

LAPORAN TUGAS AKHIR

PEMBUATAN DAN PEMASANGAN ROTOR TURBIN AIR MIKRO HIDRO



Disusun oleh :

NAMA : DONI HERMAWAN

NIM : 01. 51. 010

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK MESIN D - III
2006**

KAMPUS
SILVA SANTI

MINIUT POTOS KADAMANNET WAE KATALLANNET
GAMU ORANG DIA

1978/1979

KAMPUS : 1978

1978/1979 : 1978

MINIUT POTOS KADAMANNET WAE KATALLANNET
GAMU ORANG DIA
1978/1979 : 1978

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
PEMBUATAN DAN PEMASANGAN ROTOR DISC
TURBIN AIR MIKRO HIDRO



Nama : Dony Hermawan
NIM : 01.51.010
Jurusan : Teknik Mesin D-III

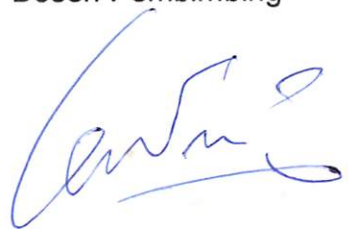
Mengetahui,

Ka. Jur. Teknik Mesin D-III



Ir. Drs. Moch Trisno, MT

Dosen Pembimbing



Ir. Drs. Boediyanto



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : DONI HERMAWAN
NIM/Nirm : 01. 51. 010
Jurusan : Teknik Mesin Diploma III
Fakultas : Teknologi Industri
Judul Tugas Akhir : "PEMBUATAN DAN PEMASANGAN ROTOR
TURBIN AIR MIKRO HIDRO"
Pengajuan Tugas Akhir : 26 Januari 2006
Selesai Menulis Tugas Akhir : 22 Maret 2006
Dosen Pembimbing : Ir. Drs. Boediyanto
Keterangan Nilai Bimbingan: *(8/10 delapan tujuh)*

Malang, 22 Maret 2006



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 1018100036

Dosen Pembimbing

Ir. Drs. Boediyanto
NIP. 131.127.272

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Kampus I: Gedung Sigun-gun No. 5, Telp. (0341) 524111 (Pusat), Fax. (0341) 524112 Malang 65146
Kampus II: J. Raya Karamong, Kot. Jap. (0341) 411238 Fax. (0341) 411234 Malang



PT BNI (PABERO) MALANG
BANK NAGAMALANG

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa :	DONI HERLIWAN
NIM/Nama :	01.51.010
Jurusan :	Teknik Mesin Diploma III
Fakultas :	Teknologi Industri
Judul Tugas Akhir :	"PEMBAHATAN DAN PEMERANGKAIAN ROTOR TURBIN AIR MIKRO HIDRO"
Pengajuan Tugas Akhir :	26 Januari 2006
Selesai Menulis Tugas Akhir :	22 Maret 2006
Dosen Pembimbing :	Ir. Drs. Boediyanto
Keterangan Nilai Bimbingan :	

Malang, 22 Maret 2006

Dosen Pembimbing

Ir. Drs. Boediyanto
NIP. 131.137.272

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Ir. Rochtar Astoni, MSi,IE
NIP. Y. 1018100035

Mengucapkan



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : DONI HERMAWAN
NIM/Nirm : 01. 51. 010
Jurusan : Teknik Mesin Diploma III
Fakultas : Teknologi Industri
Judul Tugas Akhir : "PEMBUATAN DAN PEMASANGAN ROTOR
TURBIN AIR MIKRO HIDRO"

Dipertahankan dihadapan Team penguji Tugas Akhir jenjang Program Diploma Tiga
(D III) pada :

Hari/Tanggal : Kamis, 23 Maret 2006

Dengan Nilai/Hasil Ujian : 78,9 (B+)

