

RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENGELASAN PIPA 1G



Disusun oleh :

Syarifudin

5315097994

**Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam
mendapatkan gelar sarjana s1**

PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2014

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENGELASAN
PIPA 1G
Nama : SYARIFUDIN
No Reg : 5315097994

DOSEN PEMBIMBING

NAMA	TANDA TANGAN	TANGGAL
Dosen pembimbing 1		
1. <u>Fery Budhi Susetyo, M.T.,M.Si.</u> NIP. 198202022010121002	1.....	1.....
Dosen Pembimbing 2		
2. <u>Lukman Arhami,S.Pd., M.T.</u> NIP. 197901032005011003	2.....	2.....

DEWAN PENGUJI

Ketua		
1. <u>Drs. Supria Wiganda,M.Pd</u> NIP.195106041984031001	1.....	1.....
Sekretaris		
2. <u>Dra.Siska Titik Dwiwati, S.Si., MT.</u> NIP. 197812122006042002	2.....	2.....
Dosen Ahli		
3. <u>Imam Basori, MT.</u> NIP. 197906072008121003	3.....	3.....

MENGETAHUI,
Ketua jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Jakarta

Dr. Eng. Agung Premono, ST., MT.
NIP. 197705012001121002

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Syarifudin
No. Reg : 5315097994
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin (S1)
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini benar-benar karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan atau gelar lainnya di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan dalam daftar pustaka.

Jakarta, Juni 2014
Penulis

Syarifudin
No. Reg 5315097994

ABSTRAK

SYARIFUDIN. Rancangan Bangun Alat Bantu Pengelasan Pipa 1G.
Pembimbing Ferry Budhi Susetyo M.T.,M.Si. dan Lukman Arhami, S.Pd.,M.T.

Skripsi ini bertujuan untuk mempermudah mahasiswa dapat mempelajari bagaimana putaran atau arus yang baik untuk digunakan saat mengelas pipa khususnya dengan posisi horisontal dengan pengelasan 1G.

Penulis mencari data-data yang dibutuhkan dalam proses pembuatan dan penggunaan alat bantu pengelasan pipa 1 G dengan melakukan tinjauan alat yang sudah ada. Agar penulis dapat mengembangkan inovasi yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

Berdasarkan hasil analisa tentang “ Pembuatan alat bantu pengelasan pipa 1 G ”, dapat disimpulkan dari hasil pembuatan alat bantu pengelasan sambungan pipa 1 G sesuai dengan perencanaan sebelumnya dengan ukuran 800x1200x1300 mm, dan berat 80 Kg. Pada alat bantu pengelasan sambungan pipa 1 G material yang digunakan sesuai dengan perencanaan yaitu baja carbon rendah. Mesin ini memiliki kecepatan putar 0,75 – 4,50 rpm dan mampu mengelas pipa dengan diameter 1,5 inchi – 10 inchi. Hasil terakhir dalam uji coba alat bantu pengelasan sambungan pipa 1G ini adalah mesin dapat bekerja sesuai fungsinya dan dapat menyambung pipa baja tanpa mengalami kerusakan.

Kata kunci : Rancang Bangun Alat Bantu Pengelasan pipa 1G

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENGELASAN PIPA 1 G”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Pendidikan pada jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak, berupa bantuan moril maupun bantuan materil baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Agus Dudung, M,Pd Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Unuversitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Ahmad Kholil, ST, M.T. Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Agus Dudung. M,Pd. Pembimbing Akademik.
4. Bapak Ferry Budhi Susetyo M.T., M.Si. Dosen pembimbing sekaligus sebagai Dosen ahli yang telah banyak memberikan motivasi, saran, dan bimbingan kepada penulis.
5. Bapak Lukman Arhami, S.Pd., M.T Dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ayah dan Ibu tercinta yang selalu memberikan dukungan moral dan doanya sehingga saya dapat menyelesaikan studi.
7. Istri dan anak yang membuat saya lebih semangat dalam mengerjakan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan baik isi maupun penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, masukan berupa kritik, dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan serta kemajuan dimasa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, Juni 2014

Syarifudin

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Perumusan Masalah	5
1.5. Tujuan	5
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Prinsip Pengelasan	7
2.1.1. Las <i>Shield Metal Arc Welding</i> (SMAW)	8
2.1.2. Sambungan Las	10
2.2. Jenis Sambungan Las	12
2.2.1. Sambungan Tumpuk (<i>Lap Joint</i>)	12
2.2.2. Sambungan Kampuh (<i>Butt Joint</i>)	12

2.2.3. Sambungan Pipa	13
2.3. Jenis-Jenis Baja Karbon	15
2.3.1. Baja Karbon Rendah	16
2.3.2. Baja Karbon Tinggi Dan Baja Karbon Menengah	17
2.4. Perancangan Produk	17
2.5. Analisa Konstruksi	18
2.5.1. Kecepatan Putar Pipa (v pipa)	18
2.5.2. Daya Motor	18
2.5.3. Konstruksi Poros	20
2.5.4. <i>Pulley</i>	21
2.5.5. Sabuk	22
2.5.6. Pasak	23
2.6. Mesin Bubut	24
2.6.1. Proses Pembubutan	24
2.6.2. Jenis dan Fungsi Pahat Bubut	26
2.6.3. Geometri Pahat Bubut	27
2.6.4. Kecepatan Potong	29
2.6.5. Cairan Pendingin	32
2.6.6. Perencanaan Proses Membubut Ulir	34
2.6.7. Pahat Ulir	37
2.6.8. Langkah Penyayatan Ulir	40
2.7. Mesin Frais	43
2.7.1. Klasifikasi Proses Frais	45
2.7.2. Metode Proses Frais	46
2.7.3. Parameter Yang Dapat Diatur Pada Mesin Frais	48
2.7.4. Geometri Pisau Frais	50
2.7.5. Peralatan dan Assesoris Untuk Memegang Pisau Frais	53

2.7.6. Alat Pencekam dan Pemegang Benda Kerja Mesin Frais ..	56
2.7.7. Pengerjaan Benda Kerja Dengan Mesin Frais	61
2.7.8. Proses Frais Roda Gigi	62

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Perencanaan	67
3.2. Metode Penelitian	67
3.2.1. Metode Observasi	67
3.2.2. Metode Pustaka	67
3.2.3. Metodde Eksperimen	68
3.3. Diagram Alir Proses Pembuatan	69
3.4. Diagram Alir Proses Pengujian Alat	70
3.5. Proses Pembuatan Alat Bantu Penyambungan Pipa 1 G	71
3.5.1. Proses Pembuatan Kerangka Atau Sasis	71
3.5.2. Proses Pembuatan <i>Pulley</i>	73
3.5.3. Proses Pembuatan Poros As <i>Pulley</i>	76
3.5.4. Pembuatan Poros <i>Hole</i> As <i>Sliding</i> Silinder	79
3.5.5. Pembuatan Poros As <i>Sliding</i> Silinder	82
3.5.6. Pembuatan <i>Housing Bearing</i>	84
3.5.7. Pembuatan Rel Penampungan Bak Percikan Pengelasan ..	87
3.5.8. Proses Pembuatan Bak Penampung	89
3.5.9. Pembuatan <i>Sliding</i> Poros As Pintu	91
3.5.10. Pembuatan <i>Hole</i> Silinder Poros As <i>Sliding</i> Pintu	94
3.5.11. Proses Pembuatan <i>Housing</i> Pintu	97
3.5.12. Proses Pembuatan <i>Housing</i> Mesin	99
3.5.13. Pembuatan Ulir Penjepit	101
3.6. Proses Perakitan Alat Bantu Sambungan Pipa 1 G	106

3.7. Proses Pembuatan Rangkaian Elektronika	120
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Spesifikasi Alat Bantu Sambungan Pipa 1 G	124
4.2. Uji Coba Alat Bantu Pengelasan Sambungan Pipa 1G	126
4.2.1. Alat Bantu Pengelasan Pipa 1 G	127
4.2.2. Langkah Pemasangan Benda Kerja	130
4.3. Hasil Uji Coba Pengelasan 1 G	130
4.4. Pembahasan Hasil Sambungan Pipa 1 G	135
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	137
5.2. Saran	138
DAFTAR PUSTAKA	139
LAMPIRAN	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Busur Pengelasan Las <i>SMAW</i>	8
Gambar 2.2. Sambungan Tumpuk (<i>Lap Joint</i>)	12
Gambar 2.3. Sambungan Kampuh (<i>Butt Joint</i>)	13
Gambar 2.4. Posisi Pengelasan Dan Penjelasannya	15
Gambar 2.5. Proses Pembubutan	24
Gambar 2.6. Bagian – Bagian Mesin Bubut	25
Gambar 2.7. Jenis – Jenis Pahat Bubut	26
Gambar 2.8. Geometri Pahat Bubut HSS	28
Gambar 2.9. Geometri Pahat Bubut Sisipan (<i>Insert</i>)	28
Gambar 2.10. Pahat Tangan Kanan Dan Pahat Tangan Kiri	29
Gambar 2.11. Nama – Nama Bagian Ulir	34
Gambar 2.12. Ulir Segi Tiga	35
Gambar 2.13. Ulir Segi Empat	37
Gambar 2.14. Pahat Ulir Metris Dan Mal Ulir Untuk Ulir Luar Dan Dalam .	38
Gambar 2.15. Proses Pembuatan Ulir Luar Dengan Pahat Sisipan	38
Gambar 2.16. <i>Setting</i> Pahat Bubut Untuk Proses Pembuatan Ulir Luar	39
Gambar 2.17. Eretan Atas Terhadap Sumbu Tegak Lurus	41
Gambar 2.18. Pengecakan Kisar Ulir Dengan Kaliber Ulir	43
Gambar 2.19. Mesin Frais Vertikal Dan Mesin Frais Horizontal	44
Gambar 2.20. Mesin Frais <i>Turret</i> Vertikal Horizontal	44
Gambar 2.21. Tiga Klasifikasi Mesin Frais	45
Gambar 2.22. Arah Pemakanan Pisau Frais	46
Gambar 2.23. Pisau Frais	48
Gambar 2.24. Bentuk Pisau Frais Horizontal Dan Vertikal	48
Gambar 2.25. Jalur Pisau Frais	50

Gambar 2.26. Bentuk Dan Nama Bagian Pisau Frais	51
Gambar 2.27. Standar Sisipan Dan Sudut Potong Pada Pisau Frais	52
Gambar 2.28. Standar ISO Pisau Sisipan Untuk Frais / Milling	52
Gambar 2.29. Pemasangan Pisau Frais Bentuk Sisipan	53
Gambar 2.30. Skematik Arbor Mesin Frais	54
Gambar 2.31. Kolet Pegas Dan Kolet Solid Pada Pisau Frais	54
Gambar 2.32. Pemegang Pisau Frais Ujung	55
Gambar 2.33. Kepala Bor	56
Gambar 2.34. Ragum	57
Gambar 2.35. Kepala Pembagi Untuk Membuat Segi Banyak	58
Gambar 2.36. Assesoris Pada Mesin Frais	60
Gambar 2.37. Proses Frais Roda Gigi Dengan Mesin Frais Horizontal	63
Gambar 2.38. Kepala Pembagi Dan Pengoperasiannya	65
Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Pembuatan	69
Gambar 3.2. Diagram Proses Pengujian	70
Gambar 3.3. Kerangka	71
Gambar 3.4. <i>Pulley</i>	73
Gambar 3.5. Poros As <i>Pulley</i>	76
Gambar 3.6. Poros <i>Hole As Sliding</i>	79
Gambar 3.7. Poros As <i>Sliding</i> Penjepit Benda Kerja	82
Gambar 3.8. <i>Housing Bearing</i>	84
Gambar 3.9. Rel Bak Penampung Percikan Pengelasan	87
Gambar 3.10. Bak Penampung Percikan Las	89
Gambar 3.11. Pembuatan <i>Sliding</i> Poros As Pintu	91
Gambar 3.12. Pembuatan <i>Hole Sliding</i> Poros As Pintu	94
Gambar 3.13. <i>Housing</i> Pintu	97
Gambar 3.14. <i>Housing</i> Mesin	99

Gambar 3.15. Ulir Penjepit	101
Gambar 3.16. Kerangka Mesin	106
Gambar 3.17. Dudukan Mesin	106
Gambar 3.18. Pemasangan <i>Pulley</i> Ke Motor Listrik	107
Gambar 3.19. Pemasangan Motor Listrik Ke Dudukan atau <i>Bracket</i>	107
Gambar 3.20. Pemasangan Mur dan Baut	107
Gambar 3.21. Pemasangan <i>Bearing</i>	108
Gambar 3.22. Pemasangan <i>Pulley</i> Ke Poros Penggerak	108
Gambar 3.23. Pemasangan <i>Pulley</i> Ke Poros Penggerak	109
Gambar 3.24. Pemasangan Dudukan <i>Bearing</i> Kerangka	109
Gambar 3.25. Pemasangan <i>Bearing</i> Kedudukan rangka.....	110
Gambar 3.26. Pemasangan <i>Pulley</i> Ke Poros Penggerak	110
Gambar 3.27. Pemasangan Poros Ke <i>Bearing</i> tekan	111
Gambar 3.28. Pemasangan Poros Penggerak	111
Gambar 3.29. Pemasangan Plat Strip Ke Poros	112
Gambar 3.30. Pemasangan Poros As	112
Gambar 3.31. Pemasangan Dudukan <i>Bearing</i> Tekan	113
Gambar 3.32. Pemasangan Poros Putar	113
Gambar 3.33. Pemasangan <i>Housing</i> Penjepit	114
Gambar 3.34. Pemasangan Plat Ke Poros Putar	114
Gambar 3.35. Pemasangan <i>Cover</i> Bagian Belakang	115
Gambar 3.36. Pemasangan <i>Cover</i> Bagian Samping Sebelah Kanan	115
Gambar 3.37. Pemasangan <i>Cover</i> Bagian Atas	116
Gambar 3.38. Pemasangan <i>Cover</i> Bagian Kiri	116
Gambar 3.39. Pemasangan <i>Cover</i> Bagian Depan	117
Gambar 3.40. Pemasangan <i>Cover</i> Bagian Bawah.....	117
Gambar 3.41. Pemasangan Rel Penampung	118

Gambar 3.42. Pemasangan Bak Penampung	118
Gambar 3.43. Pemasangan Kerangka Pintu	119
Gambar 3.44. Pemasangan <i>Sliding</i> Pintu	119
Gambar 3.45. Pemasangan <i>Cover</i> Pintu	120
Gambar 3.46. Pemasangan Motor	120
Gambar 3.47. Penyambungan Kabel Power	121
Gambar 3.48. Penyambungan Saklar Ke Regulator	121
Gambar 3.49. Penyambungan Dari Regulator Ke <i>Over Switch</i>	121
Gambar 3.50. Penyambungan Dari <i>Over Switch</i> Ke Motor Listrik	122
Gambar 3.51. Penyambungan Dari Power saklar Ke Lampu Indikator	122
Gambar 3.52. Penyambungan Regulator Kelampu Indikator Warna Hijau	122
Gambar 3.53. Penyambungan Dari Kabel <i>Power</i> Ke Saklar Lampu	123
Gambar 3.54. Penyambungan Dari Saklar Ke Lampu Penerangan	123
Gambar 4.1. Alat Bantu Pengelasan Pipa 1 G	124
Gambar 4.2. Pasang Mesin Las Pada Alat Bantu Sambungan Pipa	127
Gambar 4.3. Stop kontak <i>Power</i> Mesin Las	127
Gambar 4.4. <i>Power ON</i> Mesin Putar	128
Gambar 4.5. Saklar <i>ON</i> Lampu Penerangan	128
Gambar 4.6. Regulator	128
Gambar 4.7. Mesin Las	129
Gambar 4.8. Pasangkan Massa Mesin Las	129
Gambar 4.9. Rahang Penjepit Benda Kerja	130
Gambar 4.10. Hasil Pengelasan Pipa Job 1	130
Gambar 4.11. Hasil Pengelasan Pipa Job 2	131
Gambar 4.12. Hasil Pengelasan Pipa Job 3	131
Gambar 4.13. Hasil Pengelasan Pipa Job 4	132
Gambar 4.14. Hasil Pengelasan Pipa Job 5	132

Gambar 4.15. Hasil Pengelasan Pipa Job 6	133
Gambar 4.16. Hasil Pengelasan Pipa Job 7	133
Gambar 4.17. Hasil Pengelasan Pipa Job 8	134
Gambar 4.18. Hasil Pengelasan Pipa Job 9	134
Gambar 4.19. Hasil Sambungan Pipa Dengan Kecepatan Putar 2 rpm	135
Gambar 4.20. Hasil Sambungan Pipa Dengan Ketebalan 3,2 mm	136

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis Pengelasan Dan Las	14
Tabel 2.2. Klasifikasi Baja Karbon	16
Tabel 2.3. Kecepatan Potong Pahat HSS Untuk Mesin Bubut	31
Tabel 2.4. Kecepatan Pemakanan Pada Pahat Bubut	32
Tabel 2.5. Jenis – Jenis Cairan Pendingin Untuk Beberapa Material	32
Tabel 2.6. Dimensi Ulir <i>Metris</i>	35
Tabel 2.7. Dimensi Ulir <i>Whitworth</i>	36
Tabel 2.8. Kecepatan Potong Proses Bubut Rata Dan Ulir Untuk Pahat HSS	40
Tabel 2.9. Kecepatan Potong Pisau HSS	61
Tabel 2.10. Tebal Beram Per Gigi Dalam Satuan <i>Inchi</i>	62
Tabel 2.11. Urutan Nomer Pisau Frais Gigi <i>Involut</i>	66
Tabel 3.1. Kecepatan Potong Bubut Rata dan Proses Bubut Ulir.....	105
Tabel 4.1. Spesifikasi Alat Bantu Pengelasan Pipa 1 G.....	125

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 25. Gambar <i>Pulley</i>	140
Lampiran 26. Gambar Ulir Penjepit Benda	141
Lampiran 27. Gambar Desain Pintu Mesin.....	142
Lampiran 28. Gambar Cover Mesin.....	143
Lampiran 29. Gambar Sliding Pintu	144
Lampiran 30. Gambar Rel Penampungan	145
Lampiran 31. Gambar Bak Penampung	146
Lampiran 32. Gambar Poros <i>Pulley</i>	147
Lampiran 33. Gambar Poros <i>Pulley</i>	148
Lampiran 34. Gambar <i>Housing Bearing</i>	149
Lampiran 35. Gambar <i>Boss Sliding</i>	150

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mata kuliah Teknik Pengelasan merupakan salah satu mata kuliah wajib di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta. Mata kuliah ini bertujuan untuk memberikan teori dan dasar-dasar pengelasan untuk melatih mahasiswa agar mampu melakukan pengelasan dengan baik dan benar.

Pengelasan terdiri dari beberapa jenis pengelasan, antara lain las busur listrik (*SMAW*), las dengan gas (*acetylene*), dan lain-lain. Pengelasan secara umum bertujuan untuk menyambungkan dua buah logam agar menjadi satu kesatuan, salah satu aplikasi dari penyambungan logam dengan menggunakan las, adalah pengelasan pipa. Untuk mempermudah proses pengelasan tersebut, maka dianjurkan menggunakan alat bantu pengelasan pipa pada posisi 1 G dan menggunakan las *SMAW* (*Shield Metal Arc Welding*).

Berdasarkan observasi di laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta, prosedur untuk pengelasan dan penyambungan pipa menggunakan las *SMAW* memiliki beberapa langkah kerja, yaitu :

1. Langkah persiapan, dimana Pipa yang akan dilas, dipotong terlebih dahulu dengan menggunakan mesin *cutting wheel*.

Kemudian persiapan alat las yang terdiri dari seperangkat mesin las *SMAW*, elektroda, dan sebagainya.

2. Langkah kerja, yaitu dilakukannya tahap pengelasan dengan cara memposisikan pipa yang akan disambung pada posisi sejajar dan diletakan di atas meja las. Kemudian beberapa bagian pipa yang akan disambung diberikan las titik (kunci) untuk menjaga posisi pipa agar tetap stabil (tidak goyang). Setelah las titik, kemudian pipa dilas sekelilingnya dengan menggunakan las *SMAW* dengan cara diputar manual menggunakan tangan.
3. Langkah akhir (*finishing*), pada langkah akhir ini, dilakukan pembersihan pada sambungan las dari terak las dengan cara dipukul menggunakan palu, kemudian disikat menggunakan sikat kawat.

Pada hakikatnya, kualitas sambungan pengelasan dengan cara seperti di atas kurang maksimal. Hal ini dapat dilihat dari hasil lasan yang tidak merata disekeliling pipa, pipa yang disambung tidak lurus (simetris), kedalaman penetrasi tidak sama, dan lain-lain. Kurang maksimalnya hasil penyambungan pipa dengan cara diatas dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti : penggunaan elektroda yang tidak sesuai, *ampere* las *SMAW*

yang tidak tepat, cara pengelasan yang kurang baik dan *human error* (faktor operator pengelasan)¹.

Cara pengelasan yang efektif dalam proses pengelasan memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap hasil sambungan las. Dalam buku Teknologi Pengelasan Logam dijelaskan bahwa “Dalam hal cara adalah pemilihan cara yang tepat untuk melaksanakan seluruh konstruksi”². Dengan demikian, berdasarkan apa yang dikemukakan oleh Prof. Dr. Ir. Harsono Wiryosumartao diatas, Cara pengelasan pipa yang dilakukan di Universtias Negeri Jakarta dinilai tidak standar, karena selama proses pengelasan berlangsung pipa diputar secara manual dengan tangan. Pemutaran pipa dengan tangan selama pengelasan berlangsung menyebabkan hasil lasan yang tidak merata karena putaran tangan manusia sifatnya relatif dan tidak stabil, disamping itu cara tersebut juga kurang *safety* (aman), karena dapat menyebabkan kecelakaan kerja bagi operator pengelasan.

Agar kualitas sambungan pipa dengan menggunakan cara di atas menjadi lebih baik, maka diperlukan perbaikan pada tahap cara pengelasannya. Perbaikan pada tahap cara pengelasan bertujuan untuk meningkatkan kualitas sambungan pipa dan meminimalisir resiko kecelakaan kerja. Perbaikan cara pengelasan sambungan pipa dapat

¹ Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, h: 204

² *Ibid*

dilakukan dengan membuat alat bantu selama proses penyambungan berlangsung. Namun, bagaimana cara membuat alat tersebut? Bagaimana desain alat tersebut? Adakah peningkatkan kualitas sambungan dengan alat tersebut.

Berdasarkan latar belakang yang ada maka peneliti mengambil judul : “RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENGELASAN PIPA 1 G”

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat beberapa masalah, diantaranya:

1. Bagaimanakah merancang kecepatan putaran mesin terhadap hasil pengelasan pipa ?
2. Bagaimanakah merancang putaran pipa terhadap arus listrik yang digunakan ?
3. Bagaimanakah merancang set-up dalam penggunaan mesin ?
4. Bagaimanakah cara merancang alat bantu pengelasan pipa 1G yang sesuai dengan kebutuhan pengelasan ?

1.3. Pembatasan Masalah

Luasnya permasalahan dalam desain Alat Bantu Pengelasan Sambungan Pipa 1G, perlu dibatasi untuk memudahkan dalam proses penelitian. Dalam penelitian pembuatan Alat Bantu Pengelasan

Sambungan Pipa ini, penulis membatasi masalah mengenai pembuatan alat bantu ini yaitu,

1. Alat yang dibuat hanya untuk pengelasan pipa 1G tentang putaran mesin
2. Kecepatan putaran mesin 0,75 – 4,5 rpm
3. Diameter pipa yang dilas **Ø 40 mm - Ø 254 mm**

1.4. Perumusan Masalah

Perumusan pada penelitian ini adalah :

Bagaimana cara merancang bangun alat bantu pengelasan sambungan pipa 1 G ?

1.5. Tujuan

Tujuan rancang bangun alat ini adalah :

1. Merancang alat bantu pengelasan sambungan pipa 1G
2. Membuat alat bantu sambungan pipa 1G.
3. Melakukan uji kerja alat bantu pengelasan sambungan pipa 1G.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembaca dalam memahami isi proposal ini, maka peneliti menyusun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, tujuan, serta sistematika penulisan.

BAB II. KAJIAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori dasar-dasar penyambungan pipa dengan menggunakan alat bantu sambungan pipa 1G, teori tentang mesin las *SMAW*, mesin bubut dan mesin miling.

BAB III. METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian seperti : studi pustaka, merancang alat bantu, membuat alat, melakukan uji coba alat bantu pengelasan pipa 1G.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang analisa dari alat bantu pengelasan sambungan pipa 1G.

BAB V. PENUTUP

Memaparkan kesimpulan serta saran yang berisi masukan-masukan untuk memperbaiki proses penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Prinsip pengelasan

Dalam buku teknologi pengelasan logam dijelaskan bahwa¹:

“Definisi las atau pengelasan berdasarkan *Deutsche Industrie Normen* (DIN) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pada waktu ini telah digunakan lebih dari 40 jenis pengelasan.”

