

# ▶ TEKNOLOGI PROSES FABRIKASI



Penerbitan & Percetakan

**UNP PRESS**  
1715 5322

**Purwantono  
Junil Adri  
Bulkia Rahim**

TEKNOLOGI  
PROSES FABRIKASI

**TEKNOLOGI  
PROSES FABRIKASI**

Purwantono

Junil Adri

Bulkia Rahim

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA  
NO 39 TAHUN 2002  
TENTANG HAK CIPTA  
PASAL 72  
KETENTUAN PIDANA MANAQUA PELANGGARAN

1. Berangsur dengan sengaja dan tanpa hak menggunakan atau memperbanyak suatu Ciptaan atau membuat dan/atau menjual dan/atau memperjual belikan dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan yang bersifat komersial, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau menjual hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu milyar rupiah).
2. Berangsur dengan sengaja menyalahgunakan, menyalahgunakan, memperbanyak, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau menjual hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (satu milyar rupiah).

# TEKNOLOGI PROSES FABRIKASI

Purwantono  
Junil Adri  
Bulkia Rahim



2018

iii

## TEKNOLOGI PROSES FABRIKASI

editor, Tim editor UNP Press  
Penerbit UNP Press, Padang, 2018  
1 (satu) jilid: 14 x 21 cm (A5)  
249 hal.

ISBN : 978-602-1178-34-8

---

## TEKNOLOGI PROSES FABRIKASI

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang pada penulis  
Hak penerbitan pada UNP Press

Penyusun: Parwanto, Junil Adri & Bulka Rahim

Editor Substansi: Tim UNP Press

Editor Bahasa: Prof. Dr. Harris Effendi Thahar, M.Pd

Desain Sampul & Layout: Asrul Huda, Wahid & Edi Prasetyo

## PENGANTAR

Puji syukur kita persembahkan kehadirat Allah SWT, berkat karunianya buku yang berjudul Teknologi Proses Fabrikasi telah selesai ditulis. Buku ini ditujukan bagi pemerhati atau mahasiswa yang berkeinginan mendalami bidang teknologi pembentukan plat. Proses pembentukan plat mengalami perkembangan yang pesat, khususnya pada pembentukan plat-plat tipis.

Buku ini berisikan tentang teknologi proses fabrikasi yang berkembang di industry. Buku ini terdiri dari tiga bab, dimana bab 1 berisikan tentang perkembangan teknologi proses fabrikasi di industry, selanjutnya secara umum dibahas bagaimana melakukan perencanaan untuk memproduksi suatu alat atau mesin sederhana. Apa saja yang harus dipertimbangan dalam merancang bangun alat/mesin sederhana tersebut. Pada Bab.2 membahas tentang material yang diproses, khususnya sifat-sifat mekanis yang berhubungan dengan jenis, bentuk dan dimensi dari material yang dipelakukan. Pendekatan secara teoritis juga dibahas untuk keperluan terhadap proses deformasi yang terjadi dari material yang mengalami proses pembentukan. Bab.3 buku ini membahas tentang metode yang digunakan pada proses pembentukan diantaranya: bending, rolling, stretching, blanking, deep drawing, squeezing, hydroforming, spinning dan sebagainya. Setiap metode pembentukan membahas tentang pendekatan teori, proses, peralatan yang digunakan, serta karakteristik setiap metode pembentukan.

Secara umum proses pembentukan yang dilakukan pada proses produksi fabrikasi. Proses fabrikasi ini tentunya terkait pada input atau material yang dibentuk, pendekatan teori pembentukan yang berhubungan dengan sifat-sifat material yang mengalami perlakuan. Proses fabrikasi ini merupakan proses perubahan bentuk material secara permanen menjadi bentuk-bentuk seperti yang direncanakan. Perubahan bentuk ini disebut sebagai deformasi plastis yang dialami oleh material pada saat terjadinya proses pembentukan. Buku ini memfokuskan pada pembahasan tentang perlakuan terhadap material yang mengalami deformasi plastis. Deformasi plastis ini dapat dilakukan dengan berbagai macam cara dengan proses pembentukan.

Penulis merasa berkeinginan untuk menuliskan buku ini dikarenakan sulitnya mendapatkan buku tentang proses fabrikasi ini dalam bahasa Indonesia. Semoga buku ini dapat membantu para pemerhati atau perancang dibidang fabrikasi dalam merencanakan komponen dari bahan plat lembaran menjadi bentuk-bentuk profil yang diinginkan. Khususnya bagi mahasiswa saya yang mengambil Tugas Akhir dapat merujuk buku ini sebagai bahan pertimbangan untuk perencanaan proyek akhir yang dikerjakan. Sebagian dari buku ini ditulis berdasarkan pengalaman yang dilakukan selama penulis berada di workshop Fabrikasi. Tambahan tulisan buku ini adalah hasil-hasil dari beberapa penelitian yang terkait terhadap proses fabrikasi khususnya dalam proses pembentukan plat lembaran.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian buku teknologi proses fabrikasi ini.

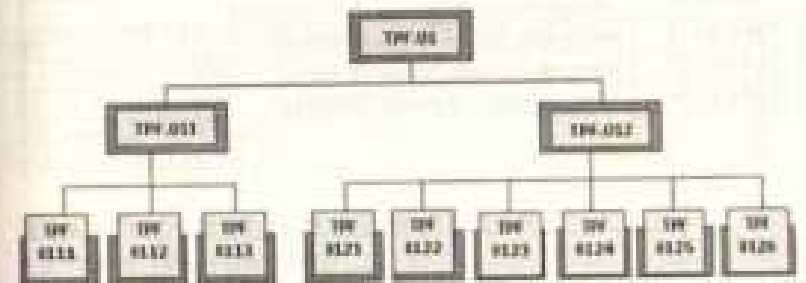
Padang, Oktober 2018

Tim Penulis

## Diskripsi Mata Kuliah Teknologi Proses Fabrikasi

Mata kuliah Teknologi Proses Fabrikasi ini berisikan tentang material plat lembaran yang terdiri dari : sifat-sifat material, proses deformasi pada plat, pengaruh deformasi terhadap pembentukan yang di hubungkan dengan proses fabrikasi meliputi proses *bending*, *rolling*, *deep drawing*, *stretching*, *bulking*, *spinning*. Materi ini dibutuhkan untuk merancang alat sederhana yang dikerjakan dengan teknologi proses fabrikasi.

### Analisa Instruksional



**Kode dan Kompetensi TPF (Teknologi Proses Fabrikasi)**

Kode	Kompetensi
TPF.01	Merancang alat sederhana dengan proses fabrikasi
TPF.011	Mengidentifikasi material plat lembaran
TPF.0111	Mengidentifikasi Sifat-sifat material
TPF.0112	Mengaplikasikan deformasi pada material
TPF.0113	Mengaplikasikan pengaruh deformasi terhadap pembentukan plat
TPF.012	Mengidentifikasi Teknologi Proses fabrikasi
TPF.0121	Mengaplikasikan proses bending
TPF.0122	Mengaplikasikan proses rolling
TPF.0123	Mengaplikasikan proses deep drawing
TPF.0124	Mengaplikasikan proses stretching
TPF.0125	Mengaplikasikan proses spinning
TPF.0126	Mengaplikasikan proses blanking