PANITIA TUGAS AKHIR

Ketua

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y : 1018100036

Sekretaris

Ir. Drs. Moch. Trisno, MT
NIP. 130.936.652

ANGGOTA

Ir. H. Widjadmoko, MT
NIP. 1018300057

Ir. Drs. Rusdi, MT
NIP. 130.936.654

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK



Kampus I: Gedung Sempurna 3, Tel. (0401) 521521 - Hutan, Pk. (20132013) Widy. 2013
Kampus II: Pk. Hutan, Tel. (0401) 521521 - Hutan, Pk. (20132013) Widy. 2013
BANK HACA MALANG

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa	: DONI BERMANAN
NIM	: 01.51.010
Jurusan	: Teknik Mesin (diploma III)
Fakultas	: Teknologi Industri
Judul Tugas Akhir	: PEMERINTAHAN DAN PEMASANGAN ROTOR TURBIN AIR MIKRO HIDRO
Dipersembahkan dihadapan Tim penguji Tugas Akhir jenjang Program Diploma Tiga (D III) pada :	
Hari/Tanggal	: Kamis, 23 Maret 2006
Dengan Nilai/Hasil Ujian :	: 78,9 (B+)

PANITIA TUGAS AKHIR

Setoran

Ir. Dik Moch. Triana, MT
NIP. 130.936.632

Ketua

Ir. Mochamad Astoni, MSiE
NIP. Y : 1018100036

ANGGOTA

Ir. Dik Moch. Triana, MT
NIP. 130.936.632

Ir. H. Widjandarmo, MT
NIP. 1018300057

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas karunia dan hidayahnya yang diberikan kepada kami sehingga Tugas Akhir dengan judul: "**PEMBUATAN DAN PEMASANGAN ROTOR DISC TURBIN AIR MIKRO HIDRO**" dapat terselesaikan.

Tugas Akhir beserta laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Muda di Jurusan Teknik Mesin D-III Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak **Dr. Ir. Abraham Lommi, MSEE.** selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak **Ir. Drs. Moch. Trisno, MT.** selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin D-III.
3. Bapak **Ir. Boedyanto, MT.** selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Sahabat-sahabat dan rekan-rekan yang telah membantu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan dan banyak kekurangan-kekurangan oleh karena itu kritik serta saran yang sifatnya membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan laporan ini, semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Maret 2006

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR DIAGRAM ALIR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Dan Maksud Penulisan	7
1.5 Metodologi Penulisan	7
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Prinsip Kerja Turbin	10
2.2 Klasifikasi Turbin Air	11
2.2.1 Turbin Reaksi	11
2.2.1.1 Turbin Perancis	12
2.2.1.2 Turbin Kaplan	15

2.2.2 Turbin Impuls	17
2.2.2.1 Turbin Pelton	17
2.2.2.2 Turbin Banki	18
2.3 Efisiensi Turbin Dan Daerah Kerja	20
2.4 Kecepatan Liar (Run Away Speed)	23
2.5 Kavitasi	24
2.6 Mengelas Dan Memotong	25
2.6.1 Klasifikasi Cara-Cara Pengelasan Dan Pemotongan	26
2.6.2 Mengelas	
2.6.2.1 Las Busur Listrik	30
2.6.2.1.1 Las Elektroda Terbungkus	30
2.6.2.1.1.1 Bahan Fluks	32
2.6.2.1.1.2 Jenis-jenis Elektroda	33
2.6.2.1.1.3 Busur Listrik Dan Mesin Las	33
2.6.2.2 Pengelasan Dengan Gas	34
2.6.2.2.1 Nyala Oksi-asetilen	35
2.6.2.2.2 Alat-Alat Las Oksi-Asetilen	35
2.6.2.2.3 Penggunaan Dan Fluks Yang Diperlukan	36
2.6.2.3 Kekuatan Sambungan Las	
2.6.2.3.1 Kekuatan Statis	37
2.6.3 Pemotongan	
2.6.3.1 Pemotongan Dengan Gas	39