Proses pengelasan secara umum dapat diklasifikasikan ke dalam dua grup, yakni:

1. Proses pengelasan yang hanya menggunakan panas.
2. Proses pengelasan yang memadukan antara panas dan penekanan (tempa), hal ini dikenal dengan istilah las tempa.²

Pada pengelasan panas, bagian yang akan disambung diposisikan sedemikian rupa agar kedua ujung logam dapat mencair dan menjadi satu kesatuan ketika sudah mengeras kembali. Kedua logam yang mencair dapat berasal dari logam itu sendiri (logam induk) atau logam pengisi yang komposisinya sama dengan logam induk. Secara umum, pada pengelasan panas dapat diklasifikasikan berdasarkan sumber panasnya, yakni:

1. Pengelasan *thermit*.

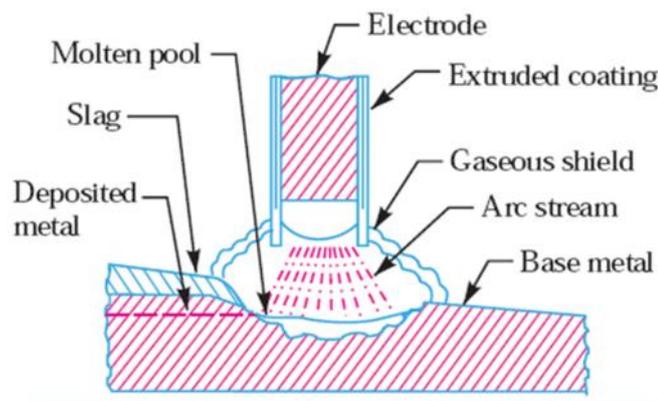
¹ Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam* (Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1996), Hal: 1

² R.S. Khurmi, *A Textbook of Machine Design* (New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT) LTD, 2005) Hal: 342

2. Pengelasan gas
3. Pengelasan busur listrik.³

2.1.1. Las *Shield Metal Arc Weld* (SMAW)

Las *Shield Metal Arc Weld* (SMAW) atau las busur listrik dengan elektroda terbungkus merupakan salah satu cara pengelasan yang umum digunakan dalam kegiatan pengelasan sehari-hari. Dalam cara pengelasan ini busur listrik terbentuk di antara logam induk dan ujung elektroda. Karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersama.⁴



Gambar 2.1. Busur pengelasan las SMAW

Meskipun las *Shield Metal Arc Welding* telah banyak digunakan dan terlihat mudah dalam pengerjaannya, ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengerjaan las ini. Hal yang menjadi perhatian utama dalam pengelasan ini adalah bahan fluks dan jenis listrik yang digunakan. Kedua hal

³ *Ibid*

⁴ Harsono Wiryosumarto, *Op. Cit*, Hal: 9

tersebut memiliki pengaruh yang besar terhadap hasil pengerjaan dengan menggunakan las *Shield Metal Arc Welding*.

a. Busur Listrik dan Mesin Las

Dalam las *Shield Metal Arc Welding*, busurnya ditimbulkan dengan menggunakan listrik arus bolak-balik/arus AC (*Alternating Current*) dan dapat juga menggunakan listrik arus searah/DC (*Direct Current*)⁵. Umumnya pengerjaan las *Shield Metal Arc Welding* dilakukan dengan menggunakan arus AC karena mudah dirawat dan mudah dalam penggunaannya, disamping itu harga penggunaan arus AC lebih murah dibandingkan dengan menggunakan arus DC. Penggunaan mesin las dalam pengerjaan las *Shield Metal Arc Welding* harus dipertimbangkan juga karena akan mempengaruhi hasil las-lasan.

b. Bahan Fluks

Fluks yang membungkus elektroda penting diperhatikan karena fluks dalam proses pengerjaan las *Shield Metal Arc Welding* dapat bertindak sebagai:

1. Pemantap busur dan penyebab kelancaran pemindahan butir-butir cairan logam.
2. Sumber terak atau gas yang dapat melindungi logam cair terhadap udara di sekitarnya.
3. Pengatur penggunaan

⁵ *Ibid*, hal 12

4. Sumber unsur–unsur paduan.⁶

Fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda biasanya terdiri dari bahan–bahan tertentu dengan perbandingan tertentu pula. Pemakaian elektroda dengan jenis fluks tertentu harus disesuaikan dengan penggunaannya. Penyesuaian ini bertujuan untuk memaksimalkan hasil las–lasan sehingga terjadi paduan yang kuat antara logam yang disambung. Kesalahan penggunaan jenis elektroda dalam suatu pengerjaan dapat menyebabkan kegagalan di sambungan las tersebut.

Dua komponen utama pengelasan *Shield Metal Arc Welding* yakni jenis elektroda dan jenis mesin las yang digunakan harus sesuai. kesesuaian antara dua komponen tersebut akan banyak mempengaruhi hasil dari las–lasan. Untuk itu, dilakukan standarisasi elektroda terbungkus untuk pengelasan *Shield Metal Arc Welding* yang didasarkan pada jenis fluks, posisi pengelasan dan arus las yang digunakan.⁷

2.1.2.Sambungan Las

Sambungan las merupakan salah satu jenis sambungan yang ada pada elemen mesin. Sambungan las adalah sambungan permanen yang diperoleh dengan cara pemanasan pada dua ujung bagian yang akan disambung untuk menyatu. Penyambungan ini dapat dilakukan dengan atau tanpa pemberian tekanan dan material pengisi (penyambung). Pemanasan dalam proses

⁶ Harsono Wiryosumarto, *Op. Cit*, Hal:10

⁷ *Ibid*, hal :13

sambungan las dapat dihasilkan melalui pembakaran gas, atau dengan menggunakan energi listrik.⁸

Penggunaan sambungan las memiliki beberapa kelebihan dibanding sambungan jenis lainnya (misalnya sambungan keling), antara lain:⁹

- a. Struktur las umumnya lebih ringan dibandingkan dengan struktur sambungan berpaku, karena pada sambungan las tidak menggunakan komponen penghubung tambahan.
- b. Hasil sambungan las biasanya lebih halus, sehingga penampilanya lebih baik.
- c. Sambungan las memiliki kekuatan yang besar. Karena sambungan ini benar-benar menyatu dengan logam induk.
- d. Kadang-kadang, untuk sambungan khusus seperti sambungan pipa sulit untuk disambungkan dengan menggunakan sambungan rivet, namun dapat dengan mudah menggunakan las.
- e. Pengelasan menghasilkan sendi yang kaku, hal ini sejalan dengan tren saat ini yang sering menggunakan frame kaku.
- f. Sangat memungkinkan untuk mengelas bagian dari struktur manapun dan pada titik apapun.
- g. Proses pengelasan lebih hemat waktu dibandingkan dengan menggunakan keling.

⁸ R.S. Khurmi, J.K. Gupta, *Op. Cit*, Hal: 341

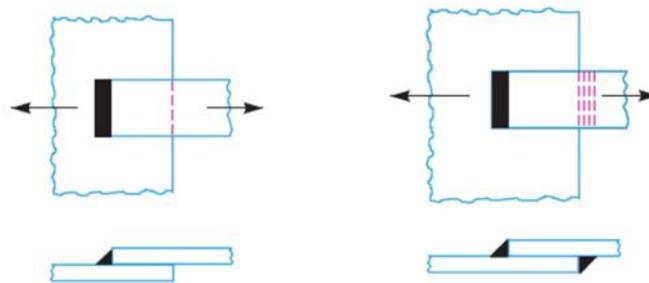
⁹ *Ibid*, Hal: 342

2.2. Jenis Sambungan Las

Terdapat dua jenis sambungan las yang sering digunakan yakni sambungan tumpuk (*lap joint*) dan sambungan kampuh (*butt joint*).¹⁰

2.2.1. Sambungan Tumpuk (*Lap Joint*)

Sambungan tumpuk dikerjakan pada sudut logam yang akan dilas. Sambungan jenis ini jarang digunakan pada konstruksi utama karena memiliki efisiensi yang rendah.



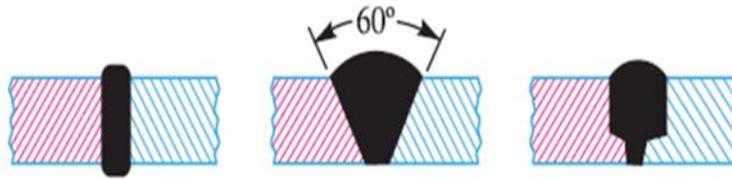
Gambar 2.2. Sambungan Tumpuk (*Lap Joint*)

2.2.2. Sambungan Kampuh (*Butt Joint*)

Sambungan kampuh dilakukan dengan menyambung bagian ujung-ujung plat yang didekatkan. Pada sambungan kampuh, jika ketebalan plat di bawah 5 mm tidak diperlukan pembuatan coakan (*bevel*). Jika ketebalan plat antara 5–12,5 mm, bentuk kampuh yang digunakan adalah kampuh U atau V pada kedua ujung plat yang akan disambung.¹¹

¹⁰ Khurmi, J.K. Gupta, *OP. Cit*, Hal: 344

¹¹ *Ibid*



Gambar 2.3. Sambungan Kampuh (*Butt Joint*)

Sambungan tumpul adalah sambungan yang paling efisien.¹² Bentuk alur dalam sambungan tumpul sangat mempengaruhi efisiensi sambungan dan jaminan sambungan. Karena pentingnya pengaruh bentuk alur ini, maka sambungan tumpul telah distandarkan dalam standar AWS, BS, DIN, dll.

2.2.3. Sambungan Pipa

Sambungan pipa dengan menggunakan las memiliki perlakuan khusus, hal ini dikarenakan sambungan pipa dalam dunia industri biasa digunakan untuk mendistribusikan fluida seperti pendistribusian gas, bahan kimia, minyak bumi, dan kadang sambungan pipa dapat dibuat lintas Negara.¹³

Dalam buku *Pipe Welding Procedures* dijelaskan bahwa:

“Dunia industri hanya menerima penyambungan las pipa yang dengan kualitas tinggi, kegagalan dalam penyambungan pipa tidak hanya akan mengganggu proses produksi, namun dapat menyebabkan insiden serius yang menyebabkan kerugian harta bahkan nyawa. Atas dasar inilah, seorang pengelas pipa harus memiliki kualifikasi yang tinggi pada bidang ini.”¹⁴

¹² Harsono Wiryosumarto, Prof. Dr. Toshie Okumura, *Op. Cit*, Hal: 159

¹³ Hoobasar Rampaul, *Pipe Welding Procedures* (New York: Industrial Press Inc. 2003) Hal: v

¹⁴ *Ibid*

Umumnya, pengerjaan las sambungan pipa dilakukan dengan menggunakan las *Shield Metal Arc Welding*.¹⁵ Posisi pengelasan pipa ditunjukkan dengan simbol tersendiri, hal ini penting untuk diketahui oleh operator untuk memudahkan proses pengerjaan las dan mencegah terjadinya kegagalan sambungan.

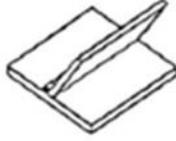
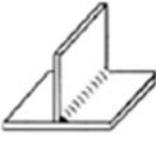
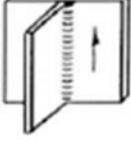
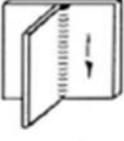
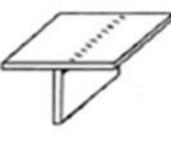
Tabel 2.1. Jenis Pengelasan dan Posisi Las¹⁶

Jenis Pengelasan		Simbol		Posisi
		BKI	EN 287-2	
Pelat (Plate)	Las tumpul (butt weld)	1G	PA	Datar
		2G	PC	Horisontal
		3G	PG	Vertikal ke atas
		(v-d)G	PF	Vertikal ke bawah
		4G	PE	Atas kepala
	Las sudut (fillet weld)	1F	PA	Datar
		2F	PB	Horisontal
		3F	PG	Vertikal ke atas
		(v-d)F	PF	Vertikal ke bawah
		4F	PD	Horisontal atas kepala
Pipa (Pipe)	Las tumpul (butt weld)	1G	PA	Pipa : berputar Sumbu : horisontal Las : datar
		2G	PC	Pipa : tetap Sumbu : vertikal Las : horisontal vertikal
		5G	PG	Pipa : tetap Sumbu : horisontal Las : vertikal ke atas
		(v-d)G	PF	Pipa & Sumbu : sama dng 5G Las : vertikal ke bawah
		6G	H-LO 45	Pipa : tetap Sumbu : miring Las : ke atas (Pipa miring tetap ($45^{\circ}+5^{\circ}$) dan tidak berputar)
		1F	PA	Pipa : tetap Sumbu : miring Las : datar (Pipa miring tetap ($45^{\circ}+5^{\circ}$) dan tidak berputar)

¹⁵ Harsono Wiryosumarto, Prof. Dr. Toshie Okumura, *Op. Cit*, Hal: 318

¹⁶ Sunaryo. Heri, "Teknik Pengelasan Kapal" Jilid 1, hal: 97

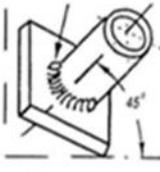
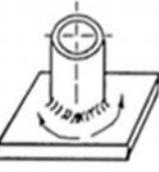
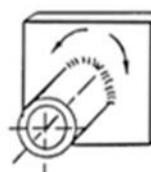
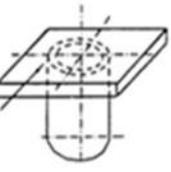
(2) Las sudut (Fillet weld)

Posisi 1F	Posisi 2F	Posisi 3F	Posisi (v-d)F	Posisi 4F
				
Datar	Horizontal	Vertikal ke atas	Vertikal ke bawah	Atas kepala

2. PIPA**(1) Las tumpul (Butt weld)**

Posisi 1G	Posisi 2G	Posisi 5G	Posisi (v-d)G	Posisi 6G
				
Pipa : berputar Sumbu: horisontal Las : datar	Pipa : tetap Sumbu: vertikal Las : horisontal vertikal	Pipa : tetap Sumbu: horisontal Las : vertikal ke atas	Pipa : tetap Sumbu: horisontal Las : vertikal ke bawah	Pipa : tetap Sumbu: miring Las : ke atas

(2) Las sudut (Fillet weld)

Posisi 1F	Posisi 2F	Posisi 3F	Posisi 3F	Posisi 4F
				
Pipa : berputar Sumbu: horisontal Las : datar	Pipa : tetap Sumbu: vertikal Las : horisontal vertikal	Pipa : tetap Sumbu: horisontal Las : vertikal ke atas	Pipa : tetap Sumbu: horisontal Las : vertikal ke bawah	Pipa : tetap Sumbu: vertikal Las : horisontal atas kepala

Gambar 2.4. Posisi Pengelasan dan Penjelasanya

2.3. Jenis-Jenis Baja Karbon.

Logam merupakan salah satu jenis material yang banyak terdapat di bumi, logam dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan. Logam yang terdapat di

bumi seringkali ditemukan berasosiasi dengan mineral logam lain sehingga diperlukan pemisahan mineral dengan berbagai macam proses.

Setiap logam memiliki karakteristik yang berbeda sehingga untuk mendapatkan spesifikasi yang kita inginkan, suatu logam dapat dipadu dengan dua atau lebih dari jenis logam lain. Di bawah ini merupakan beberapa dari jenis baja karbon dan kegunaannya.

Tabel 2.2. Klasifikasi Baja Karbon¹⁷

Jenis	Kandungan Karbon	Penggunaan Utama
Baja karbon rendah atau baja lunak	0,08% - 0,3%	Baja <i>roll</i> biasa atau plat baja, profil, pipa, gulungan
Baja karbon sedang	0,31% - 0,59%	Baja untuk struktur mesin, poros, roda gigi, baut, mur
Baja karbon tinggi atau baja keras	0,6% - 2,0%	Rel kereta, baja perkakas, baja pegas, baja alat ukur

2.3.1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah merupakan hasil paduan dari besi Fe dan karbon C dengan kadar karbon 0,08% - 0,3%. Baja karbon rendah memiliki keuletan, mampu tempa dan lebih unak sehingga baja jenis ini banyak diproduksi dengan bentuk lembaran plat yang memungkinkannya diberikan proses

¹⁷ Sunaryo.heri, "Teknik pengelasan kapal" jilid1, hal: 6

machining yang ekstrim yang tidak bisa di aplikasikan pada baja karbon tinggi seperti di *bending*, *roll forming*, dan *straighttenning*.

2.3.2. Baja Karbon Tinggi Dan Baja Karbon Menengah

Baja karbon tinggi memiliki kadar karbon antara 0,6% - 2% sehingga memiliki karakteristik bahan yang keras dan getas. Baja jenis ini banyak diaplikasikan untuk poros, kawat pegas, cetakan logam, end mill dan alat-alat potong, sedangkan baja karbon menengah memiliki kadar karbon 0,31% - 0,59%.

2.4. Perancangan Produk

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk¹⁸. Proses penyambungan pipa selama ini masih menggunakan cara manual yakni memutar pipa yang dilas dengan tangan. Untuk memudahkan proses penyambungan pipa tersebut, maka perlu dibuat alat bantu pengelasan sambungan pipa. Sebelum pembuatan alat dilaksanakan, alat perlu dirancangan terlebih dahulu. Perancangan alat dimulai dengan didapatkannya kebutuhan mengenai produk ini, lalu penciptaan konsep produk, perancangan, pengembangan dan penyempurnaan produk.

Alat bantu pengelasan sambungan pipa untuk posisi 1 GR ini pada dasarnya bertujuan untuk mempermudah proses penyambungan pipa dengan menggunakan las. Pembuatan ini sejalan dengan proses perancangan produk yakni

¹⁸ H. Darmawan Harsokusoemo, Pengantar Perancangan Teknik (Bandung: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, 2000), Hal: 1

dimulai dengan didapatkannya persepsi tentang kebutuhan manusia¹⁹. Setelah penemuan kebutuhan ini, dibuatlah konsep dari alat ini. Dalam merancang, digunakan ilmu pengetahuan, ilmu dasar teknik, pengetahuan empirik dan hasil-hasil penelitian yang dibutuhkan untuk perancangan .

2.5. Analisa Konstruksi

Perancangan konstruksi alat bantu pengelasan sambungan pipa meliputi kecepatan putar pipa, daya motor, konstruksi poros, *pulley*, sabuk dan pasak.

2.5.1. Kecepatan Putar Pipa (v pipa)

Penentuan kecepatan putar pipa didasarkan pada ukuran diameter pipa, yaitu:

$$V_{\text{pipa}} = \frac{v_{\text{joint}}}{C_{\text{pipa}}} \quad (2.1)$$

Dimana:

V_{pipa} = Kecepatan putar pipa

v_{joint} = Kecepatan penyambungan pipa (cm/menit)

C_{pipa} = Keliling pipa

2.5.2. Daya Motor

Daya motor dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = T \times \omega t \quad (2.2)$$

Dimana:

¹⁹ *Ibid*

$P = \text{Daya motor (Hp)}$

$T = \text{Torsi (N-m)}$

$\omega t = \text{Percepatan sudut (rad/sec)}^{20}$

Rumus torsi adalah:

$$T = i \times \alpha \quad (2.3)$$

Dimana:

$T = \text{Torsi (Nm)}$

$i = \text{Momen inersia (Kg.m}^2\text{)}$

$\alpha = \text{Percepatan sudut (rad/sec}^2\text{)}$

dan untuk percepatan sudut adalah:

$$\omega t = \omega^0 + \alpha \cdot t$$

maka:

$$\alpha = \frac{\omega t}{t} \quad (2.4)$$

dimana:

$\omega t = \text{Percepatan sudut saat waktu } t \text{ (rad/sec)}$

$t = \text{Waktu (sec)}$

Momen inersia plat dihitung dengan:

$$i = \frac{1}{2}m(r_1^2 + r_2^2) \quad (2.5)$$

Dimana:

$i = \text{Momen inersia (Kg.m}^2\text{)}$

$m = \text{Massa pipa baja (Kg)}$

²⁰ David H. Myszka, *Machines & Machinesms*, (Dayton: Pearson Educational International, 2005), Hal: 244

r_1 = Jari –jari dalam pipa baja (m)

r_2 = Jari –jari luar pipa baja (m)²¹

Massa pipa baja dapat ditentukan dengan:

$$m = \rho \times V \quad (2.6)$$

Dimana:

m = Massa pipa baja (Kg)

ρ = Massa jenis pipa baja (Kg/m³)

V = Volume pipa (m³)

volume pipa baja adalah:

$$V = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot l \quad (2.7)$$

Dimana:

V = Volume pipa (m³)

D = Diameter luar pipa (m)

d = Diameter dalam pipa (m)

l = Panjang pipa (m)

Perhitungan daya motor ini bertujuan untuk menentukan daya motor yang akan digunakan pada alat ini.

2.5.3. Konstruksi Poros

Untuk menentukan diameter poros dari alat ini, ditentukan berdasarkan rumus:

$$ds = \left[\frac{5,1}{\tau_a} (KtCbT) \right]^{1/3} \quad (2.8)$$

²¹ *Ibid*, Hal: 247

Dimana:

τ_a = Tegangan geser yang diizinkan (Kg/mm²)

Kt = Faktor koreksi momen punter

Cb = Faktor koreksi beban lentur

T = Momen punter (Kg.mm)

Tegangan geser yang diizinkan:

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{(Sf_1 \times Sf_2)} \quad (2.9)$$

Dimana :

σ_b = Kekuatan tarik (kg/mm²)

Sf_1 = Faktor keamanan

Sf_2 = Faktor pengaruh konsentrasi tegangan²²

2.5.4. Pulley

Diameter *pulley* penggerak yang akan digunakan dapat dihitung dari:

$$D_2 = \frac{n_1 \times D_1}{n_2} \quad (2.10)$$

Dimana:

D_1 = Diameter *pulley* pada motor (mm)

D_2 = Diameter *pulley* pada poros (mm)

n_1 = Kecepatan putar pada motor (rpm)

n_2 = Kecepatan putar pada poros (rpm)²³

²² Sularso, Elemen Mesin (Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2004), Hal: 8

²³ Ibid, Hal: 166

2.5.5. Sabuk

Untuk mentransmisikan daya antar poros pada alat ini, digunakan transmisi sabuk. Transmisi sabuk yang digunakan adalah model transmisi sabuk-V. Pemilihan model sabuk-V ini didasarkan karena sabuk-V paling banyak digunakan di pabrik dan bengkel dan juga model sabuk ini dapat mentransmisikan daya dengan baik antara satu *pulley* dengan *pulley* yang lain.²⁴ Berdasarkan pada daya yang akan ditransmisikan, maka sabuk yang akan digunakan adalah sabuk-V tipe A.

Panjang sabuk yang akan digunakan ditentukan berdasarkan:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{1}{4C}(D_1 - D_2)^2 \quad (2.11)$$

Dimana:

L = Panjang sabuk (mm)

C = Jarak antara sumbu poros (mm)

D₁ = Diameter *pulley* pada poros (mm)

D₂ = Diameter *pulley* pada motor (mm)

Koreksi jarak antar sumbu dapat dikoreksi dengan:

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_2 - D_1)^2}}{8}$$

$$b = 2L - \pi(D_2 - D_1)$$

Kecepatan linier pada sabuk-V:

$$V = \frac{D_1 \cdot n_1}{60 \times 1000}$$

Besar sudut kontak sabuk (θ):

²⁴ R.S. Khurmi, J.K. Gupta, *Op. Cit*, Hal: 678

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_2 - D_1)}{C}$$

Dan untuk jumlah sabuk:

$$N = \frac{Pd}{PxK_\theta} \quad (2.12)$$

Dimana:

N = Jumlah sabuk

Pd = Daya rencana (Hp)

P = Daya yang ditransmisikan (Hp)

K_θ = Faktor koreksi sudut²⁵

2.5.6. Pasak

Besarnya pasak yang digunakan pada alat ini ditentukan berdasarkan:

$$b = \frac{ds}{4} \quad (2.13)$$

Dimana:

b = Lebar pasak (mm)

ds = diameter poros (mm)

tinggi pasak:

$$t_1 = \frac{ds}{8} \quad (2.14)$$

Dimana:

t_1 = Tinggi pasak (mm)

Ds = diameter poros (mm)²⁶

²⁵ Ir. Sularso, *Op. Cit*, Hal: 173

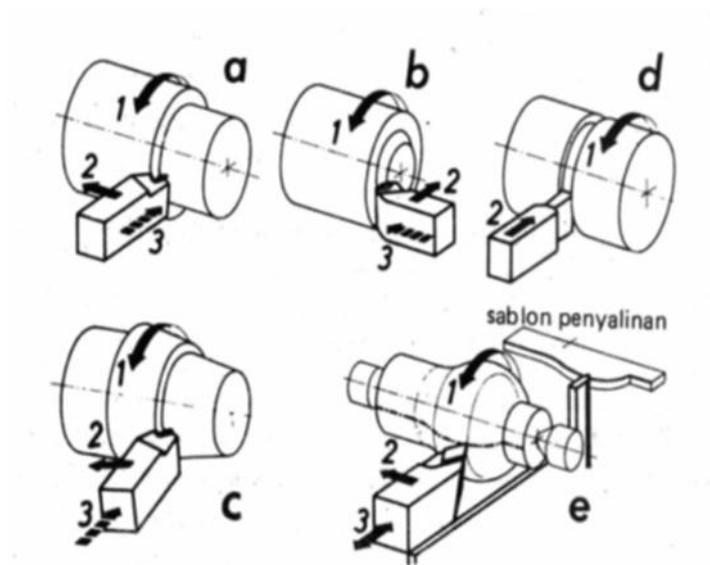
²⁶ *Ibid*, hal: 9

2.6. Mesin Bubut.

Mesin bubut merupakan mesin yang digunakan untuk melakukan pemakanan (*feeding*) material berbentuk silinder. Mesin bubut bekerja dengan cara memutar material kemudian pahat bergerak melakukan pemakanan secara sejajar dengan sumbu putar dari material silinder.

