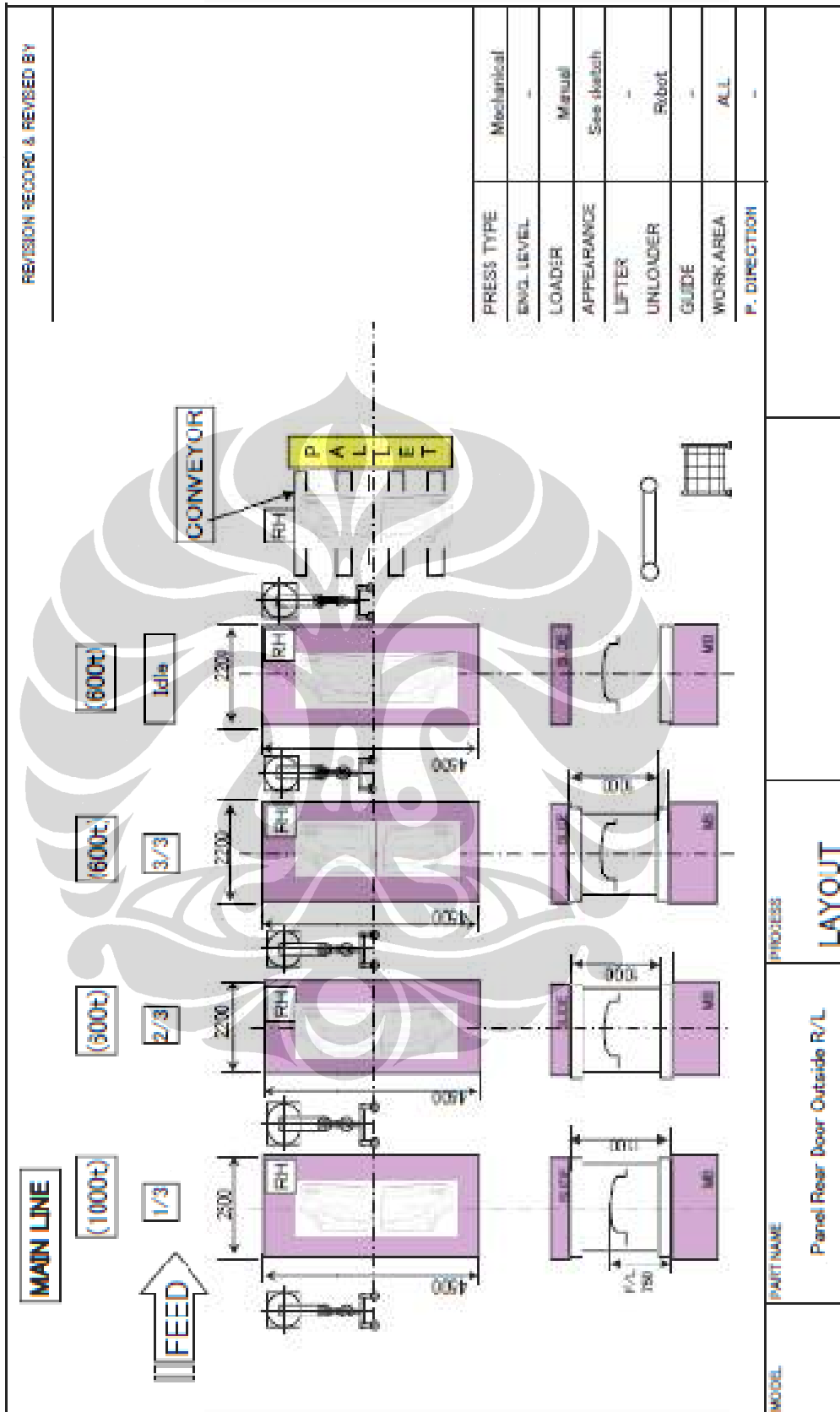
PROCESS

CAM BEND (3/2)

MANUFACTURING PROCESS PLAN

OP. NO.	JOB DESCRIPTION	AMOUNT	PRESS AT		QTY/ MAN	FB x HL x R	WEIGHT (TON)	REFERENCE	DATE	ISS NO.	REVISION HISTORY & REVISION BY
			MAIN	SUB							
OP10	DRAW	R/L-1				620 x 2600 x 1100	0,1				
OP20	TR-PC	R/L-1				1000 x 2000 x 1000	0,2				
OP30	CAM BEND	R/L-1				1400 x 2600 x 1000	0,4				
<p>IN LOT OF PRODUCTION PLEASE CHECK QUALITY OF PART IN BEGINNING, MIDDLE, AND END OF PRODUCTION PROCESS</p> <p>TARGET OF STROKE IN BEGINNING OF COMMERCIAL PRODU : PCS/HOUR : 700</p> <p>TARGET OF STROKE OF JOB DESIGN : PCS/HOUR : 700</p>											
<p>SKECH OF PANEL</p> <p>MATERIAL SPEC.</p> <p>COIL : 860 SHEET : 2410 BLANK : SHEAR :</p> <p>THICKNESS : 0,70 mm</p> <p>BRAND :</p> <p>SPEC OF MAT. : SPEK MATE. : SPEK MATE. : SPEK MATE. :</p> <p>PART WEIGHT(M) : 4,790 PART WEIGHT(L) : 0,0 RATIO (L/A) : RATIO (L/C) : SPEC OF MAT. : SPEK MATE. : SPEK MATE. : SPEK MATE. :</p> <p>COIL : 860 SHEET : 2410 BLANK : SHEAR :</p> <p>THICKNESS : 0,70 mm</p> <p>BRAND :</p> <p>SPEC OF MAT. : SPEK MATE. : SPEK MATE. : SPEK MATE. :</p> <p>SECURITY : SECURITY : SECURITY : SECURITY :</p> <p>PARENTS NAME : PARENTS NAME : PARENTS NAME : PARENTS NAME :</p> <p>CHILD NAME : CHILD NAME : CHILD NAME : CHILD NAME :</p> <p>FIELD NAME : FIELD NAME : FIELD NAME : FIELD NAME :</p>											
MODEL	PART NO.	PART NAME	Panel Rear Door Outside R/L								

PRESS PROCESS SHEET



Lampiran 9. Data Spesifikasi Mesin Press PT. D