2.6.3.2 Pemotongan Busur Udara	40
2.7 Mesin Bubut	41
2.7.1 Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut	42
2.7.2 Proses Pembubutan (Pembentukan Serpih)	46
2.7.2.1 Kedalaman Tusukan	48
2.7.2.2 Penampangan Serpih	49
2.7.2.3 Volume Serpih (Banyaknya Serpih)	51
2.7.2.4 Kecepatan Sayat	52
BAB III PERHITUNGAN	
3.1 Data Perencanaan	57
3.2 Perhitungan Daya Turbin	57
3.3 Momen Torsi Puntir	58
3.4 Gaya Aksi Atau Gaya Dorong	58
3.5 Kekuatan Sambungan Las	59
3.6 Proses Pembubutan	62
BAB IV PEMBUATAN DAN PEMASANGAN	
4.1 Persiapan	66
4.2 Proses Pembuatan Rotor disc	66
4.3 Proses Pemasangan Rotor Disc	71
4.3.1 Persiapan	71
4.3.2 Pengelasan Rotor Disc	71
4.3.3 Pembersihan	72

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sebuah Turbin Air	11
Gambar 2.2 Irisan Perspektif Turbin Francis	13
Gambar 2.3 Turbin Kaplan	16
Gambar 2.4 Turbin Pelton	18
Gambar 2.5 Skema Kontruksi Turbin Banki	19
Gambar 2.6 Elektroda Terbungkus Dan Pemindahan Logam Cair	31
Gambar 2.7 Nyala oksi-Asetilen	35
Gambar 2.8 Penghasil Asetilen Jenis Karbid Ke Air	36
Gambar 2.9 Jenis-Jenis Sambungan Sudut	39
Gambar 2.10 Skema Pemotongan Gas Oksigen	40
Gambar 2.11 Pemotongan Busur Udara	41
Gambar 2.12 Mesin Bubut	41
Gambar 2.13 Kepala Lepas	42
Gambar 2.14 Bangku Mesin / Bad	43
Gambar 2.15 Eretan Perkakas	44
Gambar 2.16 Lengkungan Transmisi Laju	45
Gambar 2.17 Kepala Bebas / Kepala Lepas	46

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1 Efisiensi Turbin Banki	20
Grafik 2.2 Efisiensi Versus Beban Dari Beberapa Jenis Turbin	22
Grafik 2.3 Angka Putaran Pada Mesin Bubut	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas Tinggi Air Jatuh	21
Tabel 2.2 Kecepatan Liar (Run Away Speed)	23
Tabel 2.3 Klasifikasi Cara Pengelasan	29
Tabel 2.4 Klasifikasi Cara Pemotongan	30
Tabel 2.5 Macam Dan Bahan Fluks	32
Tabel 2.6 Pengelasan Logam Dengan Las Oksi-Asetilen	37
Tabel 2.7 Kecepatan Sayat (v) dan Laju (s)	54
Tabel 2.8 Diameter Penggunaan Elektroda	74

DAFTAR DIAGRAM ALIR

Diagram Alir 1.1 Pembuatan Rotor Disc Turbin Air Mikro Hidro	57
Diagram Alir 1.2 Proses Pembubutan	70
Diagram Alir 1.3 Proses Pemasangan Rotor Disc	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penemuan turbin merupakan kemajuan yang berarti dalam pengembangan tenaga air. Turbin pertama, yang memanfaatkan gaya semprotan air, dirancang oleh J.A. Segner (1704-1777), yang digunakan pada sungai Leine (Jerman) di Norten dengan penjelasan yang diterbitkan pada tahun 1750. Kemudian beberapa sarjana, antara lain Fourneyron (1827), Zuppinger (1846), Schwamkrug (1850), deGirard (1863) merancang beberapa macam turbin, yang sekarang tidak digunakan lagi.

Bentuk turbin modern yang sekarang digunakan adalah rancangan dari Francis (1849), Pelton (1890) dan Kaplan (1913). Turbin Kaplan adalah turbin yang kedudukan daun-daun turbin dapat diatur, sedang turbin yang berbentuk sama tetapi kedudukan daun-daunnya tetap dinamakan turbin propeller.