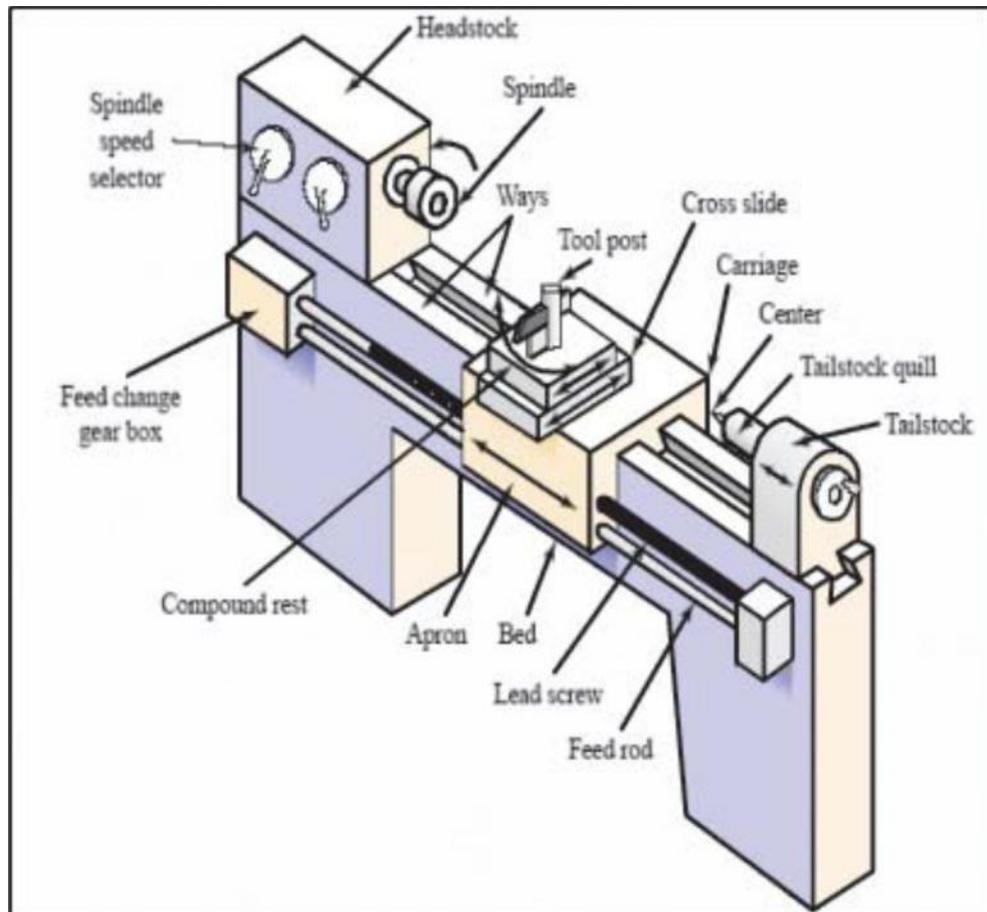
2.6.1. Proses Pembubutan

Proses mesin bubut ini dengan cara memutar benda kerja yang kemudian disayat dengan pahat membentuk serpihan. Proses mesin bubut dapat dilihat pada Gambar di bawah ini :



Gambar 2.5. Proses Pembubutan

Bagian - bagian mesin bubut diperlihatkan pada Gambar dibawah ini :



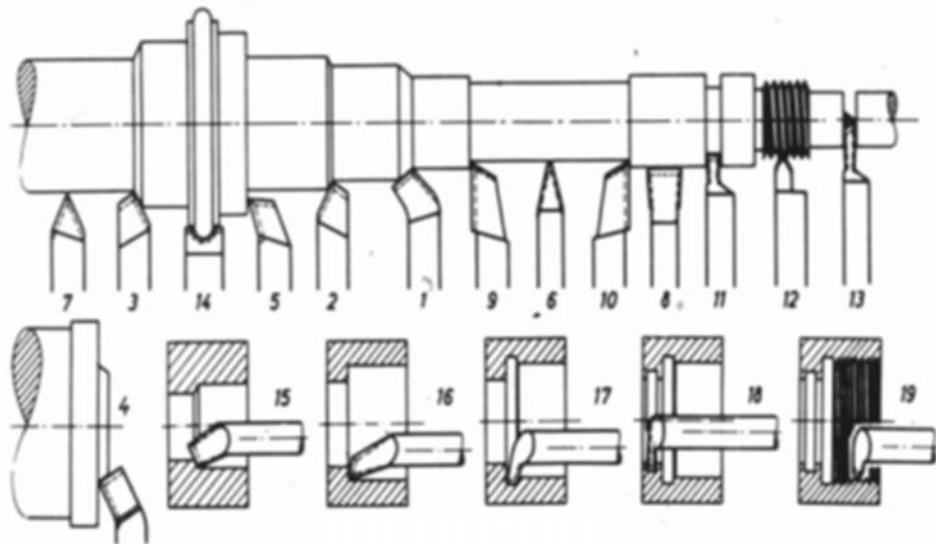
Gambar 2. 6. Bagian - Bagian Mesin Bubut.

- a. *Head Stock*, digunakan untuk dudukan cekam.
- b. *Bed*, digunakan sebagai landasan *Tail Stock*.
- c. *Tail Stock*, digunakan untuk mencari titik pusat benda kerja, sebagai dudukan mata bor, dan *reamer*.
- d. *Carriage*, sebagai tempat kedudukan pahat bubut.
- e. *Feed Machanisme*, berfungsi untuk menggerakkan pahat secara otomatis baik memanjang maupun melintang.

- f. *Thread Machanisme*, digunakan untuk proses pembuatan ulir.
- g. *Chuck*, sebagai tempat kedudukan material.

2.6.2. Jenis Dan Fungsi Pahat Bubut.

Pahat bubut berfungsi untuk menyayat permukaan yang berbentuk silinder. Pahat bubut dibuat dengan bahan dan ukuran tertentu agar dapat menyayat material sesuai bentuk yang diinginkan. Di bawah ini terdapat beberapa jenis pahat bubut sesuai dengan fungsinya.



Gambar 2.7. Jenis Jenis Pahat Bubut

Fungsi dari macam – macam pahat bubut adalah sebagai berikut :

- a. Pahat kiri, berfungsi untuk membusut cemper permukaan silinder.
- b. Pahat potong, berfungsi untuk memotong benda kerja seteh selesai dikerjakan.
- c. Pahat kanan, berfungsi untuk membusut tirus atau cemper permukaan silinder.

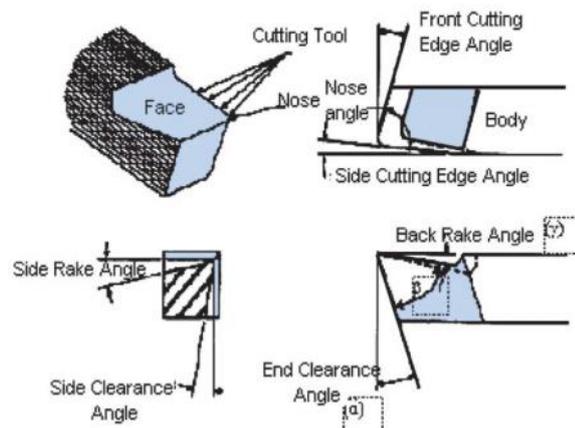
- d. Pahat rata, berfungsi untuk meratakan permukaan silinder.
- e. Pahat radius, berfungsi untuk membubut sudut permukaan agar terbentuk setengah lingkaran atau radius.
- f. Pahat alur, berfungsi untuk membuat alur permukaan benda kerja.
- g. Pahat ulir, berfungsi untuk membentuk alur segi tiga sehingga membentuk ulir.
- h. Pahat muka, berfungsi untuk membubut cemper kanan.
- i. Pahat kasar, berfungsi untuk membubut rata permukaan awal.

Setiap pahat bubut di desain memiliki geometris tertentu. Hal ini bertujuan agar pada saat melakukan penyayatan, tatal yang dihasilkan tidak mengarah ke operator mesin. Pembuatan geometris pahat bubut harus disesuaikan dengan literatur yang telah ditentukan. Dibawah ini terdapat ukuran sudut yang dapat digunakan sebagai acuan mengasah pahat.

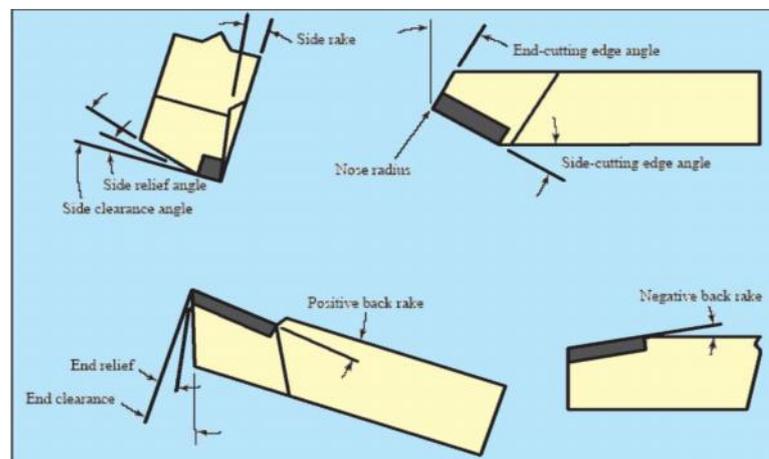
2.6.3. Geometri Pahat Bubut

Geometri/bentuk pahat bubut terutama tergantung pada material benda kerja dan material pahat. Untuk pahat bubut bermata potong tunggal, sudut pahat yang paling pokok adalah sudut beram (*rake angle*), sudut bebas (*clearance angle*), dan sudut sisi potong (*cutting edge angle*). Sudut-sudut pahat HSS dibentuk dengan cara diasah menggunakan mesin gerinda pahat (*Tool Grinder Machine*). Selain geometri pahat tersebut pahat bubut bisa juga diidentifikasi berdasarkan letak sisi potong (*cutting edge*) yaitu pahat tangan kanan (*Right-hand tools*) dan pahat tangan kiri (*Left-hand tools*).

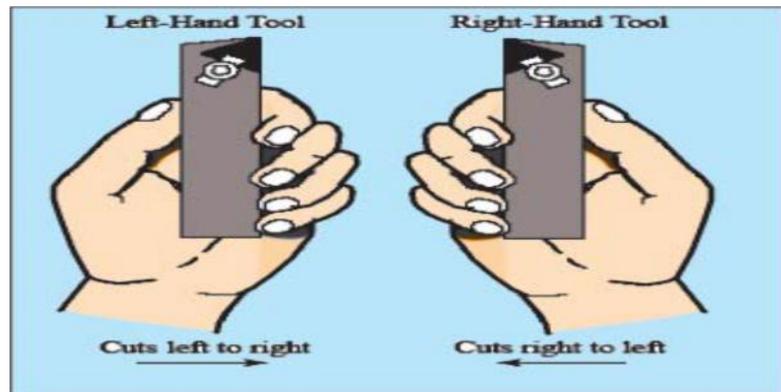
Berikut ini adalah Gambar macam-macam geometri pahat bubut yang biasa digunakan dan adajuga jenis pahat bubut sisipan atau *insert* adalah sebagai berikut :



Gambar 2.8. Geometri pahat bubut HSS



Gambar 2.9. Geometri pahat bubut sisipan (insert)



Gambar 2.10. Pahat tangan kanan dan pahat tangan kiri

2.6.4. Kecepatan Potong

Pada proses pengerjaan dengan mesin bubut, diperlukan nilai kecepatan potong, dan kecepatan pemakanan yang sesuai. Kecepatan potong (V_c) adalah kecepatan gerak maju pahat terhadap panjang benda kerja sehingga mampu menyayat benda kerja dengan aman, dan menghasilkan tatalan dengan panjang/waktu (m/menit). Sedangkan kecepatan pemakanan (F) adalah kecepatan gerak maju terhadap titik pusat benda kerja. Kecepatan potong dan kecepatan pemakanan dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$V_c = \frac{\pi d n}{1000} \text{ m / menit} \quad (2.15)$$

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi d} \text{ put / menit} \quad (2.16)$$

Keterangan :

V_c = Kecepatan potong (m/menit).

d = Diameter benda kerja (mm).

n = Kecepatan putar spindel (rpm).

= 3,14

Tidak semua jenis material dapat diberikan kecepatan potong dan kecepatan pemakanan yang sama. Hal ini dipengaruhi beberapa faktor diantaranya adalah :

1. Jenis material benda berbeda.
2. Jenis material alat potong.
3. Kecepatan putaran.
4. Diameter benda kerja.

Selain kecepatan potong, dan kecepatan pemakanan, waktu potong diperlukan untuk mengetahui lamanya pengerjaan suatu material dengan mesin bubut yang digunakan. Waktu potong dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$t_c = \frac{L.i}{F.n} \quad (2.17)$$

Dimana:

t = Waktu potong (menit).

L = Panjang benda kerja (mm).

i = Frekuensi pemakanan.

f = *Feed* (mm/putaran)

n = kecepatan putar *spindel* (rpm)

Sedangkan ke dalam pemotongan diperlukan untuk mengetahui tebal material yang harus disayat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C_d = \frac{d-d_1}{2} \quad (2.18)$$

Dimana :

C_d = Kedalaman pemotongan (mm)

d = Diameter awal benda kerja (mm)

d_1 = Diameter akhir benda kerja (mm)

Volume total yang terbuang di definisikan dengan (V_r) dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

$$V_r = C_d \times F \times N \quad (2.19)$$

Dimana :

V_r = Volume total yang terbuang (mm).

F = kecepatan penyayatan (mm/menit).

N = kecepatan putar (rpm).

C_d = Kedalaman pemotongan (mm).

Selain menggunakan rumus di atas kecepatan potong, dan kecepatan pemakanan dapat diketahui dengan menggunakan Tabel dibawah ini :

Tabel 2.3. Kecepatan Potong Pahat HSS Untuk Mesin Bubut.²⁷

Material	Pembuatan dan Pengeboran				Penguliran	
	Pekerjaan Kasar		Pekerjaan Penyelesaian			
	m/menit	ft/min	m/min	ft/min	m/min	ft/min
Baja Mesin	27	90	30	00	11	35
Baja Perkakas	21	70	27	90	9	30
Baja Tuang	18	60	24	80	8	25
Perunggu	27	90	30	100	8	25
Aluminium	61	200	93	300	19	60

Selain Tabel kecepatan potong, terdapat pula Tabel kecepatan pemakanan seperti di bawah ini:

²⁷ Sumbodo, wirawan. Op.,Cit., Hal:309

Tabel. 2.4. Kecepatan pemakanan pada pahat bubut.²⁸

Material	Pekerjaan Kasar		Pekerjaan Penyelesaian	
	mm/min	Inc/min	mm/min	Inc/min
Baja Mesin	0,25-0,50	0,010-0,020	0,70-0,25	0,003-0,010
Baja Perkakas	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Baja Tuang	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,30	0,005-0,012
Perunggu	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,25	0,003-0,010
Aluminium	0,40-0,75	0,015-0,030	0,13-0,25	0,005-0,010

2.6.5. Cairan Pendingin.

Cairan pendingin diperlukan dalam proses pengerjaan di mesin bubut dan *frais*, dan *grinding*. Cairan ini berfungsi untuk menurunkan suhu, memperkecil gaya gesek berlebihan antara pahat dengan benda kerja, dan memperhalus permukaan benda kerja karena saat pahat melakukan penyayatan terhadap benda kerja, terjadi kenaikan suhu yang sangat cepat. Suhu yang terus meningkat ini lama kelamaan akan memberikan perlakuan panas terhadap benda kerja sehingga benda kerja akan semakin keras sehingga membuat pendek umur pahat.

Di bawah ini adalah jenis - jenis cairan pendingin yang disarankan beberapa material benda kerja.

Tabel 2.5. Jenis-Jenis Cairan Pendingin Untuk Beberapa Material Benda Kerja.²⁹

Material	Drilling	Reaming	Tepping	Turning	Threading	Milling
Alluminium	Soluble	Soluble	Soluble		SolubleOil	Soluble

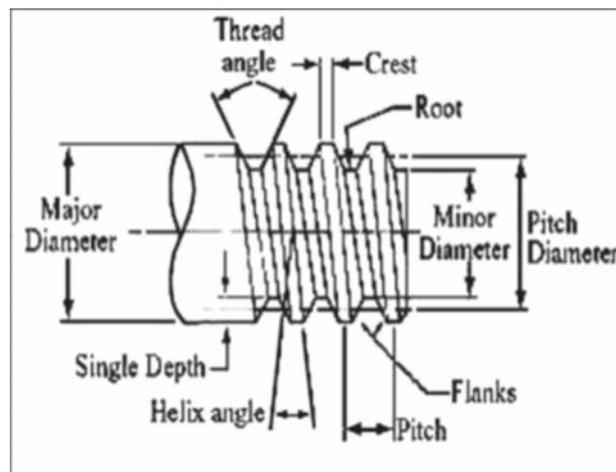
²⁸ Sumbodo, wirawan. Op.,Cit.,Hal:309

²⁹ Widarto. "Teknik Pemesinan".jilid2.Hal:30

	Oil Kerosene Kerosene AndLard Oil	Oil Kerosene Mineral Oil	Oil Mineral Oil	Soluble Oil	Kerosene AndLard Oil	Oil Lard oil Lard or Mineral Oil
Brass	Dry Soluble Oil Kerosene AndLard Oil	Soluble Oil Dry	Soluble Oil Lard Oil Dry	Soluble Oil	SolubleOil Lard Oil	Soluble Oil Dry
Bronze	Dry Soluble Oil Kerosene AndLard Oil	Soluble Oil Lard Oil Dry	Soluble Lard Oil Lard Oil Dry	Soluble Oil	SolubleOil Lard Oil	Soluble Oil Dry
Cast Iron	Dry Soluble Oil Dry jet	Soluble Oil Mineral Lard Oil	Mineral Lard Oil	Soluble Oil Mineral Lard-Oil Dry	Dry Soluble Oil	Dry Soluble Oil
Copper	Dry Soluble Oil or Lard Oil Kerosene	Soluble Oil Lard Oil Dry	Soluble Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil	Soluble Oil Lard Oil	Soluble Oil Dry
Malleable Iron	Dry Soda Water	Dry Soda Water	Soluble Oil	Soluble Oil	Lard Oil Soda Water	Dry Soda Water
Monel Metal	Soluble Oil Lard Oil	Soluble Oil Lard Oil	Mineral Oil Sulfurized Oil	Soluble Oil	Lard Oil	Soluble Oil
Steel Eloy	Soluble Oil Sulfurized Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil Mineral Oil	Soluble Oil	Lar Oil Sulfurized Oil	Lard Oil Mineral Lard Oil
Steel Forging Low Carbon	Soluble Oil Sulfurized Lar Oil Lard Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil Minral Lard Oil	Soluble Oil Lard Oil	Soluble Oil	Soluble Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil Mineral Lard Oi
Tool Steel	Soluble Oil Sulfurized Oil Mineral Lard Oil	Soluble Oil Sulfurized Oil Lard Oil	Mineral Lard Oil Sulfurized Oil	Soluble Oil	Lard Oil Sulfurized Oil	Soluble Oil Lard Oil

2.6.6. Perencanaan Proses Membubut Ulir

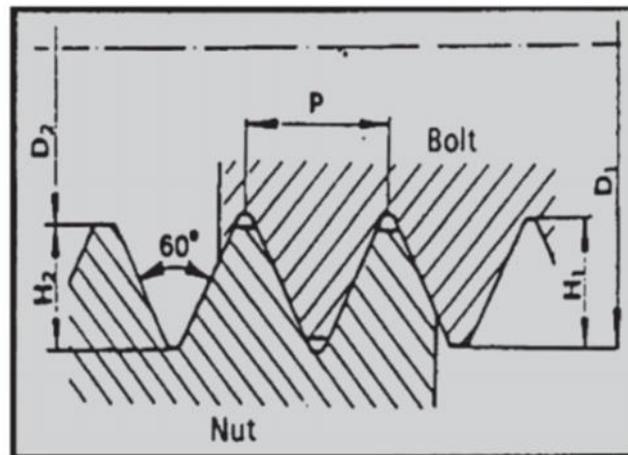
Proses pembuatan ulir bisa dilakukan pada mesin bubut. Pada mesin bubut manual proses pembuatan ulir kurang efisien, karena pengulangan pemotongan harus dikendalikan secara manual, sehingga proses pembubutan lama dan hasilnya kurang presisi. Dengan mesin bubut yang dikendalikan *Computer Numeric Control* (CNC) proses pembubutan ulir menjadi sangat efisien dan efektif, karena sangat memungkinkan membuat ulir dengan kisar (*pitch*) yang sangat bervariasi dalam waktu relatif cepat dan hasilnya presisi. Nama - nama bagian ulir dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 2.11. Nama – Nama Bagian Ulir

Ulir segi tiga tersebut bisa berupa ulir tunggal atau ulir ganda. Pahat yang digunakan untuk membuat ulir segi tiga ini adalah pahat ulir yang sudut ujung pahatnya sama dengan sudut ulir atau setengah sudut ulir. Untuk ulir metris sudut ulir adalah 60° , sedangkan ulir *whitworth* sudut ulir 55° . Identifikasi ulir biasanya ditentukan berdasarkan diameter mayor dan kisar

ulir (Tabel 2.6). Misalnya ulir $M5 \times 0,8$ berarti ulir metris dengan diameter mayor 5 mm dan kisar (*pitch*) 0,8 mm. Perhatikan Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Ulir Segi Tiga

Tabel 2.6. Dimensi Ulir *Metris*³⁰

Thread designation	Pitch P	Bolt		Nut	
		Nominal diameter D_1	Thread height H_1	Core diameter D_2	Thread height H_2
M3	0,5	3,00	0,337	2,459	0,285
M3,5	0,6	3,50	0,416	2,850	0,355
M4	0,7	4,00	0,490	3,242	0,414
M4,5	0,75	4,50	0,529	3,688	0,448
M5	0,8	5,00	0,551	4,134	0,479
M6	1,0	6,00	0,717	4,917	0,609
M8	1,25	8,00	0,907	6,647	0,771
M10	1,5	10,00	1,100	8,376	0,934
M12	1,75	12,00	1,285	10,106	1,098
M14	2,0			11,835	1,257
M16	2,0			13,835	1,257

³⁰Widarto. "Teknik Pemesinan". jilid1.Hal:173

Selain ulir *Metris* pada mesin bubut bisa juga dibuat ulir *whitworth* (sudut ulir 55°). Identifikasi ulir ini ditentukan oleh diameter mayor ulir dan jumlah ulir tiap *inchi*. Misalnya untuk ulir *Whitwoth* 3/8" jumlah ulir tiap *inchi* adalah 16 (kisarnya 0,0625"). Tabel ulir *whitwoth*:

Tabel 2.7. Dimensi Ulir *Whitworth*³¹

Thread designation	Turns per inch	Pitch P	Bolt		Nut	
			Nominal diameter D_1	Thread height H_1	Core diameter D_2	Thread height H_2
.112 (4)	40	0,0250	0,1120	0,0174	0,0813	0,0147
.125 (5)	40	0,0250	0,1250	0,0174	0,0943	0,0147
.138 (6)	32	0,0313	0,1380	0,0243	0,0997	0,0188
.164 (8)	32	0,0313	0,1640	0,0243	0,1257	0,0188
.190 (10)	24	0,0417	0,1900	0,0330	0,1389	0,0252
.216 (12)	24	0,0417	0,2160	0,0330	0,1649	0,0252
1/4	20	0,0500	0,2500	0,0386	0,1887	0,0309
5/16	18	0,0556	0,3125	0,0447	0,2443	0,0346
3/8	16	0,0625	0,3750	0,0502	0,2983	0,0391
7/16	14	0,0714	0,4375	0,0577	0,3499	0,0449
1/2	13	0,0769			0,4056	0,0485
9/16	12	0,0833			0,4603	0,0526
5/8	11	0,0909			0,5135	0,0576

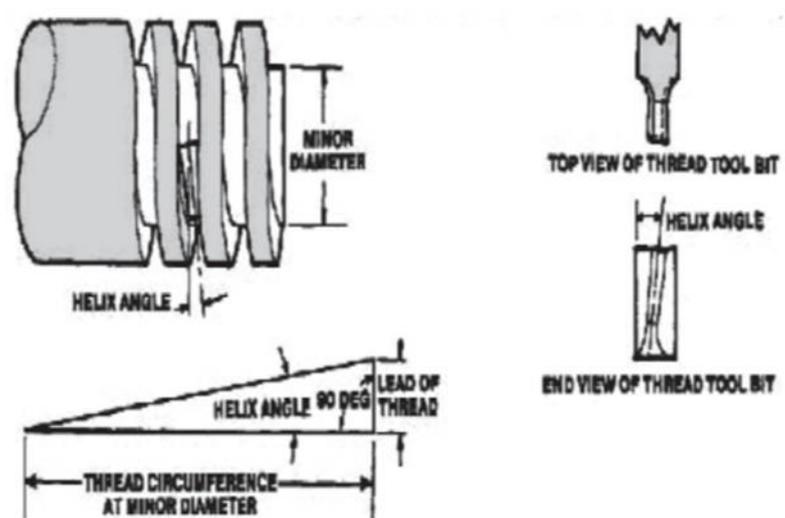
$$1'' = 25,4 \text{ mm}$$

Selain ulir segitiga, pada mesin bubut bisa juga dibuat ulir segi empat.

Ulir segi empat ini biasanya digunakan untuk ulir daya. Dimensi utama dari

³¹Widarto. "Teknik Pemesinan", jilid1.Hal:174

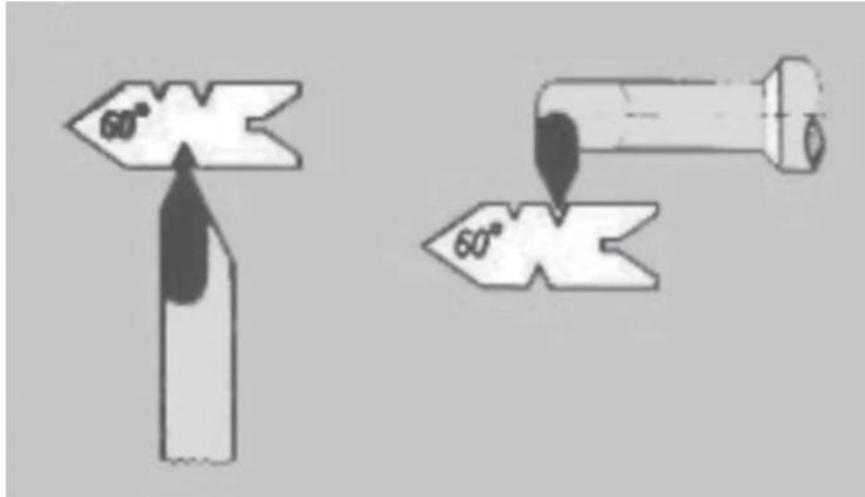
ulir segi empat pada dasarnya sama dengan ulir segi tiga yaitu: diameter mayor, diameter minor, kisar (*pitch*), dan sudut *helix*. Pahat yang digunakan untuk membuat ulir segi empat adalah pahat yang dibentuk (diasah) menyesuaikan bentuk alur ulir segi empat dengan pertimbangan sudut *helix* ulir. Pahat ini biasanya dibuat dari HSS atau pahat sisipan dari bahan karbida.



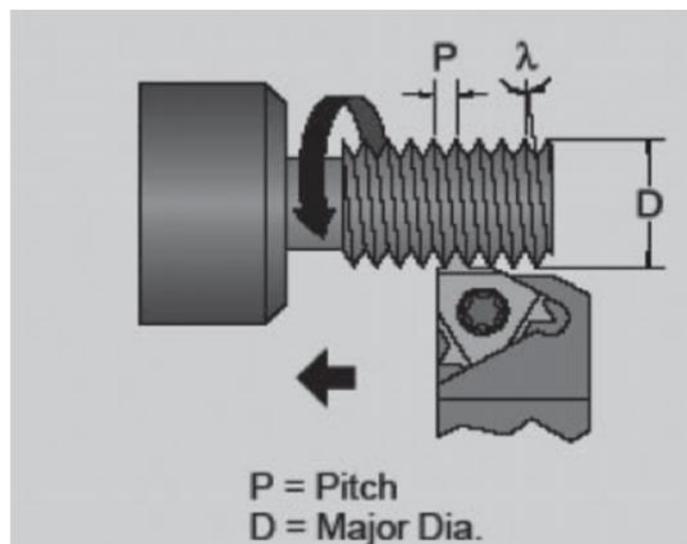
Gambar 2.13. Ulir segi empat

2.6.7. Pahat Ulir

Pada proses pembuatan ulir dengan menggunakan mesin bubut manual pertama-tama yang harus diperhatikan adalah sudut pahat. Pada Gambar 2.14. ditunjukkan bentuk pahat ulir metris dan alat untuk mengecek besarnya sudut tersebut (60°). Pahat ulir pada Gambar tersebut adalah pahat ulir luar dan pahat ulir dalam. Selain pahat terbuat dari HSS pahat ulir yang berupa sisipan ada yang terbuat dari bahan karbida (Gambar 2.10.).

