

TEKNOLOGI PROSES FABRIKASI

**Purwantono
Junil Adri
Bulkia Rahim**

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NO 19 TAHUN 2002
TENTANG HAK CIPTA
PASAL 72
KETENTUAN PIDANASANGSI PELANGGARAN

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu Ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulandandenda paling sedikit Rp 1.000.000, 00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahundandenda paling banyak Rp 5.000.000.000, 00 (lima milyar rupiah)
2. Barangsiapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahundandenda paling banyak Rp 500.000.000, 00 (lima ratus juta rupiah).

TEKNOLOGI PROSES FABRIKASI

**Purwantono
Junil Adri
Bulkea Rahim**



2018

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: Purwantono, Junil Adri & Bulkia 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 kehadiran 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 dipertimbangkan 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 diperlakukan. 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 perobahan bentuk material secara permanen menjadi bentuk-bentuk seperti yang direncanakan. Perobahan 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.

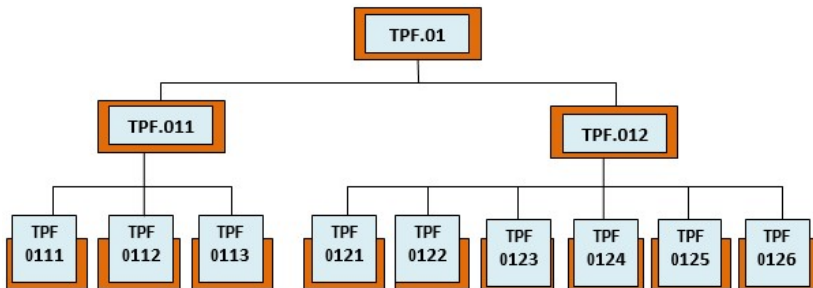
Padang, Oktober 2018

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*, *balnking*, *spinning*. Materi ini dibutuhkan untuk merancang alat sederhana yang dikerjakan dengan teknologi proses fabrikasi.

Analisis 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	
CURICULUM 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	<i>Grafik Stress – Strain Alumanium alloy dan Mild Steel...</i> 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 Universa	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 perentangan 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 gaya 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 segiempat.....	212
3.128 Elemen dari tabung bulat 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 blankholder ring	223
3.133 Top dari Teknan dan Tekanan fluid chamber	223
3.134 Punch dan Forming metal balnk.....	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