Menghubungkan turbin dengan generator merupakan kemajuan yang berarti sekali. Perencanaan turbin dalam pipa saluran oleh perusahaan turbin Escherwyss (Swiss), Neyrpic (Perancis), juga merupakan suatu kemajuan. Turbin Banki (1917) yang airnya menubruk turbin pada dua tempat merupakan turbin yang berguna sekali bagi pusat

listrik tenaga air mikro hidro, sehingga kecepatan air yang keluar sangat kecil. Perubahan arah air sebesar 90% dan tidak ada aliran aksial air bergerak pada bidang tegak lurus poros turbin. Kekurangan mesin ini adalah letak turbin ini harus di atas muka air tertinggi dalam saluran pembuangan, sehingga perbedaan tinggi antara air yang keluar dan muka air dalam saluran tidak dapat digunakan. Turbin Banki dapat dipakai pada $Q = 2 - 2500$ liter/detik. Pembangkitan tenaga listrik dengan menggunakan tenaga air secara intensif dilakukan pada akhir abad 19 dan pada permulaan abad 20 setelah persoalan penghantaran listrik ke kota dapat diatasi.

Kapasitas turbin mengalami peningkatan bila pada waktu permulaan daya turbin adalah 1000-2000 HP, maka sekarang satu turbin dapat memberikan daya ratusan ribu KW bahkan MW. Kapasitas sentral tenaga air juga makin lama makin besar meskipun pada waktu akhir-akhir ini. Negara maju mulai lebih memperhatikan Pusat Listrik Tenaga Air Mikro untuk penambahan tenaga listrik.

Perkembangan Pusat Listrik Tenaga Air Mikro akhir-akhir ini didunia termasuk negara-negara maju, memperhatikan pembangunan PLTA yang berkapasitas kecil. Pembagian PLTA dengan kapasitas kecil pada umumnya adalah sebagai berikut:

- a. PLTA Mikro < 100 kW

- b. PLTA Mini 100 – 999 kW
- c. PLTA Kecil 1000 – 10.000 kW

Dengan kemajuan teknik, tinggi $H = 1 - 1.5$ m dapat menggunakan dan kapasitas turbin dapat dibuat 4 - 5 KW. Salah satu sebab bagi negara-negara maju memperhatikan pembangunan PLTA berkapasitas kecil ini adalah harga minyak OPEC yang terus meningkat pada waktu yang lalu, disamping itu bertambahnya kebutuhan listrik.

Sampai sekarang ini, pembangkitan listrik dengan tenaga air merupakan pembangkitan yang paling ekonomis, sehingga potensi tenaga air perlu dimanfaatkan. Di negara-negara maju pun potensi tenaga air mikro hidro belum dimanfaatkan, sedangkan untuk daerah-daerah terpencil pembangkitan listrik dengan PLTA Mikro/Mini masih lebih menguntungkan dibandingkan dengan menghubungkan daerah ini dengan hantaran tegangan tinggi dari sentral - sentral listrik yang besar.

Di Indonesia salah satu program pemerintah adalah listrik masuk desa. Untuk desa terpencil di daerah pegunungan, pembangunan PLTA Mikro merupakan salah satu jawaban atas pemerintah tersebut karena menghubungkan desa ini dengan hantaran tegangan tinggi tidaklah ekonomis.

Tenaga listrik merupakan faktor yang penting dalam suatu masyarakat modern. Lebih “terbelakang” suatu masyarakat, lebih kecil peranan listrik itu. Dalam suatu masyarakat primitif misalnya, peranan listrik itu adalah nol, karena belum ada. Sebaliknya, lebih “maju” masyarakat itu, lebih besar peranan energi listrik. Untuk mengukur tingkat peranan itu, tenaga listrik dapat dilihat dalam berbagai konteks.

Salah satu cara untuk “mengukur” taraf pemakaian tenaga listrik dalam sesuatu masyarakat adalah besarnya komponen tenaga listrik dalam penyediaan energi secara keseluruhan masyarakat tersebut. Dalam batasan-batasan tertentu, dapat dikatakan, lebih besar komponen listrik itu, lebih “maju” masyarakat atau negara yang bersangkutan.