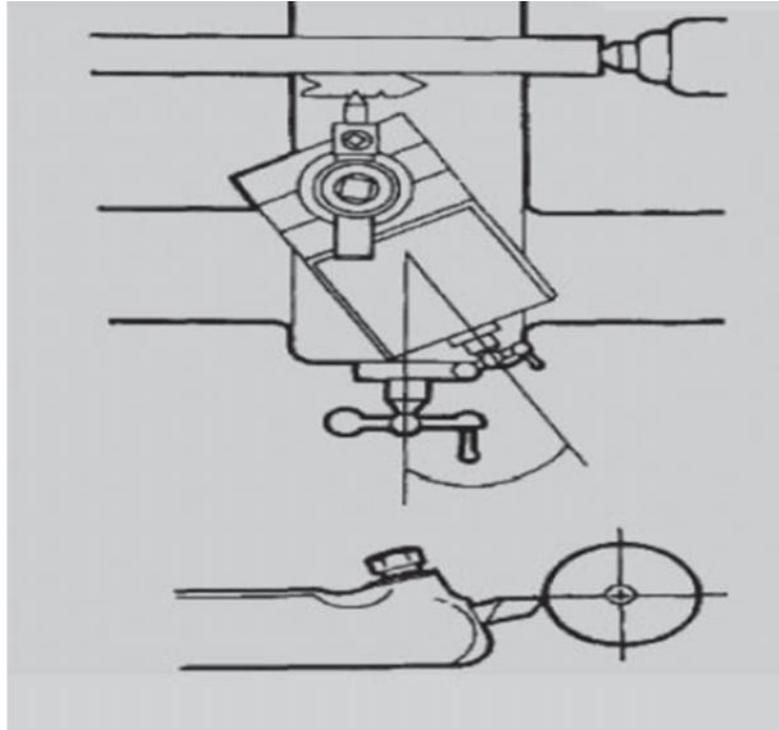


Gambar 2.14. Pahat ulir metris dan mal ulir untuk ulir luar dan ulir dalam



Gambar 2.15. Proses pembuatan ulir luar dengan pahat sisipan

Setelah pahat dipilih, kemudian dilakukan setting posisi pahat terhadap benda kerja. *Setting* ini dilakukan terutama untuk mengecek posisi ujung pahat bubut terhadap sumbu.



Gambar 2.16. *Setting* pahat bubut untuk proses pembuatan ulir luar

Setelah itu dicek posisi pahat terhadap permukaan benda kerja, supaya diperoleh sudut ulir yang simetris terhadap sumbu yang tegak lurus terhadap sumbu benda kerja (Gambar 2.16).

Parameter pemesinan untuk proses bubut ulir berbeda dengan bubut rata. Hal tersebut terjadi karena pada proses pembuatan ulir harga gerak makan (f) adalah kisar (*pitch*) ulir tersebut, sehingga putaran spindel tidak terlalu tinggi (secara kasar sekitar setengah dari putaran spindel untuk proses bubut rata). Perbandingan harga kecepatan potong untuk proses bubut rata (*stright turning*) dan proses bubut ulit (*threading*) dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Kecepatan Potong Proses Bubut Rata dan Proses Bubut Ulir untuk
Pahat HSS³²

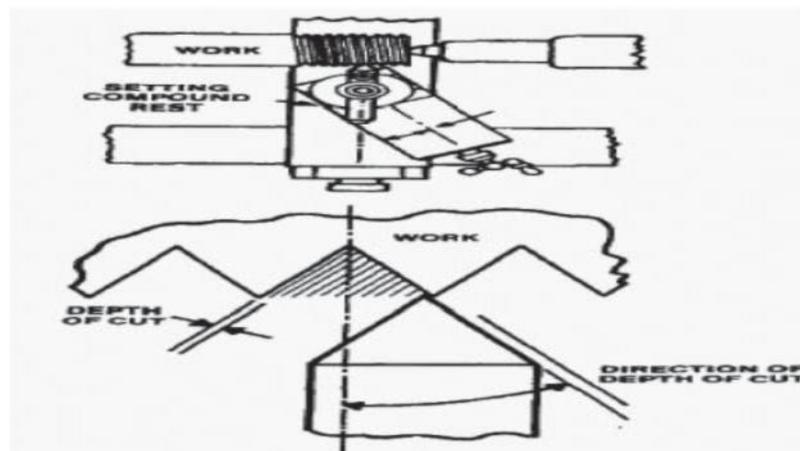
MATERIAL	STRAIGHT TURNING SPEED		THREADING SPEED	
	FEET PER MINUTE	METERS PER MINUTE	FEET PER MINUTE	METERS PER MINUTE
LOW CARBON STEEL	80–100	24.4–30.5	35–40	10.7–12.2
MEDIUM CARBON STEEL	60–80	18.3–24.4	25–30	4.6–6.1
HIGH CARBON STEEL	35–40	10.7–12.2	15–20	4.6–6.1
STAINLESS STEEL	40–50	12.2–15.2	15–20	4.6–6.1
ALUMINUM AND ITS ALLOYS	200–300	61.0–91.4	50–60	15.2–18.3
ORDINARY BRASS AND BRONZE	100–200	30.5–61.0	40–50	12.2–15.2
HIGH TENSILE BRONZE	40–60	12.2–18.3	20–25	6.1–7.6
CAST IRON	50–80	15.2–24.4	20–25	6.1–7.6
COPPER	80–80	18.3–24.4	20–25	6.1–7.6

2.6.8. Langkah Penyayatan Ulir

Supaya dihasilkan ulir yang halus permukaannya perlu dihindari kedalaman potong yang relatif besar. Walaupun kedalaman ulir kecil (misalnya untuk ulir $M10 \times 1,5$, dalamnya ulir 0,934 mm), proses penyayatan tidak dilakukan sekali potong, biasanya dilakukan penyayatan antara 5 sampai 10 kali penyayatan ditambah sekitar 3 kali penyayatan kosong (penyayatan pada diameter terdalam). Hal tersebut karena pahat ulir melakukan penyayatan berbentuk V. Agar diperoleh hasil yang presisi dengan

³²Widarto. "Teknik Pemesinan". jilid1.Hal:177

proses yang tidak membahayakan operator mesin, maka sebaiknya pahat hanya menyayat pada satu sisi saja (sisi potong pahat sebelah kiri untuk ulir kanan, atau sisi potong pahat sebelah kanan untuk ulir kiri). Proses tersebut dilakukan dengan cara memiringkan eretan atas dengan sudut 29° untuk ulir metris. Untuk ulir *acme* dan ulir cacing dengan sudut 29° , eretan atas dimiringkan $14,5^\circ$. Proses penambahan kedalaman potong (*dept of cut*) dilakukan oleh eretan atas.

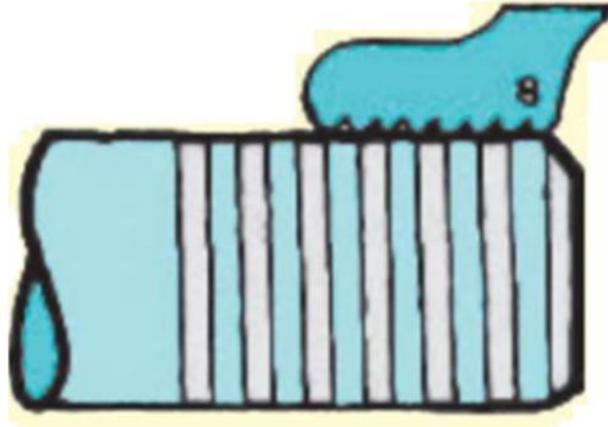


Gambar 2.17. Eretan atas diatur menyudut terhadap sumbu tegak lurus benda kerja dan arah pemakanan pahat bubut

Langkah-langkah proses bubut ulir dengan menggunakan mesin konvensional dilakukan dengan cara-cara berikut:

1. Memajukan pahat pada diameter luar ulir.
2. Setting ukuran pada handle ukuran eretan atas menjadi 0 mm.
3. Tarik pahat ke luar benda kerja, sehingga pahat di luar benda kerja dengan jarak bebas sekitar 10 mm di sebelah kanan benda kerja.
4. Atur pengatur kisar menurut Tabel kisar yang ada di mesin bubut, geser handle gerakan eretan bawah untuk pembuatan ulir.

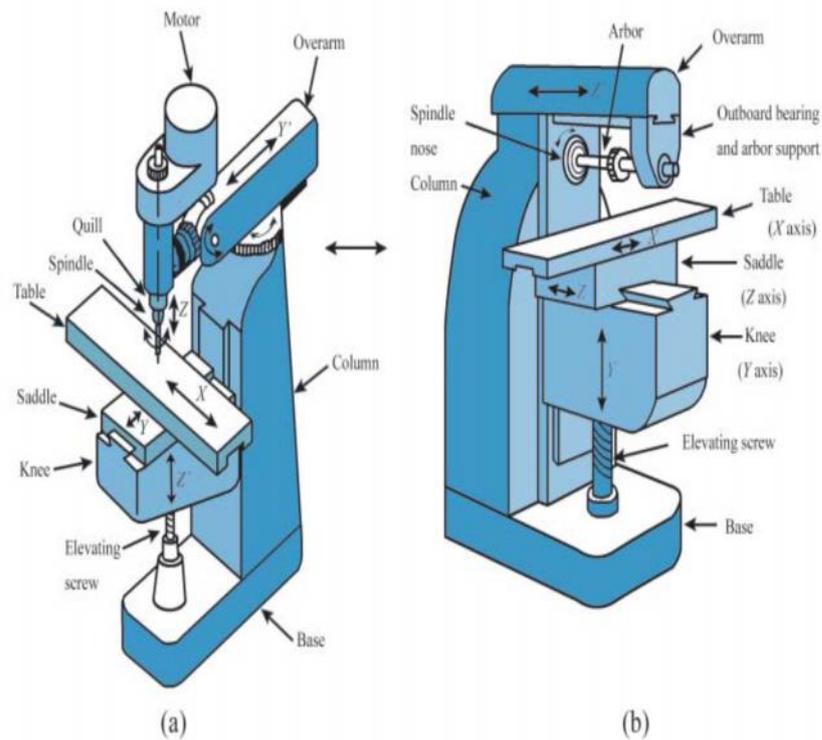
5. Masukkan pahat dengan kedalaman potong sekitar 0,1 mm.
6. Putar spindel mesin (kecepatan potong mengacu Tabel 6.8) sampai panjang ulir yang dibuat terdapat goresan pahat, kemudian hentikan mesin dan tarik pahat keluar.
7. Periksa kisar ulir yang dibuat (Gambar 2.18.) dengan menggunakan kaliber ulir (*screw pitch gauge*). Apabila sudah sesuai maka proses pembuatan ulir dilanjutkan. Kalau kisar belum sesuai periksa posisi handle pengatur kisar pada mesin bubut.
8. Gerakkan pahat mundur dengan cara memutar spindel arah kebalikan, hentikan setelah posisi pahat di depan benda kerja (Gerakan seperti gerakan pahat untuk membuat poros lurus).
9. Majukan pahat untuk kedalaman potong berikutnya dengan memajukan eretan atas.
10. (Langkah dilanjutkan seperti No. 7) sampai kedalaman ulir maksimal tercapai.
11. Pada kedalaman ulir maksimal proses penyayatan perlu dilakukan berulang-ulang agar beram yang tersisa terpotong semuanya.
12. Setelah selesai proses pembuatan ulir, hasil yang diperoleh dicek ukurannya (diameter mayor, kisar, diameter minor, dan sudut ulir).



Gambar 2.18. Pengecekan kisar ulir dengan kaliber ulir

2.7. Mesin Frais

Pemesinan frais (*milling*) adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong dengan mata potong berputar. Proses penyayatan dengan gigi potong yang banyak yang mengitari pisau ini bisa menghasilkan proses pemesinan lebih cepat. Permukaan yang disayat bisa berbentuk datar, menyudut, atau melengkung. Permukaan benda kerja bisa juga berbentuk kombinasi dari beberapa bentuk. Berikut ini adalah bentuk mesin frais, vertikal dan horisontal.



Gambar 2.19. Mesin frais vertikal dan Mesin frais horizontal

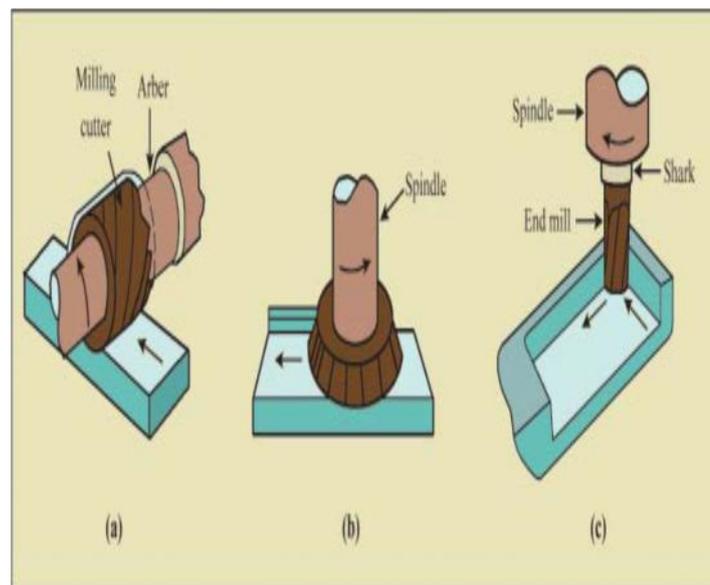
Mesin frais (Gambar 2.20) ada yang dikendalikan secara mekanis (konvensional manual) dan ada yang dengan bantuan CNC. Mesin konvensional manual posisi spindelnya ada dua macam yaitu horizontal dan vertikal.



Gambar 2.20. Mesin frais *turret* vertikal horizontal

2.7.1. Klasifikasi Proses Frais

Proses frais dapat diklasifikasikan dalam tiga jenis. Klasifikasi ini berdasarkan jenis pisau, arah penyayatan, dan posisi relatif pisau terhadap benda kerja seperti pada Gambar (Gambar 2.21.).



Gambar 2.21. Tiga klasifikasi proses frais: (a) Frais periperal (*slab milling*), (b) frais muka (*face milling*), dan (c) frais jari (*end milling*)

a. Frais Periperal (*Slab Milling*)

Proses frais ini disebut juga *slab milling*, permukaan yang difrais dihasilkan oleh gigi pisau yang terletak pada permukaan luar badan alat potongnya. Sumbu dari putaran pisau biasanya pada bidang yang sejajar dengan permukaan benda kerja yang disayat.

b. Frais Muka (*Face Milling*)

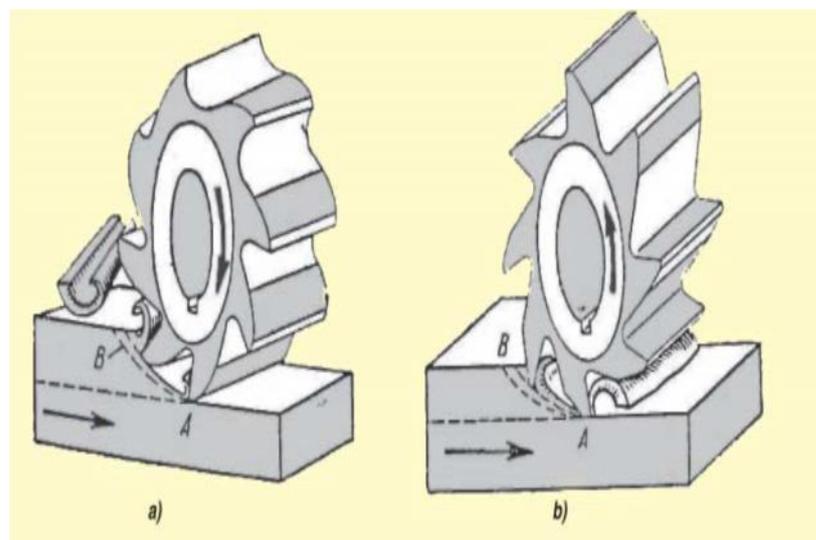
Pada frais muka, pisau dipasang pada spindel yang memiliki sumbu putar tegak lurus terhadap permukaan benda kerja. Permukaan hasil proses frais dihasilkan dari hasil penyayatan oleh ujung dan selubung pisau.

c. Frais Jari (*End Milling*)

Pisau pada proses frais jari biasanya berputar pada sumbu yang tegak lurus permukaan benda kerja. Pisau dapat digerakkan menyudut untuk menghasilkan permukaan menyudut. Gigi potong pada pisau terletak pada selubung pisau dan ujung badan pisau.

2.7.2. Metode Proses Frais

Metode proses frais ditentukan berdasarkan arah relatif gerak makan meja mesin frais terhadap putaran pisau (Gambar 2.22.). Metode proses frais ada dua yaitu frais naik dan frais turun.



Gambar 2.22. (a) Frain naik (*up milling*) dan (b) Frais turun (*down milling*)

a. Frais Naik (*Up Milling*)

Frais naik biasanya disebut frais konvensional (*conventional milling*). Gerak dari putaran pisau berlawanan arah terhadap gerak makan meja mesin

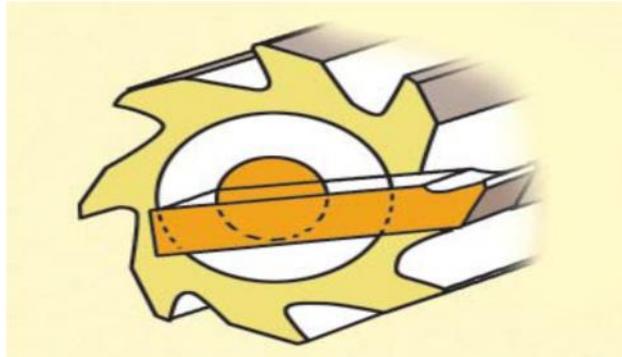
frais (Gambar 2.22.). Sebagai contoh, pada proses frais naik apabila pisau berputar searah jarum jam, benda kerja disayat ke arah kanan. Penampang melintang bentuk beram (*chips*) untuk proses frais naik adalah seperti koma diawali dengan ketebalan minimal kemudian menebal. Proses frais ini sesuai untuk mesin frais konvensional atau manual, karena pada mesin konvensional *backlash* ulir transportirnya relatif besar dan tidak dilengkapi *backlash compensation*.

b. Frais Turun (*Down Milling*)

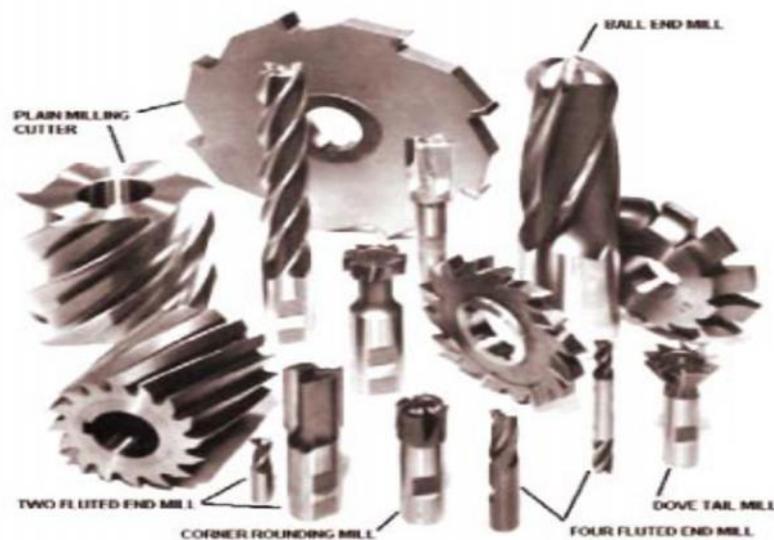
Proses frais turun dinamakan juga *climb milling*. Arah dari putaran pisau sama dengan arah gerak makan meja mesin frais. Sebagai contoh jika pisau berputar berlawanan arah jarum jam, benda kerja disayat ke kanan. Penampang melintang bentuk beram (*chips*) untuk proses frais naik adalah seperti koma diawali dengan ketebalan maksimal kemudian menipis. Proses frais ini sesuai untuk mesin frais CNC, karena pada mesin CNC gerakan meja dipandu oleh ulir dari bola baja, dan dilengkapi *backlash compensation*. Untuk mesin frais konvensional tidak direkomendasikan melaksanakan proses frais turun, karena meja mesin frais akan tertekan dan ditarik oleh pisau.

Proses pemesinan dengan mesin frais merupakan proses penyayatan benda kerja yang sangat efektif, karena pisau frais memiliki sisi potong jamak. Apabila dibandingkan dengan pisau bubut, maka pisau frais analog dengan beberapa buah pisau bubut (Gambar 2.23.). Pisau frais dapat melakukan penyayatan berbagai bentuk benda kerja, sesuai dengan pisau

yang digunakan. Proses meratakan bidang, membuat alur lebar sampai dengan membentuk alur tipis bisa dilakukan oleh pisau frais (Gambar 2.24.).



Gambar 2.23. Pisau frais identik dengan beberapa pahat bubut.



Gambar 2.24. Berbagai jenis bentuk pisau frais untuk mesin frais horizontal dan vertikal

2.7.3. Parameter yang Dapat Diatur pada Mesin Frais

Maksud dari parameter yang dapat diatur adalah parameter yang dapat langsung diatur oleh operator mesin ketika sedang mengoperasikan mesin frais. Seperti pada mesin bubut, maka parameter yang dimaksud adalah putaran

spindel (n), gerak makan (f), dan kedalaman potong (a). Putaran spindel bisa langsung diatur dengan cara mengubah posisi *handle* pengatur putaran mesin. Gerak makan bisa diatur dengan cara mengatur *handle* gerak makan sesuai dengan Tabel f yang ada di mesin. Gerak makan (Gambar 2.25.) ini pada proses frais ada dua macam yaitu gerak makan per gigi (mm/gigi), dan gerak makan per putaran (mm/putaran). Kedalaman potong diatur dengan cara menaikkan benda kerja, atau dengan cara menurunkan pisau.

Putaran spindel (n) ditentukan berdasarkan kecepatan potong. Kecepatan potong ditentukan oleh kombinasi material pisau dan material benda kerja. Kecepatan potong adalah jarak yang ditempuh oleh satu titik (dalam satuan meter) pada selubung pisau dalam waktu satu menit. Rumus kecepatan potong identik dengan rumus kecepatan potong pada mesin bubut. Pada proses frais besarnya diameter yang digunakan adalah diameter pisau. Rumus kecepatan potong:

$$v = \frac{\pi dn}{1000} \quad (2.20)$$

Dimana:

v = kecepatan potong (m/menit)

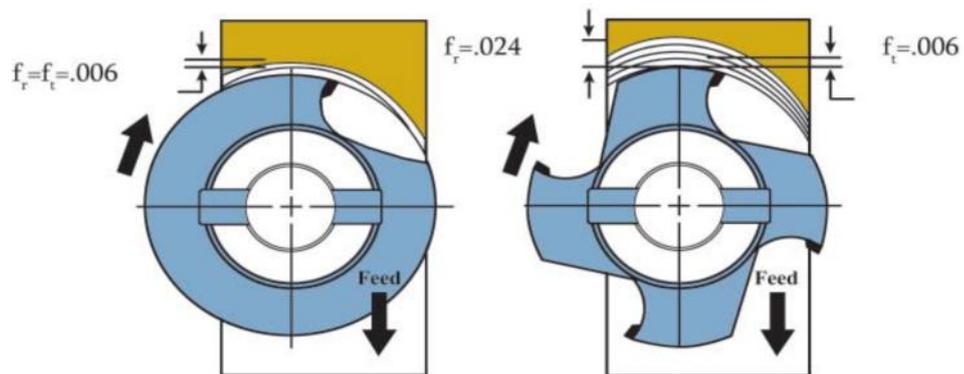
d = diameter pisau (mm)

n = putaran benda kerja (putaran/menit)

Setelah kecepatan potong diketahui, maka gerak makan harus ditentukan. Gerak makan (f) adalah jarak lurus yang ditempuh pisau dengan laju konstan

relatif terhadap benda kerja dalam satuan waktu, biasanya satuan gerak makan yang digunakan adalah mm/menit.

Kedalaman potong (a) ditentukan berdasarkan selisih tebal benda kerja awal terhadap tebal benda kerja akhir. Untuk kedalaman potong yang relatif besar diperlukan perhitungan daya potong yang diperlukan untuk proses penyayatan. Apabila daya potong yang diperlukan masih lebih rendah dari daya yang disediakan oleh mesin (terutama motor listrik), maka kedalaman potong yang telah ditentukan bisa digunakan.