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL .....	i
PENGANTAR .....	iii
DISKRIPSI MATA KULIAH .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Perkembangan Teknologi Proses Fabrikasi .....	1
1.2 Ruang Lingkup .....	4
1.3 Desain Alat/Mesin Sederhana pada Proses Fabrikasi .....	5
BAB 2. MATERIAL PADA PROSES FABRIKASI .....	23
2.1 Pengertian Material .....	23
2.2 Jenis-jenis Material Teknik .....	24
2.3 Bentuk dan Dimensi .....	25
2.4 Sifat-sifat Material .....	28
BAB 3. TEKNOLOGI PROSES FABRIKASI .....	62
3.1 Proses Tekuk (Bending) .....	63
3.2 Proses Penarikan (Stretching) .....	116
3.3 Proses Penembukan (Blanking) .....	139
3.4 Proses Pengerolan (Rolling) .....	152
3.5 Proses Pembentukan dalam (Deep Drawing) .....	172
3.6 Proses Putaran dengan Tekanan (Spinning) .....	203
3.7 Proses Hydroforming .....	216
DAFTAR PUSTAKA .....	
GLOSARY .....	
CURRICULUM VITAE .....	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1	Mesin Hidraulik Press ..... 2
1.2	Desain Produk Fabrikasi untuk Alat Sederhana ..... 5
1.3	Klasifikasi Utama Motor Listrik ..... 8
1.4	Motor Listrik ..... 9
1.5	Motor Bakar ..... 10
1.6	Transmisi Roda Gigi ..... 11
1.7	Kopling Tetap ..... 12
1.8	Pully dan Belt ..... 13
1.9	Transmisi Bertingkat ..... 13
1.10	Transmisi Sabuk ..... 14
1.11	Pola Pendekatan Manusia dengan Pekerjaan ..... 18
1.12	Pola Pendekatan Penyesuaian Manusia dengan Pekerjaan ..... 19
2.1	Material dan sifat-sifatnya ..... 23
2.2	Golongan Material Teknik ..... 24
2.3	Macam-macam Plat Lembaran ..... 26
2.4	Macam-macam Bentuk Profil Material ..... 27
2.5	Gambaran singkat uji tarik dan datanya ..... 29
2.6	Kurva Tegangan-Regangan ..... 30
2.7	Dimensi spesimen uji tarik ..... 31
2.8	Profil data hasil uji tarik ..... 31
2.9	Batas Proporsional ..... 33
2.10	Perbandingan Modulus Elastis untuk beberapa Material ..... 35
2.11	Grafik Stress - Strain Aluminium alloy dan Mild Steel ..... 36
2.12	Penentuan tegangan luluh ( <i>yield stress</i> ) ..... 37
2.13	Kurva Tegangan dan regangan Rekayasa dan yang Sesungguhnya ..... 38
2.14	Luas Daerah Modulus Kelentingan ..... 39
2.15	Luas Daerah Ketangguhan ..... 40
2.16	Kurva Kelenturan (Ductile) ..... 41
2.17	Grafik Tegangan Regangan beberapa Baja ..... 44
2.18	Diagram beban dan pertambahan panjang ..... 45
2.19	Gambar Kurva Tegangan Regangan ..... 47

2.20	Penomena Luluh (YPE) ..... 48
2.21	Kurva Tegangan dan Regangan Sesungguhnya ..... 49
2.22	Kurva Tegangan - Regangan Logaritmik ..... 49
2.23	Model Perpatahan ..... 51
2.24	Model Pembebanan ..... 52
2.25	Beban Berulang-ulang (Lelah) ..... 53
2.26	Siklus Pembebanan Kalpakjian (1984) ..... 54
3.1	Mesin Bending Hidraulik ..... 61
3.2	Diagram Proses bending ..... 62
3.3	Proses bengkok murni ..... 63
3.4	Distribusi Tegangan pada Bending Murni ..... 65
3.5	Tegangan dan Regangan Bending ..... 66
3.6	Distribusi Stress dan Strain ..... 67
3.7	Influence of technology and throughput on the EEC consumption of a p-brake ..... 71
3.8	Residual stresses in press-braked stainless steel sections ..... 73
3.9	Spring Back Pada Proses Bending ..... 74
3.10	Spring Back ..... 76
3.11	Bending allowance attributes ..... 77
3.12	Kelengkungan pada Proses Bending ..... 79
3.13	Spring Back sebelum Bending ..... 80
3.14	Springback (wiping die) ..... 81
3.15	Pengujian Spring Back ..... 82
3.16	Model Bending Plat ..... 83
3.17	Langkah Bending Untuk Proses Bending SisiTepi Plat ..... 84
3.18	Mesin Hdraulik kondisi Terbuka (Open) ..... 84
3.19	Mesin Bending Hidraulik Posisi Tertutup ..... 85
3.20	V-Bending ..... 86
3.21	Bending ..... 86
3.22	Bottoming bending ..... 87
3.23	Wiping Die ..... 87
3.24	Rotary Bending ..... 88
3.25	Proses Stretch Bending ..... 89
3.26	Bendability ..... 89
3.27	Mesin Bending Hidrolik ..... 90
3.28	Mesin Lipat Universal ..... 91

3.29	Mesin Lipat Unversal	92
3.30	Model Tekukan	93
3.31	Perkembangan Mesin Tekuk yang di Industri Hydraulic Bending Machine NC	95
3.32	Model Material untuk lentur	96
3.33	Linear Elastis Bending	98
3.34	Momen kelengkungan diagram elastis lentur	99
3.35	Distribusi Stres untuk bahan, kaku sempurna plastik melengkung tanpa tegangan	101
3.36	Kurva diagram Momen	101
3.37	Distribusi Tegangan di daerah Elastis	102
3.38	Distribusi Stres untuk lembar power-law-pengerasan	102
3.39	Hubungan Momen dengan Curvature	103
3.40	Pembengkokan jika beban ditiadakan	105
3.41	Elastis, bahan model plastis sempurna dengan beban balik	106
3.42	Momen dan kurva diagram elastic	107
3.43	Vee-Die (Bending (a), Vee-Die Section (b)	109
3.44	Proses Stretching	111
3.45	Bulging pada lembaran plat tipis dengan tekanan fluida	112
3.46	(a) Membran yang terjadi pada lengkungan plat.b) Distribusi strain membran	113
3.47	Diagram batas Pembentukan untuk bahan pengerasan-regangan	115
3.48	Wilayah kecil di tiang di tes tonjolan hidrolik	117
3.49	Peregangan melingkar dengan punch hemispherical	119
3.50	Distribusi regangan untuk perancangan melingkar	119
3.51	Distribusi Regangan	123
3.52	Numerical simulation for the multi-point stretch forming	124
3.53	Loading, Pre-Stretching, Wrapping, Release	126
3.54	Proses stretching dan peralatan yang digunakan	130
3.55	Proses peregangan	131
3.56	Efek peregangan	132
3.57	Mesin Stretching	132
3.58	Proses Blanking untuk Penembukan Plat	135
3.59	Mesin Blanking	135
3.60	Skema Proses Blanking	136

3.61	Titik Berat Blanking	138
3.62	An investigation of the blanking process	140
3.63	Proses Blanking plat menjadi Bentuk bulat dan persegi tak tentu	141
3.64	Peletakan benda kerja pada Proses Blanking	142
3.65	Proses Blanking untuk pembuatan Ring Pelat	143
3.66	Punch dan Dies	144
3.67	Bentuk Punch	144
3.68	Blanking dan Punching	145
3.69	Aplikasi Penggunaan Hasil Proses Blanking	145
3.70	Grafik Tegangan Regangan Baja Carbon Rendah dan Baja Karbon Tinggi	147
3.71	Relationship between frictional coefficient and frictional factor in ASR	148
3.72	Relationship between frictional coefficient and frictional factor in SSR	149
3.73	Proses Pengerolan Plat menjadi Silinder	150
3.74	Eight-roll sequence for the roll forming of a box channel	151
3.75	Atap Gelombang	152
3.76	Susunan Rol Pembentuk	153
3.77	Proses pengerolan Pelat Tebal di Industri	154
3.78	Tipe susunan Rol Jepit	155
3.79	Tipe Susunan Rol Piramide	156
3.80	Tipe Susunan Rol Kombinasi Jepit dan Piramide	156
3.81	Pengerolan Silinder	160
3.82	Pengerolan Profil	160
3.83	Pengerolan Profil H	161
3.84	Pengerolan Pipa	161
3.85	Deep Drawing Machine	161
3.86	Proses Drawing	166
3.87	Drawing cylindrical cup dari lembaran plat melingkar	168
3.88	Flange deep drawn cup	168
3.89	Elemen annular flange	169
3.90	Vektor Tegangan dan Regangan untuk setiap perbedaan titik	170
3.91	Bagian Flange pada saat proses deep drawing	172
3.92	Karakteristik Tegangan Drawing	172