Suatu besaran lain untuk menilai taraf peranan tenaga listrik dalam suatu masyarakat atau negara, terutama untuk masa yang akan datang, adalah besar komponen investasi untuk tenaga listrik seluruh negara dibanding dengan investasi total secara nasional yang dilakukan dalam negara itu

Walaupun sukar untuk merumuskan secara tajam, obyektif-obyektif dari pada tujuan melistriki daerah pedesaan, dapat disusun beberapa penggaris secara umum faktor-faktor yang penting dalam usaha memberi listrik kepada desa-desa.

Sering dikemukakan, bahwa terdapat banyak desa dengan penduduk yang tidak mungkin membayar listrik, sekalipun harga itu mendapat subsidi secara substansial. Oleh karena itu, fokus melistriki desa pada umumnya perlu diletakkan pada usaha-usaha untuk membangkitkan atau meningkatkan kegiatan-kegiatan produktif. Bila hal ini dilakukan, maka biaya yang dikeluarkan dalam rangka melistriki daerah pedesaan tidak perlu dilihat semata-mata sebagai kegiatan sosial, melainkan sebagai suatu investasi jangka panjang pemerintah. Kiranya jelas, bahwa dilihat dari sudut perusahaan-komersial, investasi demikian tidak akan memenuhi kriteria kelayakan secara sempit.

Pengaruh sosial dari adanya tenaga listrik disuatu desa kiranya merupakan suatu hal yang secara umum dapat diterima. Yang sulit adalah bahwa pengaruh ini sukar diberi suatu ukuran dengan angka, sehingga tidak dapat secara jelas dinyatakan dengan konkrit dalam suatu studi kelayakan.

Banyak pendapat mengemukakan, bahwa energi listrik, atau dengan mempergunakan istilah yang populer, "listrik masuk desa", bilamana dilaksanakan dengan tepat, dapat merupakan salah satu alat yang ampuh untuk memecah lingkaran setan kemelaratan tersebut diatas.

Dapat terjadi bahwa dekat suatu desa terdapat suatu sumber daya energi skala kecil yang dapat dimanfaatkan. Air terjun kecil atau saluran-saluran irigasi yang ada dapat dimanfaatkan untuk memasang satu atau beberapa pusat listrik tenaga air mikro hidro. Potensi tenaga air dengan mudah dapat dirubah menjadi energi listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Karena keterbatasan waktu, kemampuan dan permasalahan yang kompleks dalam hal pembuatan laporan tugas akhir maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. pembuatan dan pemasangan rotor disc.
2. Perhitungan rotor disc.
3. Perhitungan proses pembubutan.
4. Perhitungan kekuatan sambungan las.

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak meluas maka pada perencanaan dan pemasangan ini di batasi pada komponen turbin air mikro hidro yang meliputi rotor disc dari turbin air.

1.4 Tujuan Dan Maksud Penulisan

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk memenuhi kebutuhan listrik di pedesaan yang belum terjangkau oleh PLN.
2. Memperluas wawasan mahasiswa sebelum memasuki dunia kerja yang sesungguhnya.
3. Mengetahui system dan mekanisme kerja dari turbin mikro hidro.
4. Untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan yang harus di tempuh oleh setiap mahasiswa teknik mesin D – III Fakultas Teknologi Industri, di Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Memanfaatkan sumber daya alam yang belum dipergunakan oleh penduduk setempat khusus untuk pembangkit listrik tenaga air.
6. Penggunaan listrik untuk tujuan produktif.

1.5 Metodologi Penulisan

Turbin Air Mikro Hidro dalam perencanaannya banyak informasi yang penulis dapatkan baik dengan literatur maupun konsultasi dengan dosen pembimbing. Untuk itu Metodologi yang penulis gunakan dalam penyusun Tugas Akhir ini adalah :

1. Metode literature

Yaitu dengan mempelajari teori serta rumusan-rumusan dari buku referensi yang dituangkan dalam perencanaan dan pembuatan rotor disc.