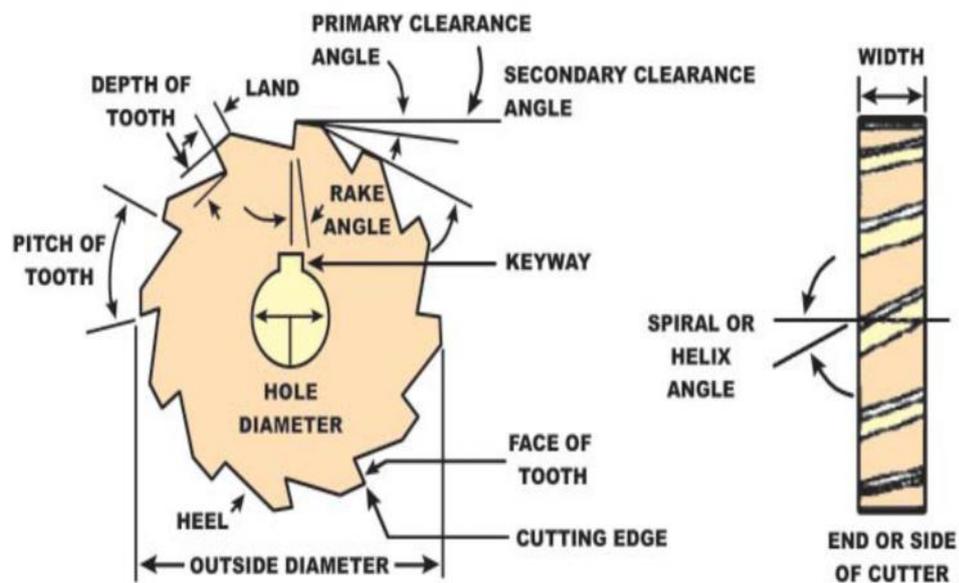
Gambar 2.25. Gambar jalur pisau frais menunjukkan perbedaan antara gerak makan per gigi (f_t) dan gerak makan per putaran (f_r)

2.7.4. Geometri Pisau Frais

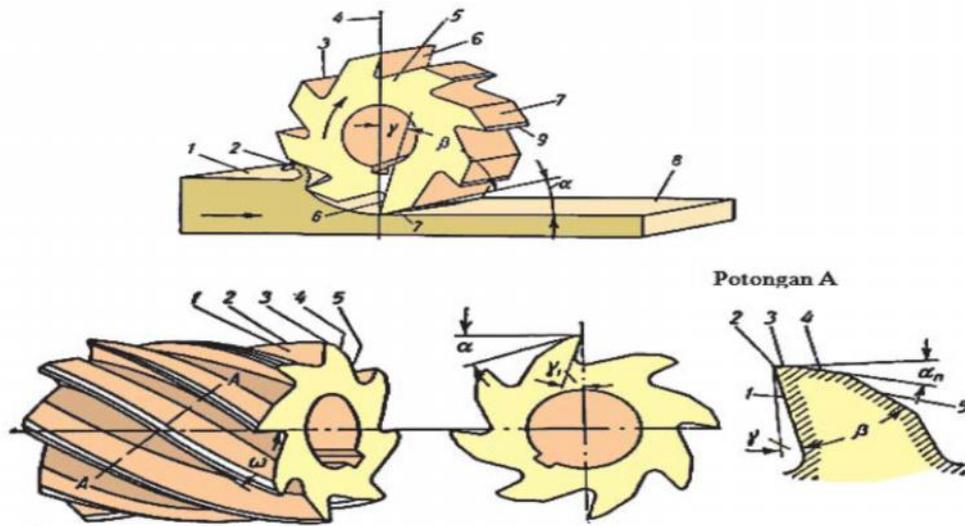
Pada dasarnya bentuk pisau frais adalah identik dengan pisau bubut. Dengan demikian nama sudut atau istilah yang digunakan juga sama dengan pisau bubut. Nama-nama bagian pisau frais rata dan geometri gigi pisau frais rata ditunjukkan pada Gambar 2.25. Pisau frais memiliki bentuk yang rumit karena terdiri dari banyak gigi potong, karena proses pemotongannya adalah

proses pemotongan dengan mata potong majemuk (Gambar 2.26.). Jumlah gigi minimal adalah dua buah pada pisau frais ujung (*end mill*).

Pisau untuk proses frais dibuat dari material HSS atau karbida. Material pisau untuk proses frais pada dasarnya sama dengan material pisau untuk pisau bubut. Untuk pisau karbida juga digolongkan dengan kode P, M, dan K. Pisau frais karbida bentuk sisipan dipasang pada tempat pisau sesuai dengan bentuknya. Standar ISO untuk bentuk dan ukuran pisau sisipan dapat dilihat pada Gambar 2.27. Standar tersebut mengatur tentang bentuk sisipan, sudut potong, toleransi bentuk, pemutus tatal (*chipbreaker*), panjang sisi potong, tebal sisipan, sudut bebas, arah pemakanan, dan kode khusus pembuat pisau. Pisau sisipan yang telah dipasang pada pemegang pisau dapat dilihat pada Gambar 2.28.



Gambar 2.26. Bentuk dan nama-nama bagian pisau frais rat



Gambar 2.27. Standar tersebut mengatur tentang bentuk sisipan, sudut potong.

		<p>Indicated for other clearance angles requiring specific description</p>																																																																									
<p>3 Tolerances</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Letter symbol</th> <th colspan="3">Tolerances, mm</th> </tr> <tr> <th>m</th> <th>s</th> <th>IC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A¹⁾</td><td>±0.005</td><td>±0.025</td><td>±0.025</td></tr> <tr><td>F¹⁾</td><td>±0.005</td><td>±0.025</td><td>±0.013</td></tr> <tr><td>C¹⁾</td><td>±0.013</td><td>±0.025</td><td>±0.025</td></tr> <tr><td>H</td><td>±0.013</td><td>±0.025</td><td>±0.013</td></tr> <tr><td>E</td><td>±0.025</td><td>±0.025</td><td>±0.025</td></tr> <tr><td>G</td><td>±0.025</td><td>±0.13</td><td>±0.025</td></tr> <tr><td>J¹⁾</td><td>±0.005</td><td>±0.025</td><td>±0.05²⁾ ±0.13²⁾</td></tr> <tr><td>K¹⁾</td><td>±0.013</td><td>±0.025</td><td>±0.05²⁾ ±0.13²⁾</td></tr> <tr><td>L¹⁾</td><td>±0.025</td><td>±0.025</td><td>±0.05²⁾ ±0.13²⁾</td></tr> <tr><td>M</td><td>±0.08²⁾ ±0.16²⁾</td><td>±0.13</td><td>±0.05²⁾ ±0.13²⁾</td></tr> <tr><td>N</td><td>±0.08²⁾ ±0.16²⁾</td><td>±0.025</td><td>±0.05²⁾ ±0.13²⁾</td></tr> <tr><td>U</td><td>±0.13²⁾ ±0.38²⁾</td><td>±0.13</td><td>±0.08²⁾ ±0.25²⁾</td></tr> </tbody> </table> <p>IC: theoretical diameter of inscribed circle s: insert thickness m: see fig.</p> <p>¹⁾ These tolerance classes normally apply to inserts with parallel land. ²⁾ The tolerance is dependent upon the insert size and should be indicated for each insert according to the standard tolerance for the corresponding size. See tables below.</p>			Letter symbol	Tolerances, mm			m	s	IC	A ¹⁾	±0.005	±0.025	±0.025	F ¹⁾	±0.005	±0.025	±0.013	C ¹⁾	±0.013	±0.025	±0.025	H	±0.013	±0.025	±0.013	E	±0.025	±0.025	±0.025	G	±0.025	±0.13	±0.025	J ¹⁾	±0.005	±0.025	±0.05 ²⁾ ±0.13 ²⁾	K ¹⁾	±0.013	±0.025	±0.05 ²⁾ ±0.13 ²⁾	L ¹⁾	±0.025	±0.025	±0.05 ²⁾ ±0.13 ²⁾	M	±0.08 ²⁾ ±0.16 ²⁾	±0.13	±0.05 ²⁾ ±0.13 ²⁾	N	±0.08 ²⁾ ±0.16 ²⁾	±0.025	±0.05 ²⁾ ±0.13 ²⁾	U	±0.13 ²⁾ ±0.38 ²⁾	±0.13	±0.08 ²⁾ ±0.25 ²⁾																		
Letter symbol	Tolerances, mm																																																																										
	m	s	IC																																																																								
A ¹⁾	±0.005	±0.025	±0.025																																																																								
F ¹⁾	±0.005	±0.025	±0.013																																																																								
C ¹⁾	±0.013	±0.025	±0.025																																																																								
H	±0.013	±0.025	±0.013																																																																								
E	±0.025	±0.025	±0.025																																																																								
G	±0.025	±0.13	±0.025																																																																								
J ¹⁾	±0.005	±0.025	±0.05 ²⁾ ±0.13 ²⁾																																																																								
K ¹⁾	±0.013	±0.025	±0.05 ²⁾ ±0.13 ²⁾																																																																								
L ¹⁾	±0.025	±0.025	±0.05 ²⁾ ±0.13 ²⁾																																																																								
M	±0.08 ²⁾ ±0.16 ²⁾	±0.13	±0.05 ²⁾ ±0.13 ²⁾																																																																								
N	±0.08 ²⁾ ±0.16 ²⁾	±0.025	±0.05 ²⁾ ±0.13 ²⁾																																																																								
U	±0.13 ²⁾ ±0.38 ²⁾	±0.13	±0.08 ²⁾ ±0.25 ²⁾																																																																								
<p>Insert shapes H, O, P, S, T, C, E, M, W, R</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Inscribed circle</th> <th colspan="2">Tolerances for m</th> <th colspan="2">Tolerances for IC</th> </tr> <tr> <th>class M</th> <th>class U</th> <th>class M, J, K, L</th> <th>class U</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6,35</td><td>±0.08</td><td>±0.13</td><td>±0.05</td><td>±0.08</td></tr> <tr><td>9,525 (10)</td><td>±0.08</td><td>±0.13</td><td>±0.05</td><td>±0.08</td></tr> <tr><td>12,7 (12)</td><td>±0.13</td><td>±0.20</td><td>±0.08</td><td>±0.13</td></tr> <tr><td>15,875 (16)</td><td>±0.15</td><td>±0.27</td><td>±0.10</td><td>±0.16</td></tr> <tr><td>19,05 (20)</td><td>±0.15</td><td>±0.27</td><td>±0.10</td><td>±0.16</td></tr> <tr><td>25,4</td><td>±0.16</td><td>±0.36</td><td>±0.13</td><td>±0.25</td></tr> </tbody> </table>		Inscribed circle	Tolerances for m		Tolerances for IC		class M	class U	class M, J, K, L	class U	6,35	±0.08	±0.13	±0.05	±0.08	9,525 (10)	±0.08	±0.13	±0.05	±0.08	12,7 (12)	±0.13	±0.20	±0.08	±0.13	15,875 (16)	±0.15	±0.27	±0.10	±0.16	19,05 (20)	±0.15	±0.27	±0.10	±0.16	25,4	±0.16	±0.36	±0.13	±0.25	<p>Insert shape D</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Inscribed circle</th> <th colspan="2">Tolerances for m</th> <th colspan="2">Tolerances for IC</th> </tr> <tr> <th>class M</th> <th>class U</th> <th>class M, J, K, L</th> <th>class U</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6,35</td><td>±0.11</td><td>±0.05</td><td>±0.05</td><td>±0.05</td></tr> <tr><td>9,525</td><td>±0.11</td><td>±0.05</td><td>±0.05</td><td>±0.05</td></tr> <tr><td>12,70</td><td>±0.15</td><td>±0.08</td><td>±0.08</td><td>±0.08</td></tr> <tr><td>15,875</td><td>±0.16</td><td>±0.10</td><td>±0.10</td><td>±0.10</td></tr> <tr><td>19,5</td><td>±0.16</td><td>±0.10</td><td>±0.10</td><td>±0.10</td></tr> </tbody> </table>	Inscribed circle	Tolerances for m		Tolerances for IC		class M	class U	class M, J, K, L	class U	6,35	±0.11	±0.05	±0.05	±0.05	9,525	±0.11	±0.05	±0.05	±0.05	12,70	±0.15	±0.08	±0.08	±0.08	15,875	±0.16	±0.10	±0.10	±0.10	19,5	±0.16	±0.10	±0.10	±0.10
Inscribed circle	Tolerances for m		Tolerances for IC																																																																								
	class M	class U	class M, J, K, L	class U																																																																							
6,35	±0.08	±0.13	±0.05	±0.08																																																																							
9,525 (10)	±0.08	±0.13	±0.05	±0.08																																																																							
12,7 (12)	±0.13	±0.20	±0.08	±0.13																																																																							
15,875 (16)	±0.15	±0.27	±0.10	±0.16																																																																							
19,05 (20)	±0.15	±0.27	±0.10	±0.16																																																																							
25,4	±0.16	±0.36	±0.13	±0.25																																																																							
Inscribed circle	Tolerances for m		Tolerances for IC																																																																								
	class M	class U	class M, J, K, L	class U																																																																							
6,35	±0.11	±0.05	±0.05	±0.05																																																																							
9,525	±0.11	±0.05	±0.05	±0.05																																																																							
12,70	±0.15	±0.08	±0.08	±0.08																																																																							
15,875	±0.16	±0.10	±0.10	±0.10																																																																							
19,5	±0.16	±0.10	±0.10	±0.10																																																																							
<p>5 Cutting edge length, l mm</p> <p>Integers to be preceded by 0, eg. 9,52 mm indicated with 09</p>																																																																											
<p>6 Insert thickness, s mm</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>01 s = 1,59</td> <td>04 s = 4,76</td> </tr> <tr> <td>T1 s = 1,98</td> <td>05 s = 5,56</td> </tr> <tr> <td>02 s = 2,36</td> <td>06 s = 6,35</td> </tr> <tr> <td>03 s = 3,18</td> <td>07 s = 7,94</td> </tr> <tr> <td>T3 s = 3,97</td> <td>09 s = 9,52</td> </tr> </table>			01 s = 1,59	04 s = 4,76	T1 s = 1,98	05 s = 5,56	02 s = 2,36	06 s = 6,35	03 s = 3,18	07 s = 7,94	T3 s = 3,97	09 s = 9,52																																																															
01 s = 1,59	04 s = 4,76																																																																										
T1 s = 1,98	05 s = 5,56																																																																										
02 s = 2,36	06 s = 6,35																																																																										
03 s = 3,18	07 s = 7,94																																																																										
T3 s = 3,97	09 s = 9,52																																																																										

Gambar 2.28. Standar ISO pisau sisipan untuk frais (milling)

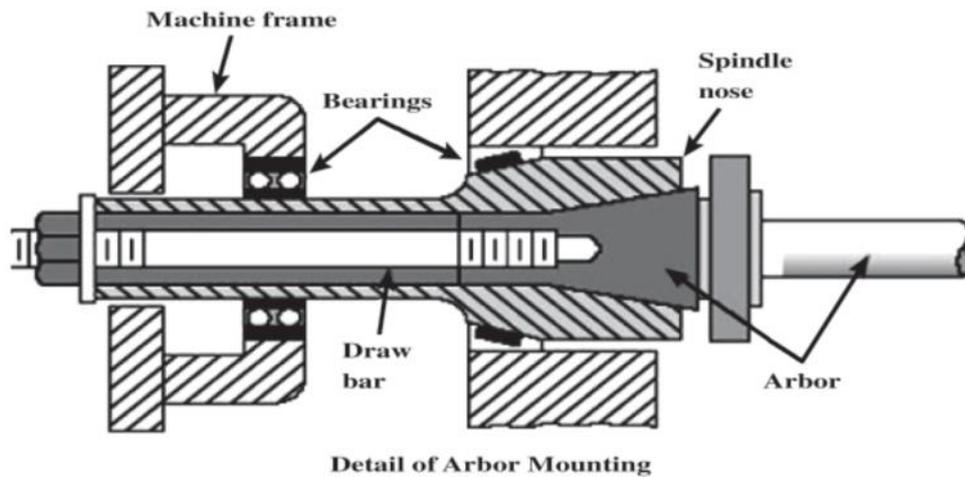


Gambar 2.29. Pisau frais bentuk sisipan dipasang pada tempat pisau yang sesuai

2.7.5. Peralatan dan Asesoris untuk Memegang Pisau Frais

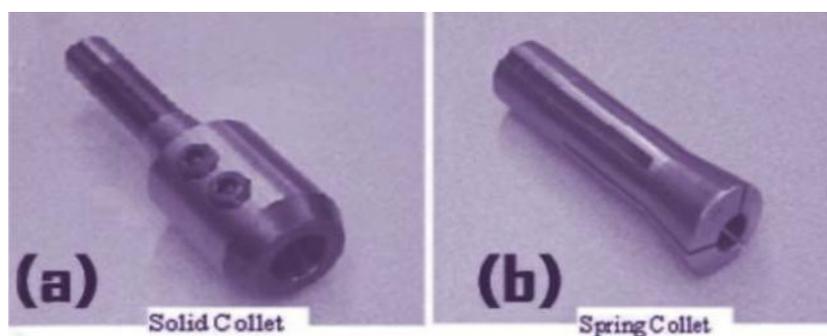
Proses penyayatan menggunakan mesin frais memerlukan alat bantu untuk memegang pisau dan benda kerja. Pisau harus dicekam cukup kuat sehingga proses penyayatan menjadi efektif, agar pisau tidak mengalami selip pada pemegangnya. Pada mesin frais konvensional horizontal pemegang pisau adalah arbor dan poros arbor (lihat kembali Gambar 2.19.). Gambar skematik arbor yang digunakan pada mesin frais horizontal dapat dilihat pada Gambar 2.29. Arbor ini pada porosnya diberi alur untuk menempatkan pasak sesuai dengan ukuran alur

pasak pada pisau frais. Pasak yang dipasang mencegah terjadinya selip ketika pisau menahan gaya potong yang relatif besar dan tidak kontinu ketika gigi-gigi pisau melakukan penyayatan benda kerja.



Gambar 2.30. Gambar skematik arbor mesin frais

Pemegang pisau untuk mesin frais vertikal yaitu kolet (*collet*, lihat Gambar 2.30.). Kolet ini berfungsi mencekam bagian pemegang (*shank*) pisau. Bentuk kolet adalah silinder lurus di bagian dalam dan tirus di bagian luarnya. Pada sisi kolet dibuat alur, sehingga ketika kolet dimasukan pisau bisa mudah memegang pisau .



Gambar 2.31. (a) Kolet pegas yang memiliki variasi ukuran diameter, (b) kolet solid pemasangan pisau dengan baut.

Sesudah pisau dimasukkan ke kolet kemudian kolet tersebut dimasukkan ke dalam pemegang pisau (*tool holder*). Karena bentuk luar kolet tirus maka pemegang pisau akan menekan kolet dan benda kerja dengan sangat kencang, sehingga tidak akan terjadi selip ketika pisau menerima gaya potong.

Pemegang pisau (*tool holder*) standar bisa digunakan untuk memegang pisau frais ujung (*end mill*). Beberapa proses frais juga memerlukan sebuah cekam (*chuck*) untuk memegang pisau frais. Pemegang pisau ini ada dua jenis yaitu dengan ujung tirus morse (*morse taper*) dan lurus (Gambar 2.30.). Pemegang pisau yang lain adalah kepala bor (Gambar 2.31.).



Gambar 2.32. (a) Pemegang pisau frais ujung (*end mill*), (b) pemegang pisau *shell end mill*



Gambar 2.33. Kepala bor (*offset boring head*)

2.7.6. Alat Pencekam dan Pemegang Benda Kerja pada Mesin Frais

Alat pemegang benda kerja pada mesin frais berfungsi untuk memegang benda kerja yang sedang disayat oleh pisau frais. Pemegang benda kerja ini biasanya dinamakan ragum. Ragum tersebut diikat pada meja mesin frais dengan menggunakan baut T. Jenis ragum cukup banyak, penggunaannya disesuaikan dengan bentuk benda kerja yang dikerjakan di mesin. Untuk benda kerja berbentuk balok atau kubus ragum yang digunakan adalah ragum sederhana atau ragum universal (Gambar 2.33.). Ragum sederhana digunakan bila benda kerja yang dibuat bidang-bidangnya saling tegak lurus dan paralel satu sama lain (kubus, balok, balok bertingkat). Apabila digunakan untuk membuat bentuk sudut

digunakan ragum universal (Gambar 2.33.), atau bila menggunakan ragum sederhana bentuk pisau yang dipakai menyesuaikan bentuk sudut yang dibuat.

Apabila bentuk benda kerja silindris, maka untuk memegang benda kerja digunakan kepala pembagi (*dividing head*). Kepala pembagi (Gambar 2.34.) ini biasanya digunakan untuk memegang benda kerja silindris, terutama untuk keperluan:

- Membuat segi banyak
- Membuat alur pasak
- Membuat roda gigi (lurus, helix, payung)
- Membuat roda gigi cacing

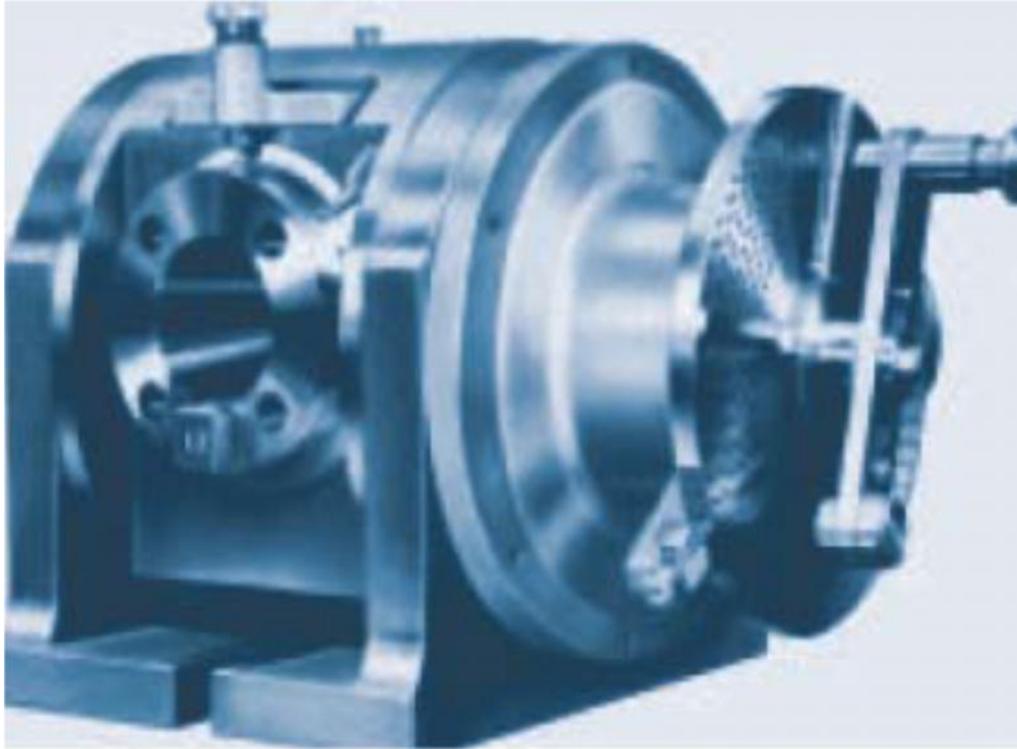


(a)



(b)

Gambar 2.34. (a) Ragum sederhana (*plain vise*), (b) Ragum universal yang biasa digunakan pada ruang alat



Gambar 2.35. Kepala pembagi (*dividing head*) untuk membuat segi banyak, roda gigi, atau helix

Ragum biasa yang dipasang langsung pada meja mesin frais hanya dapat digunakan untuk mengerjakan benda kerja lurus atau bertingkat dengan bidang datar atau tegak lurus. Apabila benda kerja yang dibuat ada bentuk sudutnya, maka ragum diletakkan pada meja yang dapat diatur sudutnya (identik dengan meja sinus). Meja tersebut (Gambar 2.35.), diikat pada meja mesin frais.

Selain pemegang benda kerja, pada mesin frais juga ada beberapa macam asesoris yang berguna untuk membantu pengaturan mesin frais, maupun penempatan benda kerja. Asesoris tersebut misalnya (a) *parallel* yang berguna

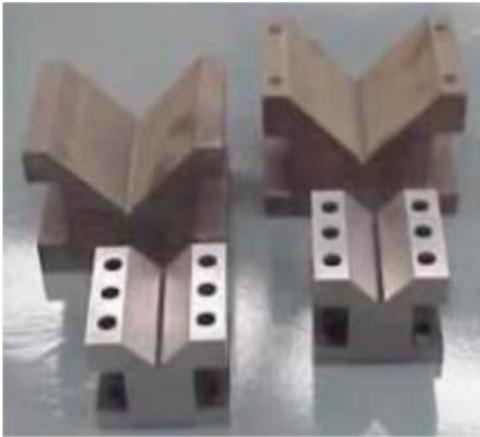
untuk meninggikan posisi benda kerja pada ragum, (b) *line finder* untuk membantu mencari posisi garis pinggir benda kerja, (c) *line finder* dipasang pada kolet, (d) *edge finder* yang digunakan untuk mencari posisi pojok benda kerja, (e) pembatas ragum (*vise stop*) yang berguna untuk batas peletakan benda kerja di ragum, (f) pembatas ragum, (g) blok V untuk membantu memegang benda kerja berbentuk silindris, dan (h) klem (*clamp*) untuk membantu memegang benda kerja. Gambar perlengkapan mesin frais tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.35.



(a) Paralel

(b) *Line finder*(c) *Line finder* dipasang pada kolet

(d) Edge finder, digunakan untuk mencari posisi pojok benda kerja



(g) Blok V



(e) Pembatas ragum (vise stop) yang dipasang menyatu dengan mulut ragum



(h) Satu set klem



(f) Pembatas ragum

Gambar 2.36. Berbagai macam asesoris yang digunakan pada mesin frais

2.7.7. Pengerjaan Benda Kerja dengan Mesin Frais

dengan kecepatan potong dipilih yang minimal dari kecepatan potong yang diperbolehkan untuk pasangan pisau dan benda kerja yang dikerjakan (Tabel 2.8.). Untuk proses *finishing* pisau yang Beberapa variasi bentuk benda kerja bisa dikerjakan dengan mesin frais. Perencanaan proses frais dibahas satu kesatuan dengan beberapa pengerjaan proses frais. Gerak makan per gigi ditentukan berdasarkan ketebalan beram yang diinginkan (direncanakan). Tebal beram dapat dipilih berdasarkan benda kerja dan pisau yang digunakan, mesin, sistem penckaman, dan kecepatan potong. Tebal beram untuk proses frais disarankan seperti pada Tabel 7.2.

Tabel 2.9. Kecepatan Potong untuk Proses Frais untuk Pasangan Benda Kerja dan Pisau HSS³³

MATERIAL	CUTTING SPEED (sfpm) _{1 2}			
	PLAIN MILLING CUTTERS		END MILLING CUTTERS	
	Roughing	Finishing	Roughing	Finishing
Aluminum	400 to 1.000	400 to 1.000	400 to 1.000	400 to 1.000
Brass, composition	125 to 200	90 to 200	90 to 150	90 to 150
Brass, yellow	150 to 200	100 to 250	100 to 200	100 to 200
Bronze, phosphor and manganese	30 to 80	25 to 100	30 to 80	30 to 80
Cast iron (hard)	25 to 40	10 to 30	25 to 40	20 to 45
Cast iron (soft and medium)	40 to 75	25 to 80	35 to 65	30 to 80
Monel metal	50 to 75	50 to 75	40 to 60	40 to 60
Steel, hard	25 to 50	25 to 70	25 to 50	25 to 70
Steel, soft	60 to 120	45 to 110	50 to 85	45 to 110

³³ Widarto. "Teknik Pemesinan". jilid1.Hal:210

- a) Untuk pisau karbida harga kecepatan potong angka pada Tabel dikalikan 2.
 b) Apabila satuan kecepatan potong (cutting speed diubah menjadi m/menit angka pada Tabel dibagi 3,28).