3.93 Sliding pada Flange .....	174
3.94 Gesekan dari garya blankholder .....	174
3.95 Piringan dengan radius R0 dan tebal to .....	176
3.96 Reddrawing dari deep drawn cup .....	177
3.97 Deep Drawing Cup .....	179
3.98 Micro deep drawing of micro cups by using DLC .....	180
3.99 Experimental investigation on the influence of the lubricant type in the PS .....	181
3.100 Deep Drawing Blank dan Drwan Part .....	182
3.101 Proses deep Drawing .....	182
3.102 Urutan Proses Deep Drawing .....	183
3.103 Blank dan draw piece .....	184
3.104 Proses drawing .....	185
3.105 Langkah Proses Deep Drawing .....	187
3.106 Bagian Utama Die Drawing .....	187
3.107 Metoda Penekanan Gaya Tunggal .....	193
3.108 Metoda Penekanan Gaya Ganda .....	193
3.109 Pembuatan Mangkuk pada proses Deep Drawing .....	194
3.110 Proses Spinning .....	197
3.111 Conventional dan Shear Spinning .....	198
3.112 Langkah Pergerakan Spinning .....	199
3.113 Cone shape shear Forming .....	200
3.114 Cylindrical Shear forming .....	200
3.115 Proses Spinning untuk pembentukan plat .....	201
3.116 Tahapan Proses Spinning .....	202
3.117 Tool spinning .....	203
3.118 Dies Forming .....	203
3.119 Eretan Atas rest .....	204
3.120 Spinning dengan Pemanas .....	204
3.121 Proses Spin .....	205
3.122 Proses finishing .....	206
3.123 Produk Spinning .....	207
3.124 Proses Hydro forming .....	209
3.125 Proses Hydroforming .....	211
3.126 Hydroforming komponen tabung dengan tekanan dan Gaya aksial .....	211

3.127 Metode hydroforming untuk pembengkokan pipa segienpat .....	212
3.128 Elemen dari tabung balat dengan Tekanan internal .....	213
3.129 Expanding (Pengelembungan) .....	216
3.130 Sliding dan Sticking .....	217
3.131 Distribusi tegangan di bagian tabung kontak dengan dinding dies .....	218
3.132 Metal blank dan blanksolder ring .....	223
3.133 Top dari Teknan dan Tekanan fluid chamber .....	223
3.134 Punch dan Forming metal baluk .....	224
3.135 Pressure released dan Punch Lowered .....	225
3.136 Produk hydroforming .....	226
3.137 Peralatan Mesin Press Rubber .....	226
3.138 Hasil Produk Jadi Proses Hydroforming, Squeezing .....	227

## BAB I PENDAHULUAN DESAIN FABRIKASI

### 1.1. Perkembangan Teknologi Proses Fabrikasi

Proses fabrikasi merupakan proses pekerjaan untuk memproduksi berbagai macam komponen. Komponen atau produk yang dihasilkan adalah hasil produksi dari permesinan. Di beberapa industri berdiri divisi fabrikasi. Divisi ini merupakan tempat memproduksi berbagai macam komponen. Pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan di divisi ini diantaranya adalah, permesinan, pembentukan (sheet metal forming) dan sebagainya.

Perkembangan teknologi dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Kemajuan teknologi ini dewasa ini pada era control digital. Jika dahulu kendaraan hanya memanfaatkan karburator menggunakan control manual, dan sistem pengapian hanya dikontrol dengan platina, maka dengan perkembangan teknologi ini semuanya dapat dikontrol secara elektronik. Hasil kemajuan ini menjadikan pemakaian bahan bakar untuk kendaraan menjadi lebih irit. Teknologi fabrikasi juga banyak mengalami perkembangan. Pada proses pembuatan komponen atau part mesin dilakukan dengan sistem numerical control atau NC. Mesin-mesin produksi sudah dilengkapi dengan teknologi control yang canggih. Seorang operator dapat dengan mudah melayani mesin-mesin NC, sehingga proses produksi berjalan cepat dengan hasil yang cukup teliti. Mesin-mesin ini diawali dengan mensetting atau membuat program sesuai dengan bentuk komponen yang diinginkan. Contoh perkembangan teknologi fabrikasi ini dapat dilihat pada industri mobil. Khususnya dalam pembuatan komponen kendaraan seperti pintu mobil. Pembuatan part pintu mobil ini diproses dengan mesin yang semua sistemnya dikontrol melalui pemrograman. Proses mesin ini dapat dilihat dengan menggunakan bahan plat sebagai material, dimana plat lembaran ini masih tergulung pada rolnya selanjutnya plat ditarik dengan sistem control, kemudian dilakukan pemotongan, dibentuk, dan diproses yang pada akhirnya keluar dalam bentuk part yang sudah jadi. Di ujung mesin ini seorang operator sudah dapat mengambil produk yang dihasilkan dari beberapa proses yang dilakukan di dalam mesin.

Operator hanya melakukan pengecekan apakah komponen yang dihasilkan memenuhi toleransinya atau tidak. Sistem control quality ini dilakukan dengan sistem go dan not go. Go artinya komponen tersebut memenuhi standart dan toleransinya. Jika not go berarti komponen mesin tidak sesuai dengan standart yang sudah ditentukan. Sistem produksi dengan control seperti ini akan menjadi efisien jika produksinya membutuhkan jumlah yang besar. Produk dalam jumlah kecil penggunaan mesin dengan pemrograman NC ini menjadi kurang efisien, sebab untuk menyediakan mesin ini membutuhkan investasi yang besar. Jadi keuntungan menggunakan mesin-mesin dengan pemrogram NC ini salah satunya adalah produksi yang dihasilkan dalam jumlah besar. Mempunyai tingkat ketelitian yang tinggi pada produk yang dihasilkan. Dengan tingkat ketelitian yang tinggi ini maka kemungkinan komponen mengalami rusak atau tidak memenuhi standar kecil terjadi. Proses produksi berjalan cepat khususnya produksi komponen yang sama dalam jumlah besar. Pelayanan mesin atau operator menjadi lebih sedikit, sehingga biaya produksi menjadi lebih murah dan efisien.