2. Metode Observasi

Yaitu penelitian di lapangan untuk menunjang system kerja dan memanfaatkan aliran sungai untuk fasilitas pembangkit listrik tenaga air yang digunakan untuk pendistribusian energi listrik di pedesaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman laporan Tugas Akhir ini maka penulis membagi dalam beberapa bab sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Pembahasan tentang prinsip kerja alat dan data perencanaan pembuatan turbin air mikro hidro.

BAB III PERHITUNGAN

Pada bab ini membahas mengenai perhitungan turbin air mikro hidro khususnya rotor disc, proses pembubutan dan kekuatan sambungan las berdasarkan teori-teori yang telah ada.

BAB IV PROSES PEMBUATAN DAN PEMASANGAN

Pada bab ini berisi cara pembuatan dan pemasangan komponen turbin air mikro hidro khususnya rotor disc.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran-saran dari hasil perhitungan yang kita peroleh.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

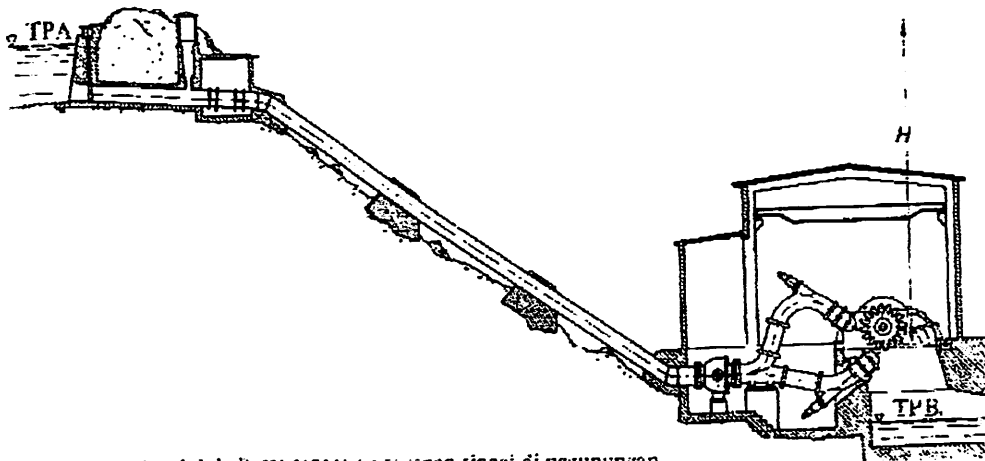
2.1 Prinsip Kerja Turbin

Turbin adalah mesin penggerak, dimana energi fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar roda turbin. Jadi, berbeda dengan yang terjadi pada mesin torak, pada turbin tidak terdapat bagian yang bergerak translasi. Bagian turbin yang berputar dinamai rotor atau roda turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamai stator atau rumah turbin. Roda turbin terletak didalam rumah turbin dan roda turbin memutar poros daya yang menggerakkan atau memutar bebannya (generator listrik, pompa, kompresor, baling-baling atau mesin lainnya). Didalam turbin fluida kerja mengalami proses ekspansi, yaitu proses penurunan tekanan, dan mengalir secara kontinu. Fluida kerjanya dapat berupa air.

Pada roda turbin terdapat sudu dan fluida kerja mengalir melalui ruang diantara sudu tersebut. Apabila kemudian ternyata bahwa roda turbin dapat berputar, maka tentu ada gaya yang bekerja pada sudu. Gaya tersebut timbul karena terjadinya perubahan momentum dari fluida kerja yang dapat mengalir di antara sudu. Jadi, sudu haruslah dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat terjadi perubahan momentum pada fluida tersebut. Air mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat

yang lebih rendah. Dalam hal tersebut air memiliki energi potensial. Dalam proses aliran di dalam pipa energi potensial berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Didalam turbin energi kinetik air diubah menjadi energi mekanis, dimana air memutar roda turbin.

Gambar 2.1 Sebuah turbin air



Gambar 1.1.1. Pusat tenaga air tekanan tinggi di pegunungan.