Tabel 2.10. Tebal Beram per Gigi untuk Beberapa Tipe Pisau Frais dan Benda Kerja yang Dikerjakan (Satuan dalam *Inchi*)³⁴

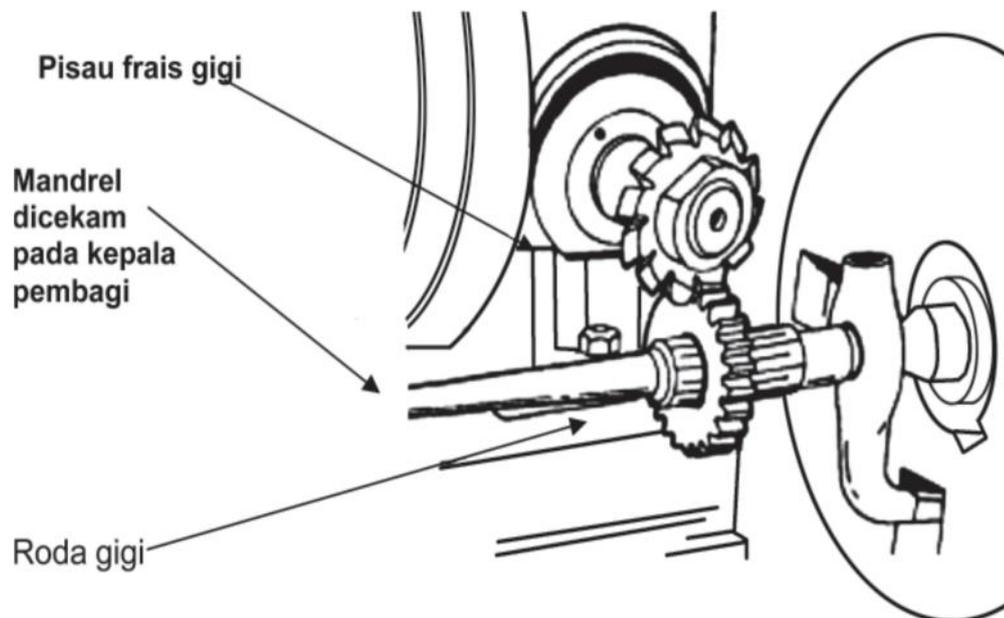
TYPE OF CUTTER	ALUMINUM		BRONZE		CAST IRON		FREE MACHINING STEEL		ALLOY STEEL	
	HSS	CAR BIDE	HSS	CAR BIDE	HSS	CAR BIDE	HSS	CAR BIDE	HSS	CAR BIDE
FACE MILLS	.007 to .022	.007 to .020	.005 to .014	.004 to .012	.004 to .016	.006 to .020	.003 to .012	.004 to .016	.002 to .008	.003 to .014
HELICAL MILLS	.006 to .018	.006 to .016	.003 to .011	.004 to .010	.004 to .018	.002 to .018	.002 to .010	.003 to .013	.002 to .007	.003 to .012
SIDE CUTING MILLS	.004 to .013	.004 to .012	.003 to .008	.003 to .007	.002 to .009	.003 to .012	.002 to .007	.003 to .009	.001 to .005	.002 to .008
END MILLS	.003 to .011	.003 to .010	.003 to .007	.002 to .006	.002 to .008	.003 to .010	.001 to .006	.002 to .008	.001 to .004	.002 to .007
FORM RELIEVED CUTTERS	.002 to .007	.002 to .006	.001 to .004	.001 to .004	.002 to .005	.002 to .006	.001 to .004	.002 to .005	.001 to .003	.001 to .004
CIRCULAR SAWS	.002 to .005	.002 to .005	.001 to .003	.001 to .003	.001 to .004	.002 to .006	.001 to .003	.001 to .004	.005 to .002	.001 to .004

2.7.8. Proses Frais Roda Gigi

Proses frais gigi (Gambar 2.37.), sebenarnya sama dengan frais bentuk pada, tetapi karena bentuknya yang spesifik, serta proses pencekaman dan pemilihan pisau berbeda maka akan dibahas lebih detail. Dari informasi yang diperoleh dari Gambar kerja, untuk proses frais roda gigi diperoleh data tentang jumlah gigi, bentuk profil gigi, modul, sudut tekan, dan dimensi bakal roda gigi.

³⁴ Widarto. "Teknik Pemesinan". jilid1.Hal:210

Dari informasi tersebut perencana proses frais gigi harus menyiapkan: kepala pembagi, pisau frais gigi, dan perhitungan elemen dasar (putaran spindel, gerak makan, dan kedalaman potong). Kepala pembagi digunakan sebagai pemegang bakal roda gigi (dengan bantuan mandrel). Pada kepala pembagi terdapat mekanisme yang memungkinkan operator mesin frais memutar benda kerja dengan sudut tertentu.



Gambar 2.37. Proses frais roda gigi dengan mesin frais horizontal

Kepala pembagi (*dividing head*) digunakan sebagai alat untuk memutar bakal roda gigi. Mekanisme perubahan gerak pada kepala pembagi adalah roda gigi cacing dan ulir cacing dengan perbandingan 1 : 40. Dengan demikian apabila engkol diputar satu kali, maka spindelnya berputar $1/40$ kali. Untuk membagi putaran pada spindel sehingga bisa menghasilkan putaran spindel selain 40

bagian, maka pada bagian engkol dilengkapi dengan piringan pembagi dengan jumlah lubang tertentu, dengan demikian putaran engkol bisa diatur

(misal $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/5$ putaran).

Pada piringan pembagi diberi lubang dengan jumlah lubang sesuai dengan tipenya yaitu:

1. Tipe *Brown and Sharpe*

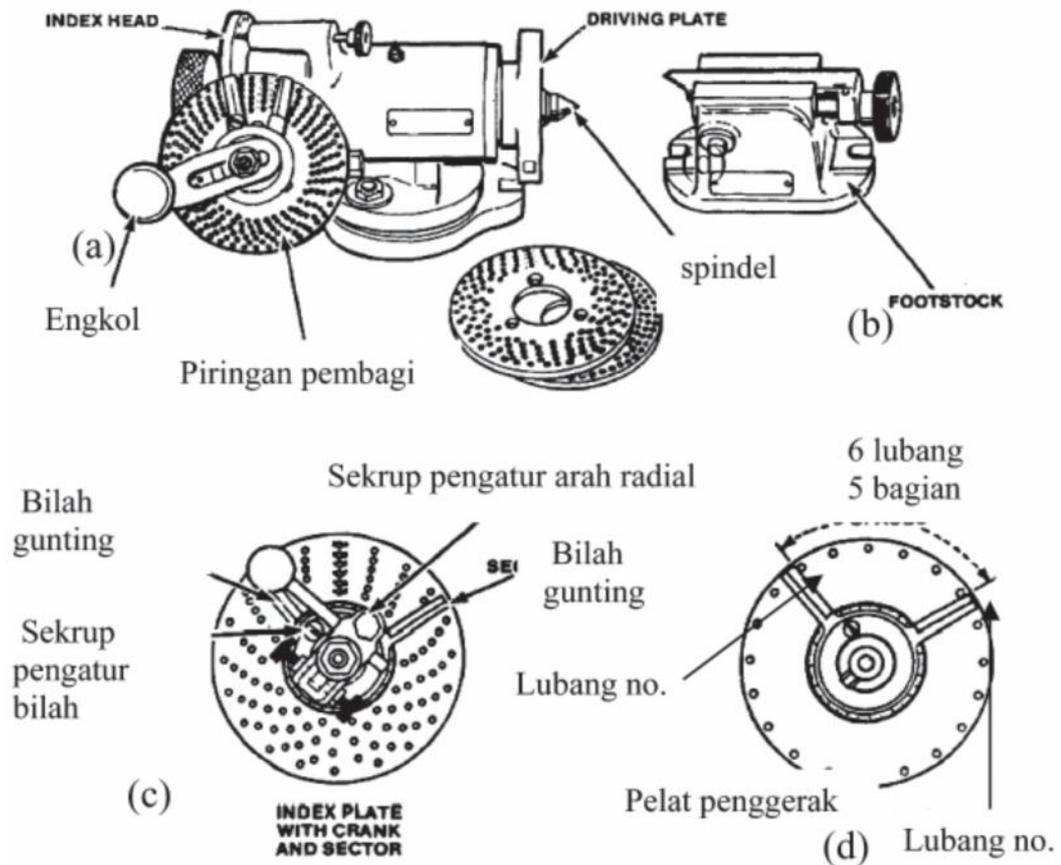
- a. Piringan 1 dengan jumlah lubang: 15, 16, 17, 18, 19, 20
- b. Piringan 2 dengan jumlah lubang: 21, 23, 27, 29, 31, 33
- c. Piringan 3 dengan jumlah lubang: 37, 39, 41, 43, 47, 49

2. Tipe *Cincinnati* (satu piringan dilubangi pada kedua sisi)

- a. Sisi pertama dengan jumlah lubang:
24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43
- b. Sisi kedua (sebaliknya) dengan jumlah lubang:
46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62, 66

Misalnya akan dibuat pembagian 160 buah. Pengaturan putaran engkol pada kepala pembagi sebagai berikut (Gambar **2.37**).

- a. Dipilih piringan yang memiliki lubang 20, dengan cara sekrup pengatur arah radial kita setel sehingga ujung engkol yang berbentuk runcing bisa masuk ke lubang yang dipilih (Gambar **2.37c**.)



Gambar 2.38. Kepala pembagi dan pengoperasiannya

- b. Gunting diatur sehingga melingkupi 5 bagian atau 6 lubang (Gambar 2.38.d)
- c. Sisi pertama benda kerja dimulai dari lubang no.1
- d. Sisi kedua dilakukan dengan cara memutar engkol ke lubang no. 6 (telah dibatasi oleh gunting)
- e. Dengan demilian engkol berputar $1/4$ lingkaran dan benda kerja) berputar $1/4 \times 1/40 = 1/160$ putaran
- f. Gunting digeser sehingga bilah bagian kiri di no. 6
- g. Pemutaran engkol selanjutnya mengikuti bilah gunting.

Pemilihan pisau untuk memotong profil gigi (biasanya profil gigi *involute*) harus dipilih berdasarkan modul dan jumlah gigi yang akan dibuat. Nomer pisau frais gigi berdasarkan jumlah gigi yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 2.10. Penentuan elemen dasar proses frais yaitu putaran spindel dan gerak pemakan pada proses frais gigi tetap mengikuti kedalaman pemotong ditentukan berdasarkan tinggi gigi dan kedalam Gambar kerja atau sesuai dengan modul gigi yang dibuat (antara 2 sampai 2,25 modul).

Brikut ini adalah tabel urutan fungsi pisau frais yang sudah ditentukan oleh *standart* pnggunaan :

Tabel 2.11. Urutan Nomer Pisau Frais Gigi *Involut*³⁵

Nomer Pisau/ Cutter	Digunakan untuk Membuat Roda Gigi dengan Jumlah Gigi
1	135 sampai dengan <i>rack</i>
1,5	80 sampai 134
2	55 sampai 134
2,5	42 sampai 54
3	35 sampai 54
3,5	30 sampai 34
4	25 sampai 34
4,5	23 sampai 25
5	21 sampai 25
5,5	19 sampai 20
6	17 sampai 20
6,5	15 sampai 16
7	14 sampai 16
7,5	13
8	12 dan 13

³⁵ Widarto. "Teknik Pemesinan". jilid1.Hal:215

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1.Tempat dan Waktu Perencanaan

Pembuatan dan pengujian alat bantu pengelasan pipa ini dilaksanakan di bengkel teknik pemesinan SMKN 1 Jakarta. Adapun waktu perencanaanya dilakukan bulan Januari 2013, sedangkan pembuatan, dan pengujian dilaksanakan dari Februari 2014 sampai dengan Maret 2014.

3.2.Metode Penelitian

Metode yang digunakan oleh penulis dalam pembuatan serta pengujian alat bantu pengelasan untuk posisi 1 G ini adalah sebagai berikut :

3.2.1. Metode Observasi

Penulis mencari data-data yang dibutuhkan dalam pembuatan dan pengujian alat bantu pengelasan pipa 1 G dengan melakukan tinjauan alat ini dengan yang sudah dibuat. Agar penulis dapat mengembangkan inovasi yang terbaru dari sebelumnya.

3.2.2. Metode Pustaka

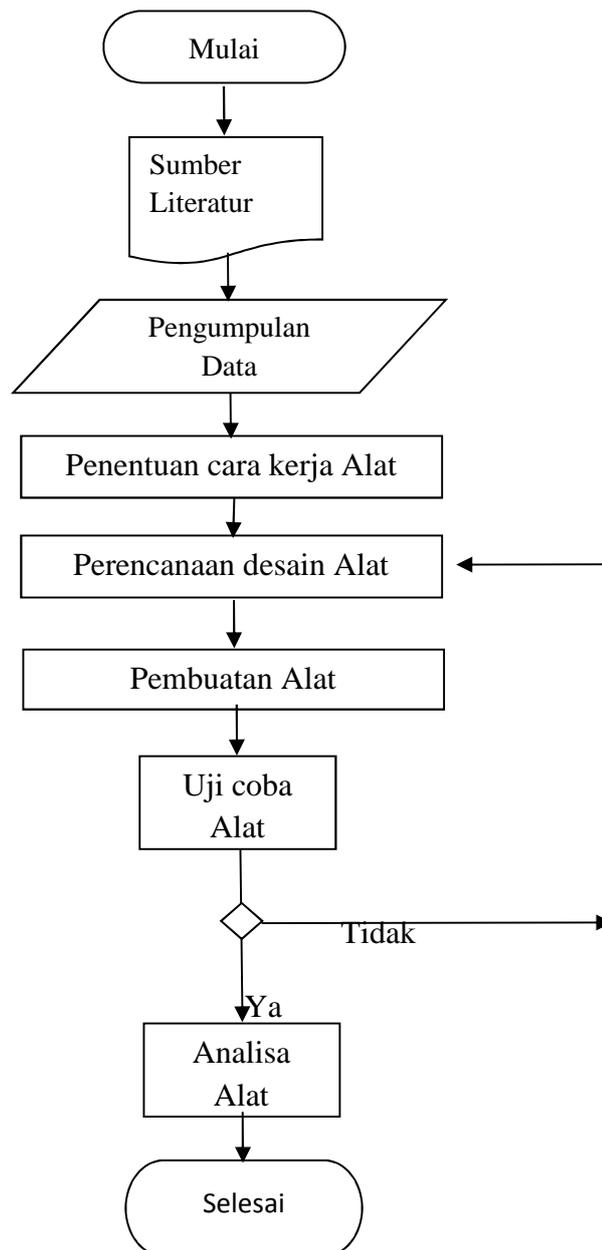
Penulis mencari buku-buku yang akan menunjang dalam pembahasan dan proses pembuatan alat dan penyusunan skripsi ini.

3.2.3. Metode Eksperimen

Penulis melakukan uji coba pengelasan pipa dengan menggunakan pipa berdiameter 50 mm, tebal 3,2 mm dan menggunakan kawat las diameter 2,6 dengan arus 50 – 60 Ampere, kemudian pipa diputar dengan cara manual menggunakan putaran tangan, kemudian penulis menguji beberapa kali dengan cara manual diputar dengan tangan, agar mendapatkan hasil yang paling baik. Setelah mendapatkan hasil pengelasan yang sangat baik maka penulis dapat menentukan putaran mesin yang akan dibuat. Hasil yang baik didapat dari uji coba pengelasan, kemudian dibuatlah putaran tersebut dengan menggunakan putaran motor, sehingga putaran pipa akan lebih stabil ketika pipa diputar dengan menggunakan motor listrik.

3.3. Diagram Alir Proses Pembuatan

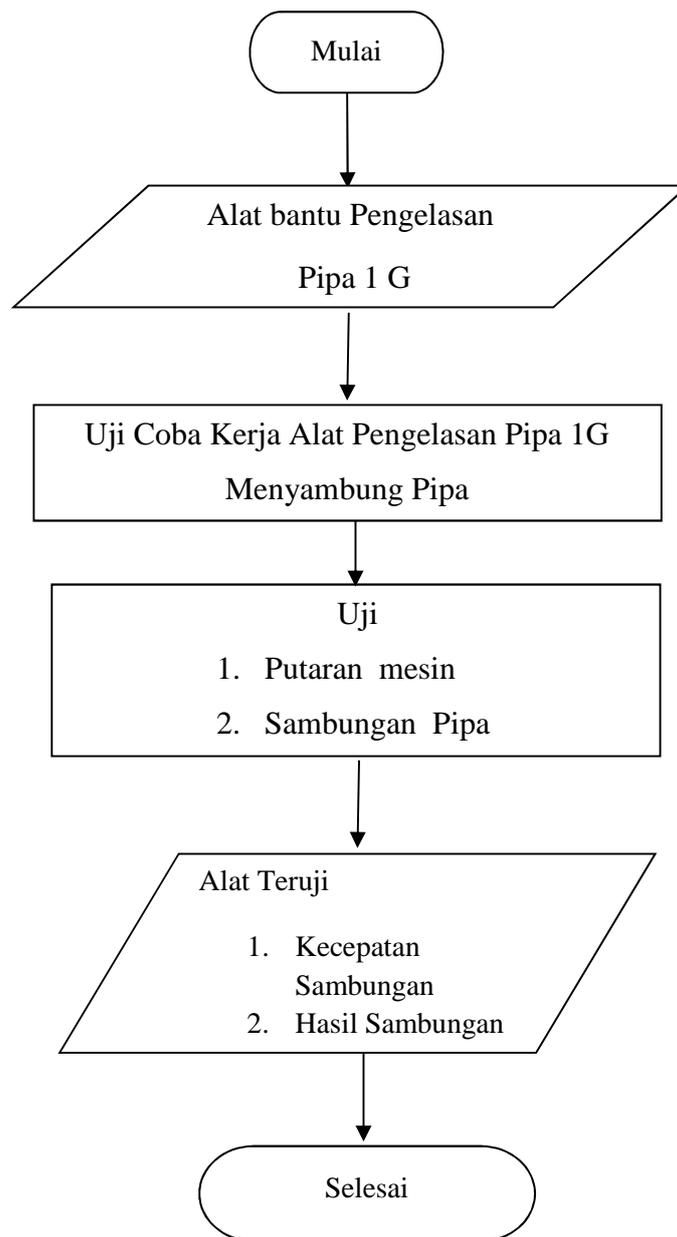
Berikut ini adalah proses diagram alir pembuatan yang telah dilakukan penulis dalam pembuatan mesin adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Pembuatan

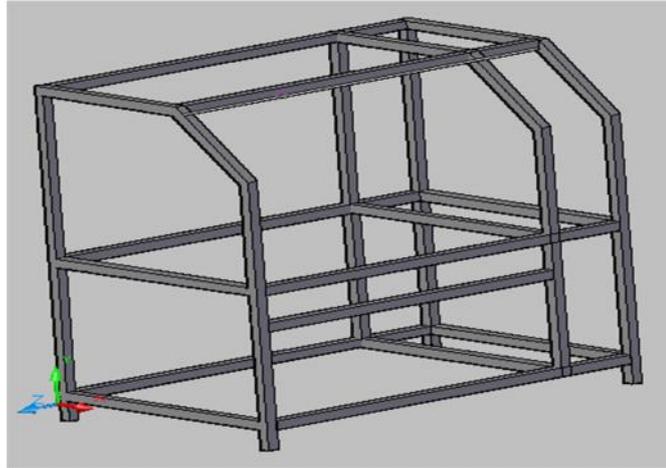
3.4. Diagram Alir Proses uji Coba Alat

Berikut ini adalah proses diagram alir uji coba yang telah dilakukan penulis dalam pembuatan mesin adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2. Diagram Proses Pengujian

3.5. Proses pembuatan Alat Bantu Penyanbungan Pipa Untuk Posisi 1G



Gambar 3.3. Kerangka atau Sasis

3.5.1. Proses Pembuatan Kerangka atau Sasis

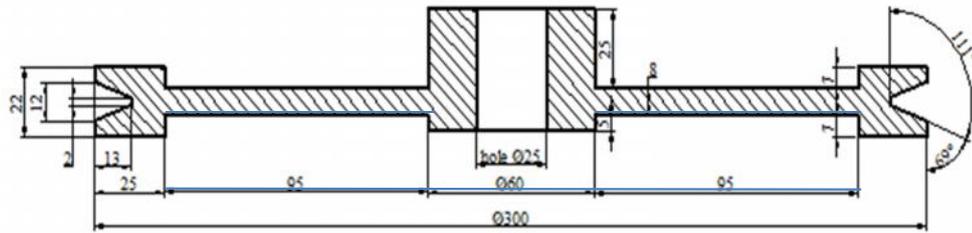
Dalam proses pembuatan kerangka diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Besi Hollow 4x4
2. Elektroda \varnothing 2,6
3. Batu Gerinda tangan
4. Batu Gerinda Cutting
5. Meteran
6. Penggores
7. Gerinda Kating
8. Spidol
9. Mistar Baja
10. Penggaris Siku

11. Mesin Las
12. Tang Buaya
13. Clam C
14. Palu Terak
15. Palu Konde
16. Kedok Las
17. Werpak
18. Sepatu *Safety*
19. Sarung Tangan

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan kerangka adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar Kerja
2. Siapkan bahan besi hollow ukuran 4x4 sebanyak 4 batang.
3. Siapkan mesin Gerinda *Cutting well* dan perlengkapannya.
4. Pasang besi hollow di rahang ragum penjepitnya lalu sesuaikan dengan ukuran yang sudah ada di Gambar kerja.
5. Setelah semua besi sudah dipotong tahapan selanjutnya perakitan dengan menggunakan mesin las SMAW.
6. Nyalakan mesin las dan setting arus pada posisi 60-80 *Ampere*
7. Setelah selesai proses pengelasan atau perakitan seperti pada (Gambar 3.3.) dengan mesin las lakukan proses penghalusan dengan mesin gerinda poles.



Gambar 3.4. *Pulley*

3.5.2. Proses pembuatan *Pulley*

Dalam proses pembuatan *pulley* diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Besi Almunium Dural Diameter 10 inchi tebal 30mm
2. Jangka Sorong atau Sigmat.
3. Gergaji besi
4. Pahat bubut rata
5. Pahat bubut Alur
6. Mata bor Ukuran 20 mm
7. Bor senter
8. *Drill cuk*
9. Kunci pahat
10. Kunci *Cuk*
11. Pahat bubut dalam
12. Tangkai Tab
13. Mata tab ukran M6x1
14. Penggores
15. Spidol
16. Senter putar

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan *pulley* adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar kerja.
2. Siapkan bahan dan potong dengan gergaji sesuai ukuran Gambar dengan toleransi dilebihkan 5mm dari ukuran asli Gambar.
3. Setting kecepatan mesin bubut anda sesuai yang dibutuhkan.
4. Siapkan perlengkapannya lalu pastikan mesinbubut bisa berjalan dengan baik.
5. Jepit benda kerja pada cekam mesin bubut dengan kuat.
6. Lakukan pembubutan permukaan depan diametr hingga rata selebar diameter $\text{Ø}300$ mm.
7. Balik posisi penjepit benda kerja.
8. Lakukan pembubutan permukaan sebaliknya hingga sampai ketebalan pembubutan sampai ukuran 22 mm.
9. Lakukan pengeboran dengan menggunakan bor senter $\text{Ø} 3$ mm
10. Lakukan pengeboran dengan menggunakan mata bor ukuran $\text{Ø} 12$ mm.
11. Lakukan pengeboran dengan menggunakan mata bor ukuran $\text{Ø} 20$ mm.
12. Pasang mandril pada benda kerja dengan di pukul palu konde.
13. Lakukan pembubutan facing.
14. Bubut diameter $\text{Ø} 300$ mm sepanjang 22mm.

15. Kecepatan putaran mesin

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{330 \times 1000}{300 \times 3,14}$$

$$n = 350 \text{ rpm}$$

16. Kecepatan potong dalam tabel

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 300 \times 350}{1000}$$

$$V_c = 330 \text{ meter per menit}$$

17. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{300 \times 350}{1000}$$

$$V = 105 \text{ meter per menit}$$

18. Bubut permukaan diameter dengan bentuk (V) dengan

menggunakan pahat bubut alur.

19. Lakukan pembub alur pada permukaan panjang dengan ukuran

Ø60mm sampai kelebaran alur 95mm

20. Pasang pahat bubut rata dan di senterkan kepada senter putar

agar simetris.