Gambar 1.1 Gambar Mesin Hidraulik Press (Germany COO)  
*Mechanical, electrical, fluid integration of safety devices, such as cylinder*

*lower chamber support loop, the upper and lower cylinder chamber interlock circuit, etc. \* With PLC control, sensitive and reliable work*

Pada gambar di atas adalah satu unit mesin pembentukan plat (*Single-Action Plate Stamping*). Mesin ini dapat melakukan proses pembentukan dalam, dimana tenaga mesin menggunakan sistem hidrolik. (*Metal Sheet Deep Drawing Hydraulic Press Machine*). Mesin Metal sheet hydraulic press ini mempunyai type :

- *Hydraulic press for FRP products*
- *Single-action hydraulic press*
- *Double-action hydraulic press*
- *Fast hydraulic press for deep drawing*

Penggunaan mesin ini adalah untuk proses deep drawing. Aplikasi Deep drawing untuk pembuatan : *Pressure vessels, stainless steel sink, large automotive parts and components, a variety of mold deagging, tractors, motorcycles, aerospace, aviation*

Perbandingan teknologi sekarang yang menggunakan sistem control dengan teknologi konvensional ini diantaranya :

- Produksi yang dihasilkan lebih cepat
- Sifat mampu tukar produk tinggi
- Produk mempunyai tingkat ketelitian yang tinggi
- Jumlah produk berskala besar
- Pelayanan mesin menjadi lebih sederhana
- Biaya pengerjaan menjadi lebih murah

Kelemahan teknologi sistem control ini diantaranya adalah membutuhkan biaya investasi yang besar. Investasi ini dibutuhkan untuk membangun sistem produksi yang sudah terencana dengan baik. Sistem proses pengerjaan setiap langkah ini dikontrol dan dilakukan dengan sistem berjalan ( conveyor).

Perkembangan teknologi ini juga sejalan dengan perkembangan sistem produksi yang menggunakan robotic. Sistem perakitan komponen dilakukan dengan tangan-tangan robot yang sudah diprogram sedemikian rupa. Sistem ini dibangun dengan menggunakan conveyor, dimana komponen-komponen yang

diproduksi ini dirakit dengan menggunakan conveyor sebagai sistem ban berjalan untuk menggabungkannya dengan komponen lainnya. Sistem perakitan dilakukan dengan tangan-tangan robot seperti untuk melakukan penyambungan antara dua komponen dapat di las dengan tangan robot. Proses pengelasan, pengeboran, pemasangan clamp, dan pengecatan semuanya dapat dilakukan dengan robot-robot yang sudah diprogram.

## 1.2. Ruang Lingkup

Teknologi proses fabrikasi yang dibahas pada buku ini mempunyai ruang lingkup pada proses pengerjaan komponen produk dari bahan plat lembaran. Materi buku ini membahas tentang material yang terbuat dari lembaran plat. Material plat ini merangkum tentang jenis, bentuk, dimensi plat yang ada khususnya di pasaran. Selanjutnya sifat-sifat material plat ini dijelaskan secara umum khususnya pada saat perlakuan pembentukan. Sifat-sifat yang perlu diketahui ini diantaranya adalah sifat-sifat mekanis seperti, tegangan tarik, regangan, modulus elastisitas, kekerasan, impact, kelintan, dan sebagainya. Sifat lain yang perlu diketahui adalah sifat-sifat: mampu mesin, sifat mampu las, sifat mampu bentuk, sifat mampu tempa dan sebagainya. Teknologi Fabrikasi ini pada buku ini membahas tentang teknologi proses pembentukan yang dibuat dari bahan plat lembaran. Proses fabrikasi yang dibahas ini meliputi proses pemotongan, pembentukan, penyambungan dan perakitan. Proses pembentukan difokuskan pada proses bending, rolling, spinning, deep drawing, blanking, stretching dan sebagainya. Pada setiap proses ini dibahas tentang prinsip dasar pembentukan, proses pekerjaanpembentukan, peralatan yang digunakan serta, kemampuan proses yang dihasilkan.

### 1.3. Desain Alat Sederhana pada Proses Fabrikasi



Gambar 1.2. Desain Produk Fabrikasi untuk Alat Sederhana

Pada gambar di atas memperlihatkan bahwa untuk mendesain suatu produk alat sederhana khususnya yang mengangkut terhadap pekerjaan fabrikasi dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya fungsi atau kegunaan alat yang dibuat, material yang digunakan, berapa besar dimensinya, bagaimana kapasitasnya, bagaimana pula prinsip kerja alat yang dibuat, apa penggerakannya, bagaimana sistem transmisi penggerak, dan bagaimana jika terjadi kerusakan (maintenance) serta tingkat ergonomisnya harus dipertimbangkan.

#### 1.3.1. Fungsi/ Kegunaan Alat

Suatu alat dapat tercipta karena adanya kebutuhan untuk mengerjakan sesuatu. Misalnya seseorang bekerja kesehariannya dipengolahan sampah dengan jumlah sampah yang sangat banyak. Jika dikerjakan secara manual kemampuan pekerja sangat terbatas, maka dengan kondisi seperti ini timbulah pemikiran bagaimana caranya menciptakan alat pengolahan sampah. Pemikiran lain juga dapat menciptakan sesuatu alat karena ada masalah dalam produksi. Masalah yang ada ini menjadikan bahan untuk dilakukan penelitian bagaimana cara pemecahan masalah tersebut. Metode penelitian dengan kajian ilmiah dapat memberikan solusi untuk pemecahan masalah sehingga terciptalah sebuah alat yang dapat digunakan sebagai alternative pemecahan masalah. Teknologi salah satu cara untuk membantu manusia dalam mempermudah

pekerjaan, terutama pekerjaan-pekerjaan dalam jumlah besar, atau pada pekerjaan-pekerjaan yang tidak dapat dilakukan dengan kemampuan tenaga manusia. Manusia mempunyai keterbatasan dalam melakukan suatu pekerjaan, tetapi yang perlu diingat bahwa manusia mempunyai pemikiran atau akal dalam upaya untuk menciptakan alat. Penciptaan alat ini adalah dalam rangka untuk memenuhi atau mengisi ketidak mampuan manusia secara fisik.

#### 1.3.2. Penggerak Manual, Motor Listrik, Motor Bakar

Penggerak atau pembangkit gerakan yang dibutuhkan pada suatu alat yang dibuat harus menjadi bahan pertimbangan. Penggerak ini sangat erat hubungannya terhadap kapasitas dan jumlah produk yang dikerjakan.

##### Penggerak Manual

Penggerak Manual yang dimaksud adalah alat yang dibuat digerakkan secara manual. Sumber tenaga gerak ini biasanya adalah tangan atau kaki manusia dewasa. Penggerak secara manual ini menggunakan tuas sebagai pemindah tenaga dari tangan atau kaki ke penggerak alat seterusnya. Contoh penggerak manual dengan menggunakan tenaga kaki adalah mesin jahit tenaga manual. Gerak putar yang dibutuhkan mesin jahit bersumber dari tuas yang diayun oleh kaki. Ayunan kaki ini memutar pully besar yang dihubungkan dengan sabuk ke kepala mesin jahit. Penggerak manual ini umumnya digunakan untuk alat-alat sederhana dan tidak membutuhkan tenaga yang melebihi dari tenaga manusia.

##### Penggerak Motor Listrik

Motor listrik sangat banyak sekali digunakan untuk penggerak alat-alat produksi. Motor listrik menghasilkan gerak putar, dimana sumber tenaga motor listrik ini adalah tenaga listrik. Ditinjau dari sumber arus listrik yang digunakan maka motor listrik dibagi dua yakni motor listrik arus AC dan arus DC. Motor listrik yang banyak ditemukan di pasaran adalah motor listrik AC. Motor listrik ini mempunyai putaran sekitar 1400 rpm

dan 2800 rpm. Kemampuan motor listrik ini cukup bervariasi dari kapasitas ½ HP sampai kapasitas yang lebih besar sesuai dengan kebutuhan. Satuan motor listrik yang ada ini mempunyai satuan HP. Bagi pengguna motor listrik ini yang diperhatikan adalah Tenaga (HP), putaran (rpm). Selanjutnya diameter dan panjang poros out put harus diperhatikan untuk penyesuaian pemasangan pully. Tapak atau dudukan motor listrik juga harus disesuaikan dengan pemasangan kedudukan motor di alat yang dibuat. Kelemahan penggunaan motor listrik sebagai sumber tenaga ini adalah harus tersedianya sumber arus listrik yang mencukupi untuk penggerak alat tersebut.

Motor listrik adalah sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll.

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum sama. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop. Maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya adanarah yang berlawanan.

- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ *torque* untuk memutar kumparan. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

#### Beban Motor

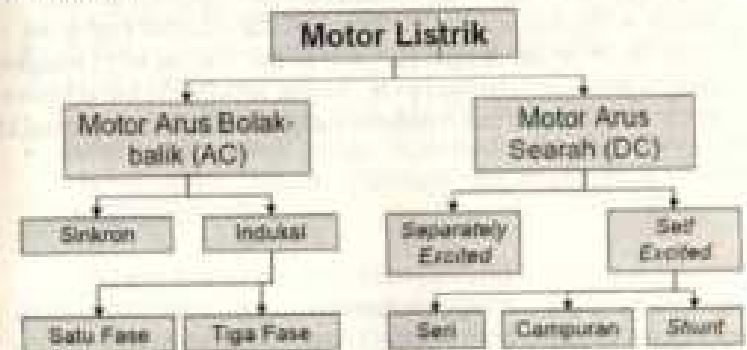
Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/ *torque* sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok (BEE India, 2004):

- **Beban torque konstan** adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun *torque* nya tidak bervariasi. Contoh beban dengan *torque* konstan adalah *conveyors*, *rotary kilns*, dan pompa *displacement* konstan.
- **Beban dengan variabel torque** adalah beban dengan *torque* yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variabel *torque* adalah pompa sentrifugal dan fan (*torque* bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).
- **Beban dengan energi konstan** adalah beban dengan permintaan *torque* yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

#### Jenis Motor listrik

Bagian ini menjelaskan tentang dua jenis utama motor listrik: DC dan motor. Daftar pemasok motor listrik tersedia di ([www.directindustry.com/find/electric-motor.html](http://www.directindustry.com/find/electric-motor.html).)

Gambar 3 memperlihatkan motor listrik yang paling umum. Motor tersebut dikategorikan berdasarkan pasokan *input*, konstruksi, dan mekanisme operasi, dan dijelaskan lebih lanjut dibawah ini.



Gambar 1.3. Klasifikasi Utama Motor Listrik (Basrah:2011)



Gambar 1.4 Motor Listrik

#### Motor Bakar

Motor bakar atau engine dapat digunakan sebagai sumber tenaga alat yang digunakan. Penggunaan engine ini untuk alat yang jauh atau sulit untuk mendapatkan sumber listrik. Alat-alat portable sangat menguntungkan jika menggunakan tenaga penggerak motor bakar ini. Motor bakar yang ada di pasaran sangat bervariasi, mulai dari bahan bakarnya yakni, bensin, solar, dan karosen. Tenaga yang dihasilkan juga bervariasi dengan satuan out putnya adalah TK (tenaga Kuda) Putaran engine ini dapat diatur sesuai dengan pengaturan gas. Gas ini berhubungan dengan pemakaian bahan bakar dimana, semakin besar bahan bakar yang dipakai maka putaran yang dihasilkan juga semakin tinggi.



Gambar 1.5 Motor Bakar

#### 1.3.3. Transmisi, roda gigi, kopling, pully dan belt, sabuk

Transmisi merupakan suatu sistem untuk memindahkan tenaga putar atau translasi dari sumber penggerak ke penggerak lainnya. Sistem pemindahan tenaga ini disebabkan oleh beberapa hal diantaranya:

- Penyesuaian putaran poros penggerak ke poros yang digerakkan dengan cara dinaikan atau diturunkan putarannya.
- Posisi poros penggerak ke poros yang digerakkan mempunyai jarak tertentu.
- Poros yang digerakkan pada posisi tertentu harus dilepas
- Arah putaran poros penggerak dengan yang digerakkan tidak searah maka dengan transmisi dapat disesuaikan arah putarannya

Sistem transmisi yang diterapkan dikonstruksi permesinan dapat dilakukan secara bertingkat, apabila pada satu tingkat putaran belum mencapai seperti putaran yang diinginkan maka dapat dilakukan satu tingkat lagi. Sistem transmisi yang mempunyai tingkat reduser yang tinggi dapat dilakukan dengan sistem susunan roda gigi atau di pasaran dikenal sebagai gear-box. Gear-

box ini berisikan susunan roda gigi yang disusun secara bertingkat sehingga menghasilkan perbandingan putaran yang tinggi.

Secara matematis hubungan putaran poros penggerak dengan poros yang digerakkan dapat di analisis berdasarkan hubungan diameter pully dengan putaran sebagai berikut:

$$D_1 \cdot n_1 = D_2 \cdot n_2$$

Dimana :  $D_1$  = Diameter pully penggerak

$n_1$  = Putaran poros penggerak

$D_2$  = Diameter pully yang digerakkan

$n_2$  = Putaran poros yang digerakkan

#### Transmisi roda gigi

Transmisi roda gigi merupakan salah satu sistem yang digunakan untuk pemindahan tenaga. Roda gigi yang digunakan sebagai transmisi ini mempunyai keunggulan yakni kerugian gesek akibat slip sangat kecil terjadi. Kelemahan penggunaan transmisi ini terbatas pada jarak yang relative dekat antara poros penggerak dengan poros yang digerakkan.



Gambar. 1.6 Transmisi Roda Gigi

#### Kopling

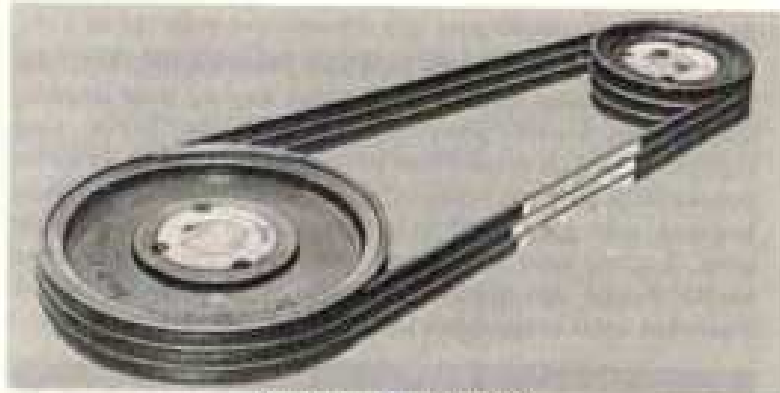
Kopling dikelompokkan pada dua yakni kopling tetap dan kopling tidak tetap. Kopling tetap adalah kopling yang langsung dihubungkan antara poros penggerak dengan poros yang digerakkan. Sistem pemindahan tenaga dengan kopling ini antara putaran poros penggerak dengan yang digerakkan saling terhubung langsung, sehingga putaran poros penggerak dan yang digerakkan sama. Kopling tidak tetap adalah transmisi yang dapat dengan mudah diputus dan dihubungkan. Sistem transmisi ini banyak digunakan untuk pemindahan tenaga pada kendaraan bermotor.