21. Pasang benda kerja pada rahang cekam kepala tetap.

10. Mata tab ukran M6x1

11. Penggores

12. Spidol

13. Senter putar

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan poros *pulley* adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar kerja.
2. Siapkan bahan dan potong dengan gergaji sesuai ukuran Gambar dengan toleransi dilebihkan 5mm dari ukuran asli Gambar.
3. Siapkan mesin bubut dan perlengkapannya lalu pastikan mesinbubut bisa berjalan dengan baik.
4. Pasang senter putar di kepala lepas
5. Pasang pahat bubut rata dan di senterkan kepada senter putar agar simetris.
6. Kecepatan putaran mesin

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{100 \times 1000}{25 \times 3,14}$$

$$n = 1273,8 \text{ rpm}$$

7. Kecepatan potong dalam tabel

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 25 \times 1273,8}{1000}$$

$$V_c = 100 \text{ meter per menit}$$

8. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{25 \times 1273,8}{1000}$$

$$V = 31,8 \text{ meter per menit}$$

9. Pasang benda kerja pada rahang cekam kepala tetap.

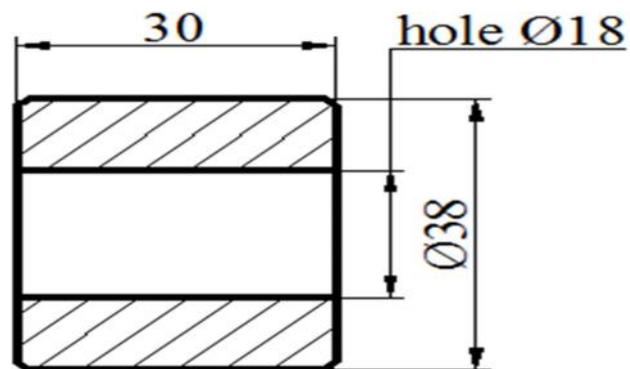
10. Pasang bor senter pada kepala lepas

11. Lalu lubangi besi As sesuai setandar pelubangan bor senter.

12. Jepit benda kerja dengan menggeser kepala lepas yang sudah dipasang senter putar.

13. Nyalakan mesin bubut.

14. Mulailah membentuk pola sesuai dengan Gambar dan ukuran.



Gambar 3.6. Poros Hole As *Sliding*

3.5.4. Pembuatan Poros Hole As *Sliding* Silinder

Dalam proses pembuatan poros *hole* As *sliding* diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Besi As St 41 diameter 1 inchi atau diameter 25,4mm.
2. Jangka Sorong atau Sigmat.
3. Gergaji besi
4. Pahat bubut rata
5. Bor senter
6. *Drill cuk*
7. Kunci pahat
8. Kunci *Cuk*
9. Penggores
10. Spidol
11. Senter putar
12. Pahat bubut dalam

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan poros *pulley* adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar kerja.
2. Siapkan bahan dan potong dengan gergaji sesuai ukuran Gambar dengan toleransi dilebihkan 5mm dari ukuran asli Gambar.
3. Siapkan mesin bubut dan perlengkapannya lalu pastikan mesin bubut bisa berjalan dengan baik.
4. Pasang senter putar di kepala lepas
5. Pasang pahat bubut rata dan di senterkan kepada senter putar agar simetris.
6. Kecepatan putaran mesin untuk **Pengeboran**

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{80 \times 1000}{18 \times 3,14}$$

$$n = 1415 \text{ rpm}$$

7. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 18 \times 1415}{1000}$$

$$V_c = 80 \text{ meter per menit}$$

8. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{18 \times 1415}{1000}$$

$$V = 25,5 \text{ meter per menit}$$

9. Kecepatan putaran mesin untuk **Pembubutan**

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{100 \times 1000}{38 \times 3,14}$$

$$n = 838 \text{ rpm}$$

10. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 38 \times 838}{1000}$$

$$V_c = 100 \text{ meter per menit}$$

11. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{38 \times 838}{1000}$$

$$V = 31,8 \text{ meter per menit}$$

12. Pasang benda kerja pada rahang cekam kepala tetap.

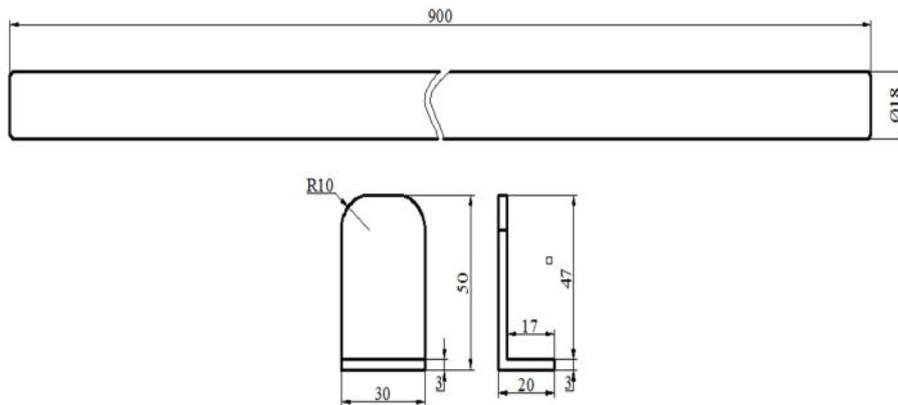
13. Pasang bor senter pada kepala lepas

14. Lalu lubangi besi As sesuai setandar pelubangn borsenter.

15. Jepit benda kerja dengan menggeser kepala lepas yang sudah dipasang senter putar.

16. Nyalakan mesin bubut.

17. Mulailah membentuk pola sesuai dengan Gambar dan ukuran.



Gambar 3.7. Poros As Sliding Penjepit Benda Kerja

3.5.5. Pembuatan Poros As Sliding Silinder

Dalam proses pembuatan poros As sliding silinder diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Besi As St 41 diameter 1 inchi atau diameter 25,4mm.
2. Jangka Sorong atau Sigmat.
3. Gergaji besi
4. Pahat bubut rata
5. Bor senter
6. Drill cuk
7. Kunci pahat
8. Kunci Cuk
9. Penggores
10. Spidol
11. Senter putar
12. Pahat bubut dalam

13. Mata bor ukuran diameter 22 mm

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan poros *pulley* adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar kerja.
2. Siapkan bahan dan potong dengan gergaji sesuai ukuran Gambar dengan toleransi dilebihkan 5mm dari ukuran asli Gambar.
3. Siapkan mesin bubut dan perlengkapannya lalu pastikan mesinbubut bisa berjalan dengan baik.
4. Pasang senter putar di kepala lepas
5. Pasang pahat bubut rata dan di senterkan kepada senter putar agar simetris.
6. Kecepatan putaran mesin

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{100 \times 1000}{18 \times 3,14}$$

$$n = 1769,9 \text{ rpm}$$

7. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 18 \times 1769,9}{1000}$$

$$V_c = 100 \text{ meter per menit}$$

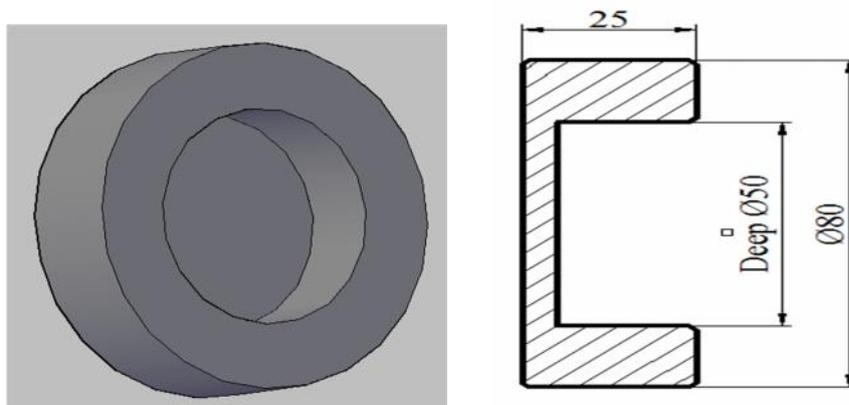
8. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{18 \times 1769,9}{1000}$$

$$V = 31,8 \text{ meter per menit}$$

9. Pasang benda kerja pada rahang cekam kepala tetap.
10. Pasang bor senter pada kepala lepas
11. Lalu lubangi besi As sesuai setandar pelubangn borsenter.
12. Jepit benda kerja dengan menggeser kepalalepas yang sudah dipasang senter putar.
13. Nyalakan mesin bubut.
14. Mulailah membentuk pola sesuai dengan Gambar dan ukuran.



Gambar 3.8. *Housing Bearing*

3.5.6. Pembuatan *Housing Bearing*

Dalam proses pembuatan *Housing Bearing* diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Besi As St 41 diameter 2,5 inchi tebal 30 mm
2. Jangka Sorong
3. Gergaji besi
4. Pahat bubut rata
5. Bor senter
6. *Drill cuk*
7. Kunci pahat
8. Kunci *Cuk*
9. Penggores
10. Spidol
11. Senter putar
12. Pahat bubut dalam
13. Mata bor ukuran diameter 22 mm
14. Mata tab M6x1
15. Mata bor diameter 6

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan *Housing Bearing* adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar kerja.
2. Siapkan bahan dan potong dengan gergaji sesuai ukuran Gambar dengan toleransi dilebihkan 5mm dari ukuran asli Gambar.
3. Siapkan mesin bubut dan perlengkapannya lalu pastikan mesinbubut bisa berjalan dengan baik.

4. Pasang senter putar di kepala lepas
5. Pasang pahat bubut rata dan di senterkan kepada senter putar agar simetris.
6. Kecepatan putaran mesin untuk deep

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{100 \times 1000}{50 \times 3,14}$$

$$n = 636,9 \text{ rpm}$$

7. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 50 \times 636,9}{1000}$$

$$V_c = 100 \text{ meter per menit}$$

8. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{50 \times 636,9}{1000}$$

$$V = 31,8 \text{ meter per menit}$$

9. Kecepatan putaran mesin untuk **diameter luar**

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{100 \times 1000}{80 \times 3,14}$$

$$n = 398,4 \text{ rpm}$$

10. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 80 \times 398,4}{1000}$$

$$V_c = 100 \text{ meter per menit}$$

11. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{80 \times 398,4}{1000}$$

$$V = 31,8 \text{ meter per menit}$$

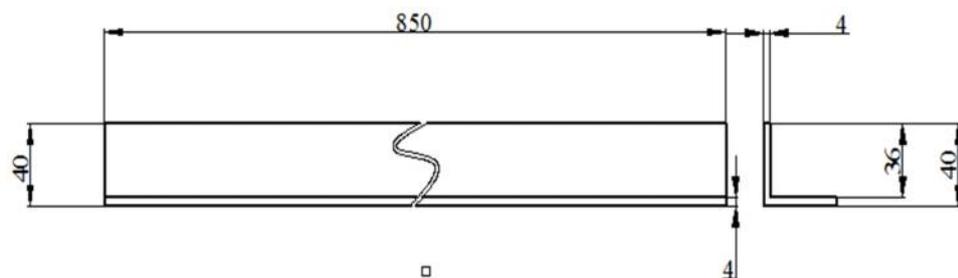
12. Pasang benda kerja pada rahang cekam kepala tetap.

13. Pasang bor senter pada kepala lepas

14. Lalu lubangi besi As sesuai setandar pelubangn borsenter.

15. Nyalakan mesin bubut.

16. Mulailah membentuk pola sesuai dengan Gambar dan ukuran.



Gambar 3.9. Rel Bak Penampung Percikan Pengelasan

3.5.7. Pembuatan Rel penampungan Bak percikan Pengelasan

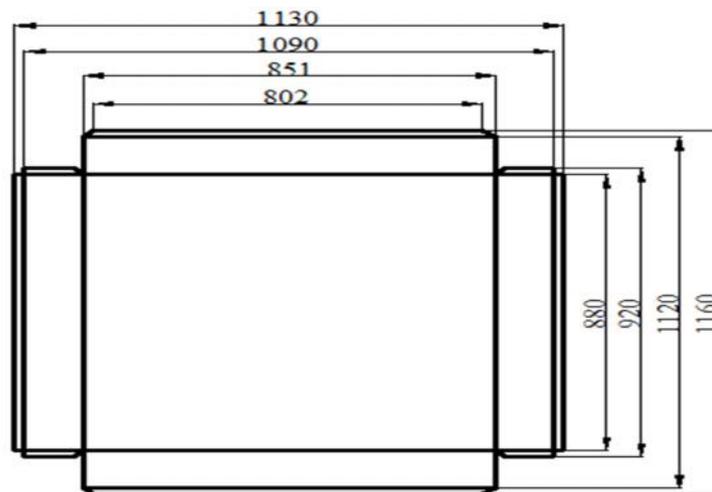
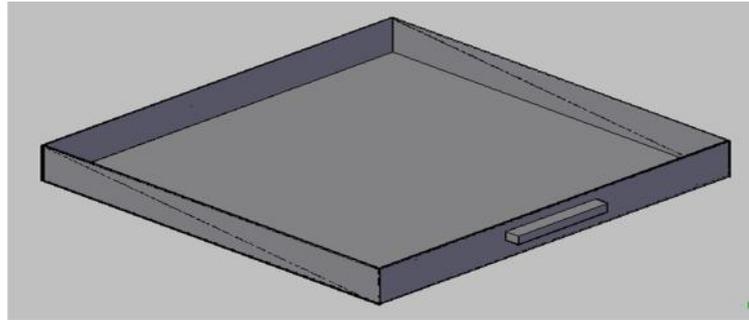
Dalam proses pembuatan Rel Bak Penampung diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Besi siku St 41 4x3x3x6
2. Mesin gerinda *cutting well*
3. Mesin gerinda poles
4. Penggores
5. Spidol
6. Mesin las
7. Tang buaya
8. Clem C
9. Meteran
10. Kedok las
11. Sepatu safety
12. Wearpack
13. Sarungtangan kulit
14. Sikat kawat

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan Rel Bak Penampung adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar kerja.
2. Siapkan bahan dan potong dengan Mesin gerinda *cutting well*
3. sesuai ukuran Gambar dengan toleransi dipaskan dari ukuran asli Gambar.
4. Siapkan siapkan mesin las untuk merakit komponen.

5. Nyalakan mesin las.
6. Mulai mengerjakan sesuai dengan Gambar kerja.



Gambar 3.10. Bak Penampung Percikan las

3.5.8. Proses Pembuatan Bak Penampung

Dalam proses pembuatan Bak Penampung diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

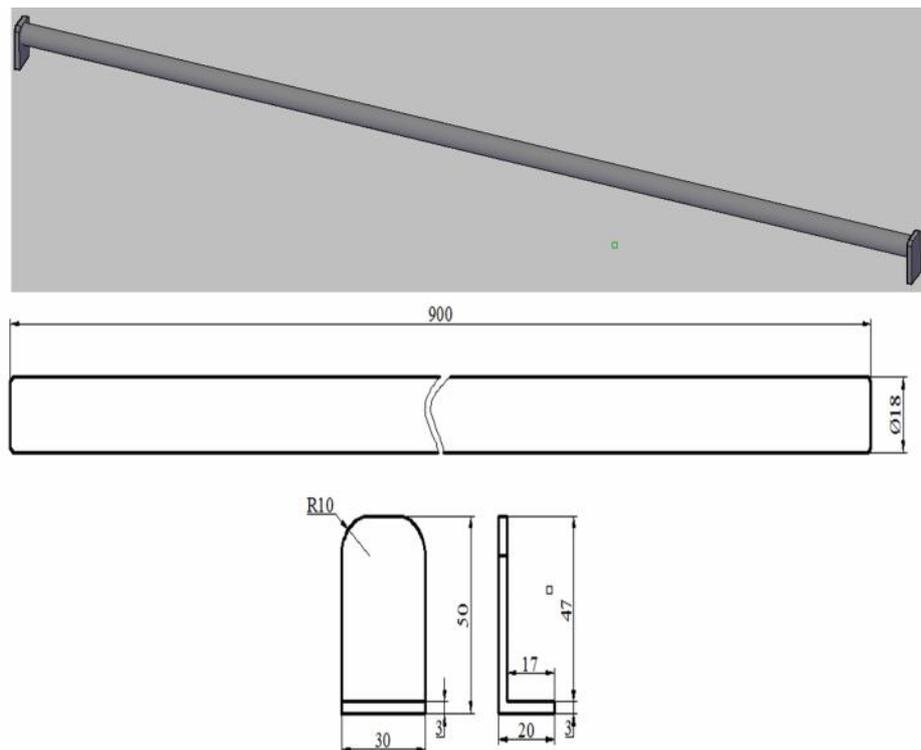
1. Plat 120x240 mm St 37
2. Elektroda
3. Batu Gerinda tangan
4. Batu Gerinda Cutting

5. Meteran
6. Penggores
7. Gerinda Kating
8. Spidol
9. Mistar Baja
10. Penggaris Siku
11. Mesin Las
12. Tang Buaya
13. Clam C
14. Palu Terak
15. Palu Konde
16. Kedok Las
17. Werpak
18. Sepatu Safety
19. Sarung Tangan
20. Sikat kawat

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan Bak Penampung adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar Kerja
2. Siapkan Bahan
3. Siapkan Mesin Gerinda *Cutting well* dan perlengkapannya.
4. Pasang besi plat di atas meja atau dilantai lalu lukiskan Gambar dengan ukuran yang sudah ada di Gambar kerja.

5. Setelah semua sudah selesai di Gambar potong pelat tersebut dengan menggunakan gunting plat.
6. Lalu setelah digunting tekuk dengan menggunakan mesin atau alat tekuk agar tekukan terlihat rapih.
7. nyalakan mesin las.
8. lakukan penyantuman dengan menggunakan mesin las.
9. Lakukan proses pinising dengan menggunakan mesin gerinda dan sikat kawat.



Gambar 3.11. Pembuatan Sliding Poros As Pintu

3.5.9. Pembuatan *Sliding Poros As Pintu*

Dalam proses pembuatan *Sliding Poros As Pintu* diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Besi As St 41 diameter 16 mm
2. Jangka Sorong atau Sigmat.
3. Gergaji besi
4. Pahat bubut rata
5. Bor senter
6. *Drill cuk*
7. Kunci pahat
8. Kunci *Cuk*
9. Penggores
10. Spidol
11. Senter putar

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan Sliding Poros As Pintu adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar kerja.
2. Siapkan bahan dan potong dengan gergaji sesuai ukuran Gambar dengan toleransi dilebihkan 5mm dari ukuran asli Gambar.
3. Siapkan mesin bubut dan perlengkapannya lalu pastikan mesinbubut bisa berjalan dengan baik.
4. Pasang senter putar di kepala lepas
5. Pasang pahat bubut rata dan di senterkan kepada senter putar agar simetris.
6. Kecepatan putaran mesin

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{100 \times 1000}{18 \times 3,14}$$

$$n = 1769,9 \text{ rpm}$$

7. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 18 \times 1769,9}{1000}$$

$$V_c = 100 \text{ meter per menit}$$

8. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{18 \times 1769,9}{1000}$$

$$V = 31,8 \text{ meter per menit}$$

9. Pasang benda kerja pada rahang cekam kepala tetap.

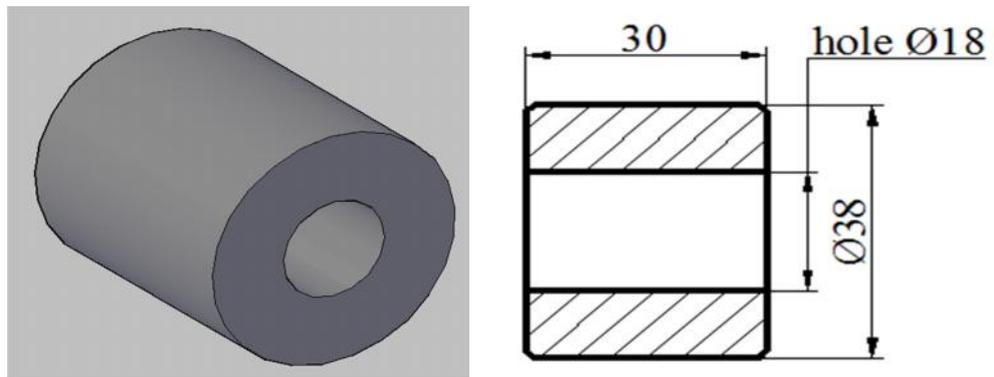
10. Pasang bor senter pada kepala lepas

11. Lalu lubangi besi As sesuai setandar pelubangn borsenter.

12. Geser kepala lepas yang sudah dipasang senter putar.

13. Nyalakan mesin bubut.

14. Mulailah membentuk pola sesuai dengan Gambar dan ukuran.



Gambar 3.12. Pembuatan Hole Sliding Poros As Pintu

3.5.10. Pembuatan *Hole* Silinder Poros As Sliding Pintu

Dalam proses pembuatan Hole Sliding Poros As Pintu diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Besi As St 41 diameter 1 inchi atau diameter 25,4mm.
2. Jangka Sorong atau Sigmat.
3. Gergaji besi
4. Pahat bubut rata
5. Bor senter
6. *Drill cuk*
7. Kunci pahat
8. Kunci Cuk
9. Penggores
10. Spidol
11. Senter putar
12. Pahat bubut dalam

13. Mata bor ukuran diameter 16 mm

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan Hole Sliding Poros

As Pintu adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar kerja.
2. Siapkan bahan dan potong dengan gergaji sesuai ukuran Gambar dengan toleransi dilebihkan 5mm dari ukuran asli Gambar.
3. Siapkan mesin bubut dan perlengkapannya lalu pastikan mesinbubut bisa berjalan dengan baik.
4. Pasang senter putar di kepala lepas
5. Pasang pahat bubut rata dan di senterkan kepada senter putar agar simetris.
6. Kecepatan putaran mesin untuk **Pengeboran**

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{80 \times 1000}{18 \times 3,14}$$

$$n = 1415 \text{ rpm}$$

7. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 18 \times 1415}{1000}$$

$$V_c = 80 \text{ meter per menit}$$

8. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{18 \times 1415}{1000}$$

$$V = 25,5 \text{ meter per menit}$$

9. Kecepatan putaran mesin untuk **Pembubutan**

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{100 \times 1000}{38 \times 3,14}$$

$$n = 838 \text{ rpm}$$

10. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 38 \times 838}{1000}$$

$$V_c = 100 \text{ meter per menit}$$

11. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{38 \times 838}{1000}$$

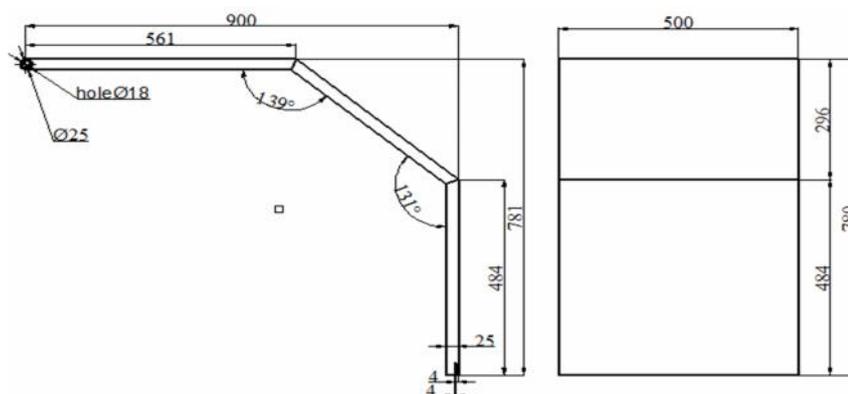
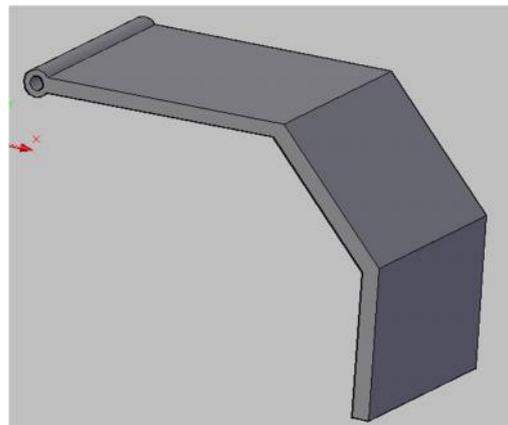
$$V = 31,8 \text{ meter per menit}$$

12. Pasang benda kerja pada rahang cekam kepala tetap.

13. Pasang bor senter pada kepala lepas

14. Lalu lubangi besi As sesuai setandar pelubangn borsenter.

15. Jepit benda kerja dengan menggeser kepalalepas yang sudah dipasang senter putar.
16. Nyalakan mesin bubut.
17. Mulailah membentuk pola sesuai dengan Gambar dan ukuran.



Gambar 3.13. *Housing* Pintu

3.5.11. Proses Pembuatan *Housing* Pintu

Dalam proses pembuatan *Housing* Pintu diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

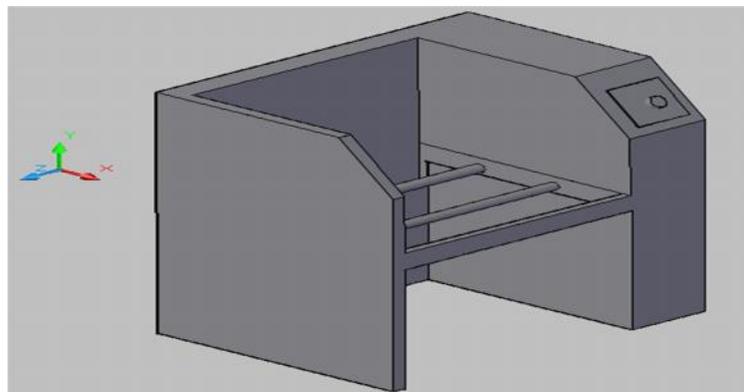
1. Elektroda
2. Batu Gerinda tangan

3. Batu Gerinda Cutting
4. Besi Plat St 37
5. Meteran
6. Penggores
7. Gerinda Kating
8. Spidol
9. Mistar Baja
10. Gunting Plat
11. Penggaris Siku
12. Mesin Las
13. Tang Buaya
14. Clam C
15. Palu Terak
16. Palu Konde
17. Kedok Las
18. Baju kerja
19. Sepatu *Safety*
20. Sarung Tangan
21. Sikat kawat

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan *Housing* Pintu adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar Kerja
2. Siapkan Bahan

3. Siapkan Mesin Gerinda *Cutting well* dan perlengkapannya.
4. Pasang besi plat di atas meja atau dilantai lalu lukiskan Gambar dengan ukuran yang sudah ada di Gambar kerja.
5. Setelah semua sudah selesai di Gambar potong pelat tersebut dengan menggunakan gunting plat.
6. Lalu setelah digunting tekuk dengan menggunakan mesin atau alat tekuk agar tekukan terlihat rapih.
7. nyalakan mesin las.
8. lakukan penyantuman dengan menggunakan mesin las.
9. Lakukan proses pinising dengan menggunakan mesin gerinda dan sikat kawat.



Gambar 3.14. *Housing* Mesin

3.5.12. Proses Pembuatan *Housing* Mesin

Dalam proses pembuatan *Housing* mesin diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

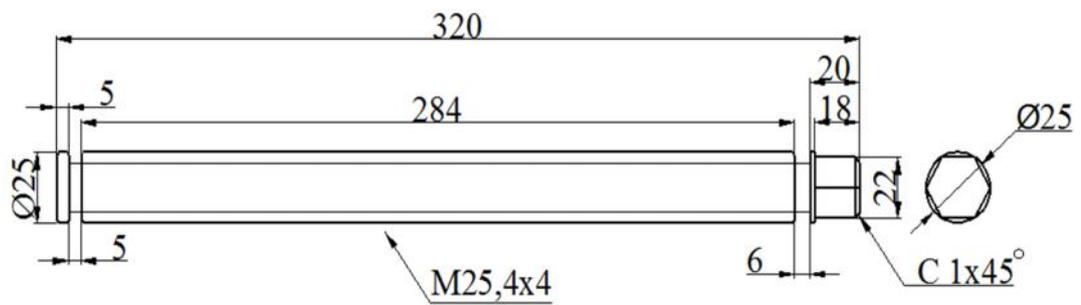
1. Elektroda
2. Batu Gerinda tangan

3. Batu Gerinda Cutting
4. Besi Siku St 37 Ukuran 2x3x3x6
5. Meteran
6. Penggores
7. Gerinda Cutting
8. Spidol
9. Mistar Baja
10. Penggaris Siku
11. Mesin Las
12. Tang Buaya
13. Clam C
14. Palu Terak
15. Palu Konde
16. Kedok Las
17. Werpak
18. Sepatu *Safety*
19. Sarung Tangan
20. Sikat kawat

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan *Housing* mesin adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar Kerja
2. Siapkan Bahan
3. Siapkan Mesin Gerinda *Cutting well* dan perlengkapannya.