Gambar. 1.7 Kopling Tetap

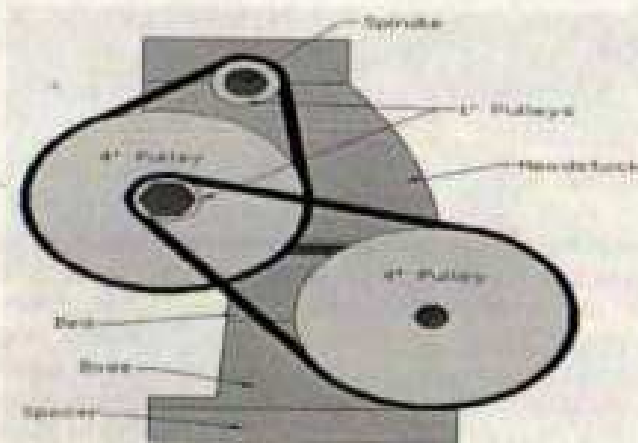
#### Pully dan Belt

Pully dan belt adalah sepasang komponen yang menghubungkan antara poros penggerak dengan poros yang digerakkan. Keuntungan penggunaan sistem transmisi pully dan belt ini mempunyai keuntungan bahwa jarak antara poros penggerak dengan yang digerakkan mempunyai jarak yang cukup jauh jika dibandingkan dari roda gigi. Perbandingan antara kedua pully dapat direduksi sekitar 1 : 6. Jika perbandingannya lebih besar maka sudut kontak akan kecil. Akibat sudut kontak yang kecil maka kecenderungannya akan menyebabkan slip yang besar.



Gambar 1.8 pully dan Belt

Transmisi sabuk dan belt ini dapat digunakan untuk pembebanan yang berat dan ringan. Belt yang digunakan untuk pembebanan yang berat dapat dipasang belt terdiri dari beberapa buah pada satu pully yang sama. Lihat dari dimensi tebalnya belt untuk beban berat mempunyai type B dan untuk beban ringan mempunyai type A. Apabila reduksi atau kenaikan putaran belum sampai pada putaran yang diinginkan maka dapat digunakan sistem pemasangan pully bertingkat lihat gambar.



Gambar 1.9 Transmisi Bertingkat

### Sabuk

Sabuk mempunyai keuntungan untuk sistem pemindahan tenaga yang paling jauh jika dibandingkan dengan sistem transmisi lainnya. Sabuk banyak digunakan untuk proses pemindahan tenaga pada mesin giling padi. Jarak antara penggiling dengan mesin penggeraknya relative cukup berjarak.



Gambar 1.10 Transmisi Sabuk

### 1.3.4. Prinsip kerja alat , berputar, traslasi, kombinasi gerak putar dan gerak lurus

Tenaga gerak alat yang direncanakan menjadi suatu hal yang sangat penting, sebab penggerak alat berarti untuk melakukan pekerjaan apakah memotong, menggiling, menekan dan sebagainya. Gerak alat pada dasarnya ada tiga bentuk yakni berputar, bergerak secara translasi/lurus dan kombinasi gerak putar dan translasi. Gerak yang diharapkan untuk memproses sesuatu bersumber dari pesawat penggerak mula, dimana dipastikan sumber gerak yang ada adalah gerak putar. Analisis lebih lanjut seorang perencana alat ini harus dapat mengkonversi dari sumber gerak putar ke penggerak alat yang dibutuhkan.



### 1.3.5. Kapasitas/Dimensi/Bentuk

Kapasitas suatu alat yang dibuat sangat menentukan terhadap dimensi dan bentuk alat. Semakin besar kapasitas alat maka dimensi dan bentuk alat ini juga akan bertambah besar. Besarnya kapasitas ini juga akan diikuti dengan jumlah material, dimensi ketebalan dan pertambahan masa alat tentunya. Besarnya kapasitas suatu alat yang dibuat dipengaruhi oleh besarnya penggerak motor yang digunakan. Kapasitas dan penggerak serta dimensi alat yang dibuat tidak selalu berbanding lurus tetapi kondisi ini disesuaikan dengan kinerja alat. Kinerja alat ini tentunya akan berhubungan dengan efisiensi.

### 1.3.6. Material/bahan.

Material yang digunakan untuk pembuatan suatu alat harus diketahui jenis, bentuk, dimensi dan sifat-sifat mekanisnya serta sifat mampu mesinnya. Faktor-faktor ini sebagai bahan pertimbangan untuk proses pengerjaan dan dimensi komponen yang akan dibentuk. Hubungan pemilihan bahan yang tepat dengan fungsi alat yang digunakan harus disesuaikan. Contoh untuk pembuatan komponen yang berhubungan dengan air, maka usahakan agar komponen tersebut tidak mudah korosi terhadap air. Untuk membuat komponen yang berhubungan dengan pengolahan makanan juga harus dipilih material yang tahan terhadap korosi. Jika material yang dipilih tidak tahan korosi maka akan tercemar dengan bahan makanan tersebut. Material yang dipilih juga harus diperhatikan terhadap beban yang akan bekerja. Faktor ekonomis harus dipertimbangkan berdasarkan ketersediaan material di pasaran.

### 1.3.7. Maintenance

Maintenance atau perawatan suatu alat sangat penting dilakukan. Tujuan perawatan alat ini adalah untuk mengoptimalkan pemakaian alat tersebut. Komponen-komponen yang mengalami gesekan dipastikan akan mengalami keausan. Keausan akibat pengaruh gesekan ini tidak dapat dihindari tetapi harus diantisipasi. Perawatan yang dilakukan terhadap bagian

komponen mesin yang bergesek ini dilakukan dengan cara meumasi bagian yang bergesek dengan pelumas atau gomok. Pelumasan ini bertujuan untuk memperlancar gerakan serta sekaligus memperkecil terjadinya keausan. Rancangan suatu alat harus dipertimbangkan untuk perawatan dan perbaikannya. Bagian komponen yang harus dirawat atau diganti harus dipasang dengan sistem penyambungan tidak tetap atau knock down. Penggunaan sistem knock down (bongkar pasang) ini seorang teknisi atau operator dapat dengan mudah untuk melakukan penggantian komponen yang mengalami keausan. Komponen yang mengalami keausan melebihi batas toleransinya harus diganti, sebab apabila tidak dilakukan penggantian kemungkinan akan merambat kerusakannya pada komponen lain.

Model perawatan pada suatu konstruksi mesin dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya:

#### **Perawatan secara berkala ( preventive maintenance) Time Base Maintenance**

Kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan secara tiba-tiba serta untuk mempertahankan unjuk kerja peralatan yang optimum sesuai dengan umur teknisnya. Kegiatan pemeliharaan ini dilakukan secara berkala.

#### **Perawatan prediksi (predictive maintenance) Conditional Maintenance**

Pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memprediksi kondisi suatu peralatan yakni kapan kemungkinannya peralatan tersebut mengalami kerusakan. Prediksi ini merekomendasikan sebelum terjadi kerusakan dilakukan penggantian pada komponen yang akan rusak.

#### **Perawatan corective (Corective Maintenance )**

Pemeliharaan yang dilakukan secara terencana ketika peralatan tersebut mengalami kelainan atau unjuk kerja peralatan tersebut mengalami penurunan. Kondisi ini membutuhkan perbaikan untuk mengembalikan peralatan pada kondisi yang optimal.

### Perawatan breakdown (*Breakdown Maintenance / Overhaul*)

Pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan mendadak yang waktunya tidak tentu atau bersifat darurat.

Pemeliharaan pada prinsipnya dibagi dalam 2 macam yakni:

1. Pemeliharaan yang berupa monitoring dan pengamatan
2. Pemeliharaan yang berupa pembersihan, pengukuran dan perbaikan.

### 1.3.8. Ergonomis/Keselamatan Kerja

Ergonomi salah satu factor yang harus dipertimbangkan dalam mendesain suatu alat, Ergonomi ini berkaitan terhadap keselamatan kerja terhadap operator. Bagian komponen mesin yang berputar harus dibuatkan pengamanannya agar tidak melukai terhadap operator. Bagian komponen yang tajam serta komponen-komponen yang bergerak semuanya harus diberi pelindung agar tidak berbahaya. Kenyamanan seorang operator dalam mengoperasikan alat harus diperhatikan, jika operator bekerja nyaman maka produktifitas kerja operator akan meningkat.

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari manusia dalam bekerja. Ergonomi adalah tentang fitrahnya manusia bekerja. Ergonomi mempunyai prinsip *fit the job to the man / the worker*, not the other way around. Ergonomi mengenali kemampuan dan ketidakmampuan manusia dalam bekerja, sehingga dapat dirancang sistem kerja yang sesuai dengan manusia atau pekerjaannya. Oleh karena itu prinsip-prinsip ergonomi banyak diterapkan dalam perancangan sistem kerja. Pendekatan manusia dengan pekerjaan menggunakan dua pendekatan pada perancangan sistem kerja yakni *all of equal importance* dan *human centered design*.

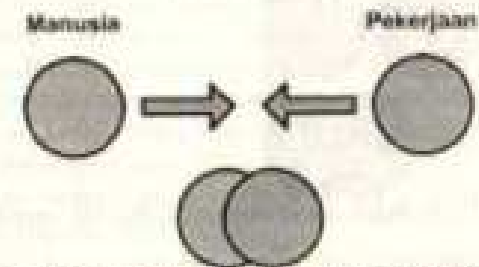
#### All of Equal Importance (AEI)

Merupakan pendekatan yang banyak/umum dipakai. Pendekatan AEI yang murni adalah manusia dan pekerjaan sama-sama "diubah-ubah" sampai suatu kondisi dimana keduanya "sesuai" atau "fit". Pendekatan ini sangat bertentangan dengan

ergonomi karena disini manusia harus "diubah-ubah" bahkan sampai keluar dari batasnya. Hal tersebut bisa lebih parah karena pada prakteknya ternyata pendekatan AEI yang dipakai adalah hanya manusianya yang "diubah-ubah" agar sesuai dengan pekerjaan.

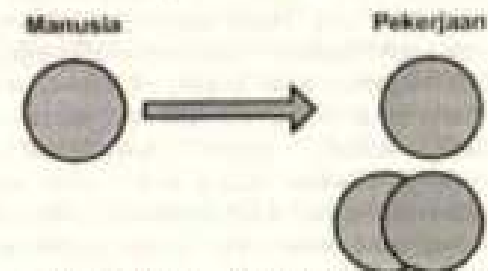
#### Pendekatan All of Equal Importance (AEI) :

(Bentuk Murni)



#### Pendekatan All of Equal Importance (AEI) :

(Dalam Praktek)

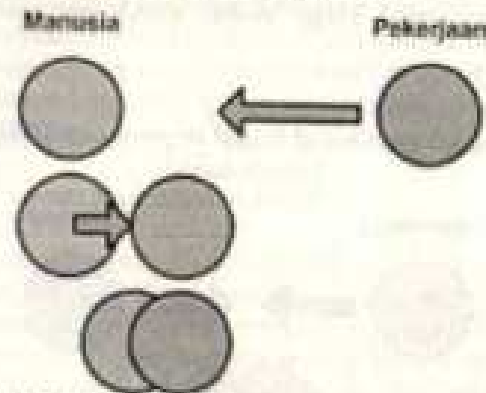


Gambar 1. 11 Pola Pendekatan Manusia dengan Pekerjaan (HMF:2011)

#### Human Centered Design (HCD)

Merupakan ergonomi design atau yang sesuai dengan prinsip ergonomi yakni pekerjaan lah yang harus "diubah-ubah" atau didesain atau redesain agar "sesuai" atau "fit" dengan manusia atau pekerjaannya. Disini manusia juga bisa melakukan "penyesuaian" atau "d disesuaikan" namun hanya seperlunya dan tidak sampai melampaui batas.

**Pendekatan Human Centered Design (HCD) :**  
*(Anthropocentric Design)*



Gambar 1. 12 Pola Pendekatan Penyesuaian Manusia dengan Pekerjaan (HMF.2011)

Jadi perancangan sistem kerja yang tepat dan ergonomis adalah merancang secara keseluruhan yang berarti merancang unsur-unsur manusia, alat, bahan lingkungan dsb sebagai suatu kesatuan sistem kerja tentunya dengan pendekatan human centered design (HCD). Sasaran perancangan ini adalah mendapatkan rancangan sistem kerja yang cocok (*fit*) bagi pekerja secara fisik maupun psiko-sosiologik. Seperti yang telah disebutkan, perancangan ini melibatkan semua unsur dalam sistem kerja meliputi *peopleware*, *hardware*, *software*, *technoware*, *enviroware*, *organiware*, dan *policyware* yang semuanya harus terancang dengan baik yakni terancang secara ergonomis. Sasaran perancangan sistem kerja secara ergonomis adalah menghasilkan kerja yang Efektif, Aman, Sehat, Nyaman, dan Efisien disingkat menjadi EASNE atau ada juga yang menyebutnya ENASE. Perancangan yang tidak ergonomis berpotensi menimbulkan dampak-dampak fisik dan psikososial yang buruk. Sedangkan perancangan yang ergonomis akan menjamin dan meningkatkan *safety*, *health*, *productivity*, dan *quality* kerja dan hasil kerja. Dan

agar hasilnya lebih optimal maka penerapan ergonomi pada sistem kerja ini harus bersinambung / *continuous improvement* / *kaizen*. Adalah penting merancang sistem bermutu secara ergonomis untuk menekan beban-beban fisik dan psikososial dan Memungkinkan pemberdayaan manusia secara maksimal serta Meningkatkan kualitas kehidupan

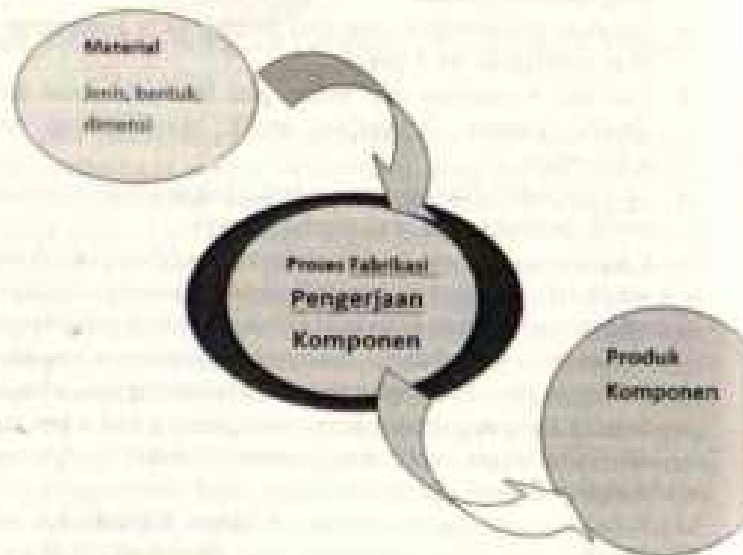
### 1.3.9. Proses Fabrikasi

Proses fabrikasi adalah proses pengerjaan alat yang direncanakan. Bagaimana teknik dan prosedur pengerjaan alat tersebut. Ada beberapa teknik dan prosedur pengerjaan yang harus dilakukan untuk proses pembuatan alat tersebut diantaranya:

- Pastikan gambar kerja atau detail dari komponen-komponen yang akan dikerjakan.
- Lakukan pemotongan awal (*pre cutting*) pada komponen yang akan dikerjakan lebih lanjut.
- Jika ada komponen dari bahan plat lembaran, buat terlebih dahulu gambar bentangan untuk mendapatkan ukuran sebenarnya.
- Jika plat lembaran yang tipis sebagai bahan komponen pastikan untuk melebihi ukuran sambungannya.
- Kerjakan komponen yang prosesnya akan dibor terlebih dahulu, sebab jika komponen tersebut sudah dipasang di alat/mesin maka kemungkinan akan sulit untuk dilakukan pengeboran.
- Kerjakan bagian dalam komponen khususnya bagian yang paling penting. Misalnya untuk rotor pemotong dan sebagainya.
- Sejalan dengan pekerjaan komponen penting maka kerjakanlah rangka alat/mesin sebagai komponen untuk tempat semua kedudukan komponen.
- Komponen rangka alat/mesin sebaiknya dikondisikan tingkat kekakuannya, agar alat/mesin yang dibangun tidak bergetar sewaktu operasi.
- Proses perakitan komponen komponen sebaiknya dilakukan dengan las catat terlebih dahulu. Perhatikan bagian komponen yang dilas akan mengalami deformasi atau bengkok, maka

sebelum di las harus dipertimbangkan pengaruh deformasi akibat panas pengelasan.