4. Pasang besi suku pada penjepit mesin
5. Setelah semua sudah selesai di potong.
6. nyalakan mesin las.
7. lakukan penyantuman dengan menggunakan mesin las.
8. Lakukan proses pinising dengan menggunakan mesin gerinda dan sikat kawat.



Gambar 3.15. Ulir Penjepit

3.5.13. Pembuatan ulir Penjepit

Dalam proses pembuatan Ulir Penjepit diperlukan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Besi As St 41 diameter 1 inchi atau diameter 25,4mm.
2. Jangka Sorong atau Sigmat.
3. Gergaji besi
4. Pahat bubut rata
5. Bor senter
6. Drill cuk
7. Kunci pahat

8. Kunci Cuk
9. Penggores
10. Senter putar
11. Pahat bubut Ulir
12. Pahat bubut Alur

Langkah-langkah kerja dalam proses pembuatan Ulir Penjepit adalah sebagai berikut :

1. Siapkan Gambar kerja.
2. Siapkan bahan dan potong dengan gergaji sesuai ukuran Gambar dengan toleransi dilebihkan 5mm dari ukuran asli Gambar.
3. Siapkan mesin bubut dan perlengkapannya lalu pastikan mesin bubut bisa berjalan dengan baik.
4. Pasang senter putar di kepala lepas
5. Pasang pahat bubut rata dan di senterkan kepada senter putar agar simetris.
6. Kecepatan putaran mesin untuk **Pengeboran**

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{80 \times 1000}{18 \times 3,14}$$

$$n = 1415 \text{ rpm}$$

7. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 18 \times 1415}{1000}$$

$$V_c = 80 \text{ meter per menit}$$

8. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{18 \times 1415}{1000}$$

$$V = 25,5 \text{ meter per menit}$$

9. Kecepatan putaran mesin untuk **Pembubutan**

$$n = \frac{Cs \times 1000}{D \times 3,14}$$

$$n = \frac{100 \times 1000}{38 \times 3,14}$$

$$n = 838 \text{ rpm}$$

10. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 38 \times 838}{1000}$$

$$V_c = 100 \text{ meter per menit}$$

11. Kecepatan pemakanan

$$V = \frac{D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{38 \times 838}{1000}$$

$$V = 31,8 \text{ meter per menit}$$

12. Pasang benda kerja pada rahang cekam kepala tetap.
13. Pasang bor senter pada kepala lepas
14. Lalu lubangi besi As sesuai setandar pelubangan bor senter.
15. Jepit benda kerja dengan menggeser kepala lepas yang sudah dipasang senter putar.
16. Nyalakan mesin bubut.
17. Mulailah membentuk pola sesuai dengan Gambar dan ukuran.
18. Memajukan pahat pada diameter luar ulir.
19. *Setting* ukuran pada *handle* ukuran eretan atas menjadi 0 mm.
20. Tarik pahat ke luar benda kerja, sehingga pahat di luar benda kerja dengan
21. jarak bebas sekitar 10 mm di sebelah kanan benda kerja.
22. Atur pengatur kisar menurut tabel kisar yang ada di mesin bubut, geser *handle* gerakan eretan bawah untuk pembuatan ulir.
23. Masukkan pahat dengan kedalaman potong sekitar 0,1 mm.
24. Putar spindel mesin (kecepatan potong mengacu pada tabel) sampai panjang
25. ulir yang dibuat terdapat goresan pahat, kemudian hentikan mesin dan tarik
26. pahat keluar.
27. Periksa kisar ulir yang dibuat dengan menggunakan kaliber

28. ulir (*screw pitch gage*). Apabila sudah sesuai maka proses pembuatan ulir
29. dilanjutkan. Kalau kasar belum sesuai periksa posisi *handle* pengatur kasar pada mesin bubut.
30. Gerakkan pahat mundur dengan cara memutar spindel arah kebalikan,
31. hentikan setelah posisi pahat di depan benda kerja (Gerakan seperti gerakan pahat untuk membuat poros lurus.
32. Majukan pahat untuk kedalaman potong berikutnya dengan memajukan eretan atas.
33. Langkah dilanjutkan berulang sampai kedalaman ulir maksimal tercapai.

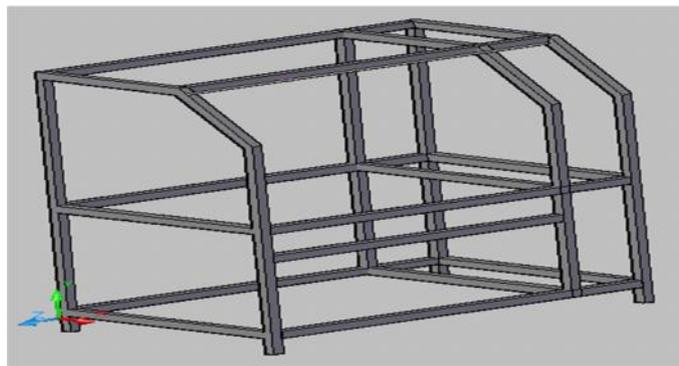
Tabel 3.1. Kecepatan Potong Proses Bubut Rata dan Proses Bubut Ulir untuk Pahat HSS

MATERIAL	STRAIGHT TURNING SPEED		THREADING SPEED	
	FEET PER MINUTE	METERS PER MINUTE	FEET PER MINUTE	METERS PER MINUTE
LOW CARBON STEEL	80–100	24.4–30.5	35–40	10.7–12.2
MEDIUM CARBON STEEL	60–80	18.3–24.4	25–30	4.6–6.1
HIGH CARBON STEEL	35–40	10.7–12.2	15–20	4.6–6.1
STAINLESS STEEL	40–50	12.2–15.2	15–20	4.6–6.1
ALUMINUM AND ITS ALLOYS	200–300	61.0–91.4	50–60	15.2–18.3
ORDINARY BRASS AND BRONZE	100–200	30.5–61.0	40–50	12.2–15.2
HIGH TENSILE BRONZE	40–60	12.2–18.3	20–25	6.1–7.6
CAST IRON	50–80	15.2–24.4	20–25	6.1–7.6
COPPER	80–80	18.3–24.4	20–25	6.1–7.6

3.6. Proses Perakitan Alat Bantu Sambungan Pipa Untuk Posisi 1G

Perakitan ini bertujuan untuk menyatukan semua komponen yang telah selesai dibuat, sehingga menjadi satu alat yang utuh dan dapat digunakan. Adapun tahapan perakitan alat bantu sambungan pipa untuk posisi 1 GR sebagai berikut :

1. Perakitan kerangka, perakitan ini menggunakan mesin las SMAW dengan menggunakan elektroda berdiameter 2,6 mm dengan arus 60-80 sampai terbentuk sesuai dengan Gambar seperti dibawah ini.



Gambar 3.16. Kerangka Mesin

2. Pemasanganudukan atau bracket motor listrik ke kerangka mesin seperti pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.17. Dudukan Mesin

3. Pemasangan *Pulley* ke Motor Listrik.
4. Sesuaikan lubang *pulley* terhadap diameter As motor listrik.

Prosesnya seperti pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.18. Pemasangan *Pulley* ke Motor listrik

5. Pemasangan motor listrik ke dudukan atau *bracket* yang telah dirakit pada kerangka mesin, seperti pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.19. Pemasangan motor listrik ke dudukan atau *brcket*.

6. Membuat lubang pada kerangka mesin untuk dudukan *bearing* seperti pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.20. Pemasangan mur dan baut

7. Pemasangan *bearing* padaudukan kerangka yang sudah dibor. seperti pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.21. Pemasangan *bearing*

8. Pemasangan *pulley* ke poros yang akan dipasang ke *bearing*. seperti pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.22. Pemasangan *pulley* keporos penggerak.

9. Pemasangan *v-belt* dari *pulley* motor ke *pully* transmisi. seperti pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.23. Pemasangan *pulley* keporos penggerak.

10. Pemasangan dudukan bearing ke rangka.



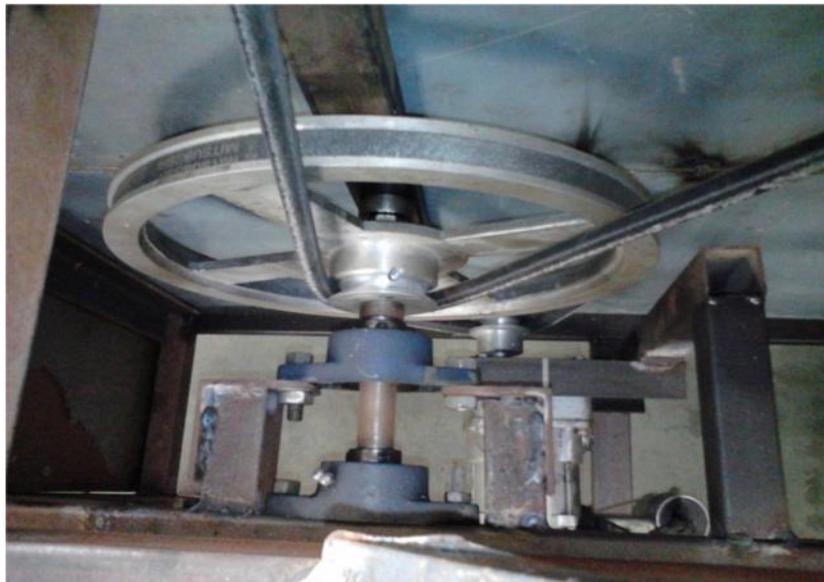
Gambar 3.24. Pemasangan dudukan *bearing* kerangka.

11. Pemasangan *bearing* ke dudukan rangka.



Gambar 3.25. Pemasangan *bearing* kedudukan rangka

12. Pemasangan *pulley* ke poros penggerak.



Gambar 3.26. Pemasangan *pulley* keporos penggerak.

13. Pemasangan pulley yang telah disatukan pada poros ke *bearing* tekan.



Gambar 3.27. Pemasangan poros ke *bearing* tekan.

14. Pemasangan poros penggerak ke *bearing* yang telah ditransmisikan dari motor penggerak.



Gambar 3.28. Pemasangan poros penggerak.

15. Pemasangan plat strip ke poros penggerak yang telah terpasang.



Gambar 3.29. Pemasangan plat strip keporos.

16. Pemasangan poros as sliding penjepit benda kerja.



Gambar 3.30. Pemasangan poros As.

17. Pemasanganudukan bearing pada poros sliding.



Gambar 3.31. Pemasanganudukan *bearing* tekan.

18. Pemasangan poros putar ke rahang jepit



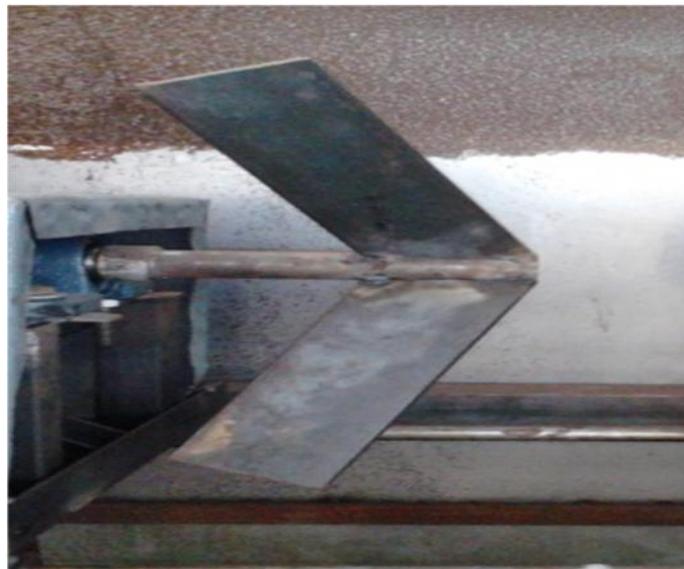
Gambar 3.32. Pemasangan poros putar.

19. Pemasangan housing rahang penjepit



Gambar 3.33. Pemasangan housing penjepit

20. Pemasangan plat ke poros putar



Gambar 3.34. Pemasangan plat keporos putar.

21. Pemasangan *cover* bagian belakang



Gambar 3.35. Pemasangan *cover* bagian belakang.

22. Pemasangan *cover* bagian samping sebelah kanan



Gambar 3.36. Pemasangan *cover* bagian samping sebelah kanan.

23. Pemasangan *cover* bagian atas



Gambar 3.37. Pemasangan *cover* bagian atas.

24. Pemasangan *cover* bagian samping sebelah kiri



Gambar 3.38. Pemasangan *cover* bagian samping kiri.

25. Pemasangan *cover* bagian depan



Gambar 3.39. Pemasangan *cover* bagian depan.

26. Pemasangan *cover* bagian bawah



Gambar 3.40. Pemasangan *cover* bagian bawah.

27. Pemasangan rel untuk bak penampung



Gambar 3.41. Pemasangan rel penampung.

28. Pemasangan bak penampung percikan las



Gambar 3.42. Pemasangan bak penampung.

29. Pemasangan kerangka pintu



Gambar 3.43. Pemasangan kerangka pintu.

30. Pemasangan rel *sliding* pintu



Gambar 3.44. Pemasangan *sliding* pintu.

31. Pemasangan *cover* pintu



Gambar 3.45. Pemasangan *cover* pintu.

3.7. Proses Pembuatan Rangkaian Elektronika

Perakitan ini bertujuan untuk menyatukan semua komponen yang telah selesai dibuat, sehingga menjadi satu alat yang utuh dan dapat digunakan. Adapun tahapan perakitan alat bantu sambungan pipa untuk posisi 1 G sebagai berikut :

1. Pemasangan motor



Gambar 3.46. Pemasangan motor.

2. Penyambungan kabel power ke saklar



Gambar 3.47. Penyambungan kabel power.

3. Penyambungan saklar keregulator (pengatur kecepatan)



Gambar 3.48. Penyambungan saklar keregulator.

4. Penyambungan dari regulator ke over switch (tahanan motor listrik)



Gambar 3.49. Penyambungan dari regulator ke *over switch*.

5. Penyambungan dari over switch ke motor listrik dengan menggunakan terminal



Gambar 3.50. Penyambungan dari *over switch* ke motor listrik.

6. Penyambungan dari power saklar ke lampu indikaor berwarna merah



Gambar 3.51. Penyambungan dari power saklar ke lampu indikaor.

7. Penyambungan dari regulator ke lampu indiktor berwarna hijau



Gambar 3.52. Penyambungan dari regulator ke lampu indiktor berwarna hijau.

8. Penyambungan dari kabel power ke saklar lampu



Gambar 3.53. Penyambungan dari kabel power ke saklar lampu.

9. Penyambungan dari saklar kelampu penerangan.



Gambar 3.54. Penyambungan dari saklar kelampu penerangan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Spesifikasi Alat Bantu Sambungan Pipa 1G

Setelah dilakukan uji kinerja pada alat bantu sambungan pipa untuk posisi 1 G, maka didapat beberapa informasi berupa spesifikasi dari alat yang telah dibuat. Spesifikasi ini dibuat untuk mempermudah operator dalam pengoperasian alat. Adapun gambar dari alat yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar (4.1)



Gambar 4.1. Alat bantu pengelasan pipa untuk posisi 1 G

Adapun spesifikasi dari alat bantu pengelasan pipa untuk posisi 1 G dijelaskan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.1. Spesifikasi alat bantu pengelasan pipa untuk posisi 1 G

Nama Bagian komponen Mesin	Keterangan Mesin
Penggerak Motor listrik	<ul style="list-style-type: none"> - AC - Putaran mesin @ 2000 rpm - Listrik @ 300 watt - Voltase @ 220 ke 210 V - Kapasitor @ 14 mikro
Mesin las	<ul style="list-style-type: none"> - AC - Digital - Listrik 900 watt - Kemampuan mengelas 90 Arus - Panjang kabel 2M
Regulator	<ul style="list-style-type: none"> - AC - Listrik mampu untuk menahan 1000 watt - Input listrik 220 watt - Keluar listrik tergantung parameter kecepatan yang diinginkan.
<i>Feature</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Switch ON / OFF mesin - Switch ON / OFF lampu - Lampu indikator - Kabel power mesin las - Kabel power mesin putar -
Berat mesin	- 80 Kg
Dimensi mesin LxPxT	- 800x1200x1300 mm
Kecepatan putar mesin	- 0,75 – 4,50 rpm
Kemampuan minimal dan maksimal ukuran diameter pipa	- 2 inchi – 10 inchi

4.2. Uji Coba Alat Bantu Pengelasan Sambungn Pipa 1G.

Pada tahap pengujian, alat bantu sambungan pipa 1G yang telah dibuat digunakan untuk peroses penyambungan pipa dengan cara benda kerja yang akan disambung diputar dengan putaran mesin yang dapat diatur rpm dengan menggunakan regulator. Bahan yang akan disambung adalah pipa dengan diameter 50 mm dengan ketebalan 5 mm dan peroses pengelasan dengan menggunakan alat bantu pengelasan 1 G.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performa kerja alat atau mesin yang telah dibuat. Proses pengujian yang pertama dilakukan dengan parameter sebagai berikut :

1. Diameter pipa 50 mm.
2. Ketebalan pipa 3,2 mm.
3. Ukuran kecepatan putaran 0,75 – 4,5 rpm
4. *Voltage* Regulator dari 50 – 200 volt

4.2.1. Langkah – Langkah Uji Coba Alat Bantu Pengelasan Pipa 1G

1. Pasang mesin las pada alat bantu sambungan pipa.



Gambar 4.2. Pasang mesin las pada alat bantu sambungan pipa.

2. Periksa *power* utama stop kontak untuk mengetahui pаса dan masa agar tidak salah dalam pengoprasian.
3. Hubungkan *power* mesin atau alat.
4. Hubungkan *power* mesin las.



Gambar 4.3. Colok kan *power* mesin las.

5. Pasang elektroda dengan diameter 2,6 mm pada mesin las.
6. Tekan *power ON* pada mesin putar.



Gambar 4.4. *power ON* pada mesin putar.

7. Tekan saklar *ON* lampu penerangan.



Gambar 4.5. saklar *ON* lampu penerangan.

8. Atur kecepatan putar pada parameter 50Volt = 0,75rpm.



Gambar 4.6. Regulator

9. Tekan power ON pada mesin las.



Gambar 4.7. Mesin Las.

10. Atur Arus mesin las pada 50-60 Ampere.

11. Pasang kan masa mesin las pada bodi atau kerangka mesin putar.



Gambar 4.8. Pasang kan masa mesin las.

12. Setelah semua sudah terpasang maka mesin siap untuk digunakan.

4.2.2. Langkah pemasangan benda kerja diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Siapkan dua buah pipa dengan ukuran diameter 50 mm dan panjang 60 mm.
2. Pasang pada rahang penjepit mesin.



Gambar 4.9. rahang penjepit benda kerja.

3. Cantum benda tersebut sejumlah 3 titik atau 4 titik.
4. Baru lakukan pengelasan dengan parameter yang sudah ditentukan.

4.3. Hasil Uji Coba Pengelasan Alat Bantu Sambungan Pipa 1G.

Hasil uji coba dengan menggunakan pipa diameter $\varnothing 50$ dengan ketebalan 3,2 menggunakan elektroda 2,6 mm dapat dilihat sebagai berikut :

1. Hasil pengelasan dengan parameter kecepatan putar 0,75 rpm, arus 50 -51 Ampere, sudut pengelasan 70° dapat dilihat pada gambar (4.9).
- 2.



Gambar 4.10. hasil Pengelasan pipa job 1

3. Dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Kecepatan putaran 1,5 rpm
- Arus mesin las 50 – 51 Ampere
- Sudut pengelasan 70^0



Gambar 4.11. hasil Pengelasan pipa job 2

4. Dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Diameter pipa 50 mm
- Tebal pipa 3,2 mm
- Kecepatan putaran 2 rpm
- Arus mesin las 50 – 51 Ampere
- Sudut pengelasan 70^0



Gambar 4.12. hasil Pengelasan pipa job 3

5. Dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Diameter pipa 50 mm
- Tebal pipa 3,2 mm
- Kecepatan putaran 2,5 rpm
- Arus mesin las 50 – 51 Ampere
- Sudut pengelasan 70^0



Gambar 4.13. hasil Pengelasan pipa job 4

6. Dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Diameter pipa 50 mm
- Tebal pipa 3,2 mm
- Kecepatan putaran 2,75 rpm
- Arus mesin las 50 – 51 Ampere
- Sudut pengelasan 70^0



Gambar 4.14. hasil Pengelasan pipa job 5

7. Dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Diameter pipa 50 mm
- Tebal pipa 3,2 mm
- Kecepatan putaran 3,75 rpm
- Arus mesin las 50 – 51 Ampere
- Sudut pengelasan 70^0



Gambar 4.15. hasil Pengelasan pipa job 6

8. Dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Diameter pipa 50 mm
- Tebal pipa 3,2 mm
- Kecepatan putaran 4 rpm
- Arus mesin las 50 – 51 Ampere
- Sudut pengelasan 70^0



Gambar 4.16. hasil Pengelasan pipa job 7

9. Dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Diameter pipa 50 mm
- Tebal pipa 3,2 mm
- Kecepatan putaran 4,10 rpm
- Arus mesin las 50 – 51 Ampere
- Sudut pengelasan 70^0



Gambar 4.17. hasil Pengelasan pipa job 8

10. Dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

- Diameter pipa 50 mm
- Tebal pipa 3,2 mm
- Kecepatan putaran 4,30 rpm
- Arus mesin las 50 – 51 Ampere
- Sudut pengelasan 70^0



Gambar 4.18. hasil Pengelasan pipa job 9

4.4. Pembahasan Hasil Sambungan pengelasan Pipa Untuk Posisi 1G

Setelah dilakukan pengujian dengan variasi putaran 0,75 – 4,5 rpm terdapat dua hasil yang relatif baik yaitu pada putaran 2 dan 2,5, hasil dari proses uji tersebut dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :

1. Sambungan pengelasan pipa diameter \varnothing 50 dengan tebal 3,2 mm menggunakan elektroda diameter \varnothing 2,6 mm yang terbaik pada parameter sebagai berikut :
 - Tegangan 54 volt.
 - Kecepatan putar mesin 2 rpm.
 - Pengaturan arus pada 50 – 51 Ampere.



Gambar 4.19. Hasil Sambungan Pipa dengan ketebalan 3,2 mm dan Diameter \varnothing 50 mm dengan kecepatan putaran 2 rpm.

2. Sambungan pengelasan pipa diameter \varnothing 50 dengan tebal 3,2 mm menggunakan elektroda diameter \varnothing 2,6 mm yang terbaik pada parameter sebagai berikut :

- Tegangan 54 volt.
- Kecepatan putar mesin 2,5 rpm.
- Pengaturan arus pada 50 – 51 Ampere.



Gambar 4.20. Hasil Sambungan Pipa dengan ketebalan 3,2 mm dan Diameter \varnothing 50 mm dengan kecepatan putaran 2,25 rpm.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa tentang “Rancang bangun alat bantu pengelasan pipa 1 G”, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Hasil pembuatan alat bantu pengelasan sambungan pipa 1 G sesuai dengan perencanaan sebelumnya dengan ukuran 800x1200x1300 mm, dan berat 80 Kg.
- b. Pada alat bantu pengelasan sambungan pipa 1 G material yang digunakan sesuai dengan perencanaan antara lain bagian rangka menggunakan besi *Hollow housing* atas, housing bawah, housing belakang, *housing* samping kanan, *housing* samping kiri menggunakan besi St 37. Sedangkan untuk poros menggunakan besi As St 41, sedangkan *pulley* menggunakan material aluminium dural,
- c. Mesin ini memiliki kecepatan putar 0,75 – 4,50 rpm, dan mampu mengelas pipa dengan diameter dari 1,5 inchi– 10 inchi.
- d. Hasil terakhir dalam uji coba, alat bantu pengelasan sambungan pipa 1G ini adalah mesin dapat bekerja sesuai fungsinya yaitu dapat menyambung pipa baja tanpa mengalami kerusakan pada mesin yang telah dibuat.

5.2. Saran

- a. Alat bantu pengelasan sambungan pipa 1 G yang telah dibuat dapat dikembangkan dengan sistem otomatis dan menggunakan motor DC sehingga putaran motor lebih baik lagi dalam berputar sesuai dengan parameter.
- b. Kekurangan dari alat ini adalah tidak dapat menyambung pipa yang berukuran lebih besar dari 10 inchi. Karena alat ini memiliki rahang dan jarak yang terbatas.
- c. Dalam parameter pengaturan kecepatan harus menggunakan rasio roda gigi dengan dibantu *inverter* digital agar putaran langsung dapat terlihat oleh pengguna.
- d. Untuk meningkatkan performa, alat ini dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yaitu dengan cara membuat putarannya menggunakan *inverter*.

DAFTAR PUSTAKA

- Harsokusoemo, H. Darmawan. (2000). *Pengantar Perancangan Teknik*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional
- Ir. Sularso. (2004). *Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Kurmi, R. S., 2005, *Machine Design*, Eurasia Publising House (PVT.) LTD., New Delhi.
- Myszka David H, 2005, *Machines & Machinesms*. Dayton: Pearson Educational International.
- Sunaryo, Heri, 2008, *Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1*, Direktorat Pembina Sekolah Menengah Kejuruan Jakarta
- Sumbodo, Wirawan, dkk, 2008, *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 3*, PT. Macanan Jaya Cemerlang, Klaten.
- Widarto, 2008, *Teknik Pemesinan Jilid 2*, Direktorat Pembina Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta.
- Wirjosumarto, Harsono. (1996). *Teknologi Penelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Rampaul Hoobasar, 2003, *Pipe Welding Prosedures* . New York: Industrial Press Inc.