- Pada saat melakukan penyambungan komponen dengan proses las sebaiknya dilakukan secara bertahap dengan mengelas bagian arah yang berlawanan secara bertahap.
- Teknik dan prosedur untuk penakitan komponen-komponen harus dipertimbangkan terhadap beberapa hal diantaranya : memposisikan mana komponen yang harus dilas tetap, atau mana bagian yang harus mudah dibuka dengan baut dan mur atau bagian komponen yang harus dijepit dan seterusnya.
- Pada pemasangan transmisi pully sebaiknya dipasang pada posisi ujung poros di luar bearing. Jangan pully dipasang diantara dua bearing sebab nantinya akan sulit memasang dan mengganti belt.



## BAB 2 MATERIAL PADA PROSES FABRIKASI



### 2.1. Pengertian Material

**Material** atau **bahan** adalah zat atau benda yang terdiri dari beberapa paduan unsure. Paduan unsure – unsure ini akan membentuk satu material, jika ada paduan unsure-unsur yang baru maka akan membentuk suatu material baru pula. Material ini dapat dibuat untuk sesuatu komponen atau lebih. Pada suatu konstruksi mesin terdiri dari beberapa material yang digabung menjadi satu untuk membentuk suatu alat/mesin tertentu. Pada satu kendaraan saja terdiri dari ratusan jenis material yang digabung menjadi suatu bentuk kendaraan. Perkembangan teknologi bahan sangat pesat, dimana setiap penemuan atau penggabungan beberapa unsure menjadi material yang baru.

**Material** adalah input masukan dalam suatu produksi. Input material yang masuk diproses menjadi suatu bentuk tertentu sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Material seringkali disebut sebagai bahan mentah – yang belum diproses, tetapi kadang kala telah diproses sebelum digunakan untuk proses produksi lebih lanjut. Umumnya, dalam masyarakat teknologi maju, material adalah bahan konsumen yang belum selesai. Beberapa contohnya material sebagai bahan

## DAFTAR PUSTAKA

- Azhari Sastranegara (2009). *Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam* 8 September 2009 28,439
- Basrah (2011) *Motor Listrik*, Modul Pengajaran FT-UNP
- Colton JS (2009) *Sheet Metal Forming Manufacturing Processes and Engineering*: Georgia Institute of Technology
- Corkson, William, 1975. *Sheet Metal Work*. London: Oxford Technical Press.
- DeGarmo, E. Paul, 1979. *Materials and Processes in Manufacturing*. London: The Macmillan Company.
- Dieter, George E. 1986. *Mechanical Metallurgy*. New York: Mc Graw Hill.
- Ertan Tekkaya, A (2010). *State-of-the-art of simulation of sheet metal forming*. Department of Mechanical Engineering, Middle East Technical University, 06531 Ankara, Turkey
- Feng Gongy(2010) *Micro deep drawing of micro cups by using DLC film coated blank holders and dies*. School of Materials Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China
- Gow-Yi Tzou (2010). *Relationship between frictional coefficient and frictional factor in asymmetrical sheet rolling*. Department of Mechanical Engineering, Yung-Ta Junior College of Technology and Commerce, Ping-Tung, 90902, Taiwan
- Hyunwoo So (2010). *An investigation of the blanking process of the quenchable boron alloyed steel 22MnB5 before and after hot stamping process*. Institute of Metal Forming and Casting, Technische Universität Muenchen, Garching, Germany
- HMF (2011) *Ergonomi secara umum, Perancangan sistem kerja* Human factors engineering, human centered design
- Jerry P Byers (1994) *Fluid Metal Forming*, Cincinnati Milacron: 270 Madison Avenue New York
- Jolo P. Santos (2011) *Improving the environmental performance of machine-tools: influence of technology and throughput on the electrical energy consumption of a press-brake*. Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Campus FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, 400, 4200-465 Porto, Portugal
- Kalpakjian, Scrope. 1984. *Manufacturing Processes for Engineering Materials*. Canada: Addison Wesley Publishing Company.
- Kucheryaev BV ( 2009). *Estimation of sheet rolling parameters on the basis of discontinuous and continuous velocity fields*. The Moscow institute of steel and alloys
- Luiz Mauricio V. Tigrinho<sup>1</sup> J. Braz. (2008) *Experimental investigation on the influence of the lubricant type in the punch stretching of extra deep-drawing steel*. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering Mech. Sci. & Eng. vol.30 no.4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2008
- Lyman, T. 1988. *Sheet Metal Hand Book*. New York: ILO
- Marciniak, Dusan, S.J.Hu (2002). *Mechanics of Sheet Metal Forming*. Butterworth-Heinemann: London
- Mason M (1996) *"Exploring the Tube Hydroforming Methods," The Fabricator, October 1996, p.37*
- Masatoshi Yoshida (2009). *Fracture limits of sheet metals under stretch bending* *Materials, Process and Applied Mechanics Rev.*

Sec., Technical Department, Aluminum & Copper Company  
KOBEL STEEL, LTD., 1-5-5, Takatsukadai Nishi-ku, Kobe  
HYOGO 651-2271, Japan

MUSIC, J.M. Allwood & K. Kawai (2010) *The mechanics of metal spinning*, Department of Engineering, University of Cambridge, Trumpington Street, Cambridge CB2 1PZ, United Kingdom

Özgir Tekaslan (2007). *Determination of spring-back of stainless steel sheet metal in "V" bending dies*. Turkish Military Academy, Department of Technical Sciences, Ankara, Turkey

Quach WM (2010) *Residual stresses in press-braked stainless steel sections. II: Press-braking operations*. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Macau, Macau, China

Simtech (2001) *Introduction to sheet metal forming processes*. Paris: SimTech simulation at

Technologie All rights reserved

Taylan Altan, Suwat Jiratharanat (2001) *Successful tube hydroforming: Watching parameters, accurately simulating the process yield good results*

Teruaki Yogo (2010). *Hammering parts with hydroforming*  
[http://www.roymech.co.uk/Useful\\_Tables/Manufacturing/Deep\\_Drawing.html](http://www.roymech.co.uk/Useful_Tables/Manufacturing/Deep_Drawing.html) roy beardmore  
Bending /Forming/ Deep Drawing and Spinning

William F. Hosford and John L. Duncan (1999). *Sheet Metal Forming*. Department of Materials Science and Engineering at the University of Michigan.

William F Hosford, dan Robert M Caddell (2007) *Metal Forming Mechanics and Metallurgy*, London: Cambridge University Press

William D. Callister Jr, (2004). *Material Science and Engineering: An Introduction*. Ne York: John Wiley&Sons

Zhong-Yi Cai (2009). *Numerical simulation for the multi-point stretch forming process of sheet metal*. Journal of Materials Processing Technology, Volume 209, Issue 1, 1 January 2009, Pages 396-407



[www.appti.org](http://www.appti.org)



PENERBITAN & PERCETAKAN UNP PRESS  
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang  
Sumatera Barat