(Sumber: Fritz Dietzel, Dakso Sriyono, Turbin Pompa Dan Kompresor, hal: 1)

2.2 Klasifikasi Turbin Air

Turbin air dibedakan dalam dua golongan utama, yaitu dipandang dari segi pengubahan momentum fluida kerjanya.

2.2.1 Turbin reaksi

Dalam turbin reaksi energi fluida diubah menjadi energi kinetik dengan mengalirnya fluida melalui sudu-sudu turbin sebelum melalui rotor, dan pengubahan selanjutnya terjadi didalam rotor. Turbin reaksi sangat berbeda dengan turbin implus, dalam turbin implus semua energi

fluida yang tersedia diubah menjadi energi kinetik oleh nozel yang membentuk jet bebas. Sebaliknya dalam turbin reaksi, waktu fluida meninggalkan rotor dan memasuki pipa lepas energi kinetik cukup besar. Fungsi pipa lepas adalah mengubah kembali energi kinetik menjadi energi aliran dengan pembesaran penampang aliran secara berangsur-angsur.

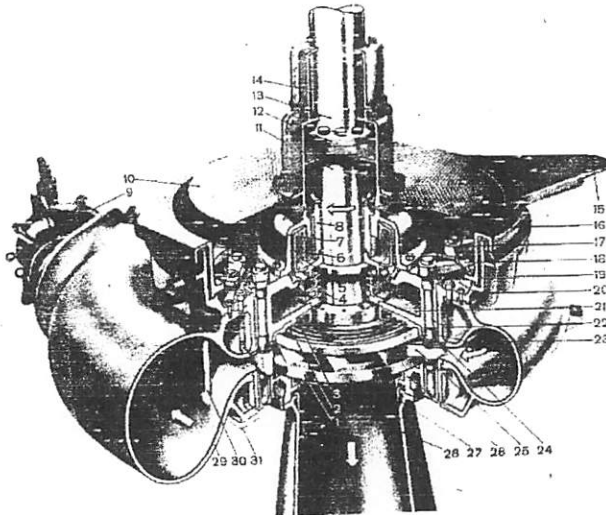
Turbin reaksi memanfaatkan Head (H) yang rendah dan Q yang tinggi, dalam hal ini menghasilkan kecepatan spesifik yang tinggi. Selama tekanan dalam turbin reaksi berbeda terhadap tekanan atmosfer maka akan menjadi aliran.

2.2.1.1 Turbin Francis

Turbin Francis merupakan turbin tekanan lebih dengan tinggi terjun menengah (Medium Head) dimana terdiri dari sudu-sudu pengarah dan sudu jalan, dan kedua sudu tersebut semuanya terendam dalam air. Pada air masuk ke roda jalan, sebagian energi tinggi air jatuh dari sudu pengarah diubah menjadi kecepatan arus masuk, sisanya bekerja didalam sudu jalan dengan bantuan pipa isap. Pada sudu jalan juga mengalami penurunan tekanan kerendahan (kurang dari 1 atm) dan kecepatan aliran yang tinggi, maka dipasang pipa isap. Didalam pipa isap kecepatan aliran berkurang dan tekanan kembali naik, sampai tekanan aliran tersebut sama dengan aliran udara luar dan terus dialirkan melewati saluran air bawah dengan tekanan atmosfer. Daya yang dihasilkan turbin

biasa diatur dengan mengubah posisi pembukaan sudu pengarah agar kapasitas air masuk roda turbin bisa diperbesar atau diperkecil.

Gambar 2.2 Irisan perspektif turbin francis



(Sumber: Fritz Dietzel, Dakso Sriyono, Turbin Pompa Dan Kompresor, hal: 45)

Keterangan gambar :

1. Roda jalan
2. Cincin labirin
3. Cincin labirin kontra
4. Cincin jet arang
5. Pipa kuras
6. Pengumpul minyak yang berputar
7. Blok bantalan
8. Bantalan penghatar
9. Saluran aliran kompresor

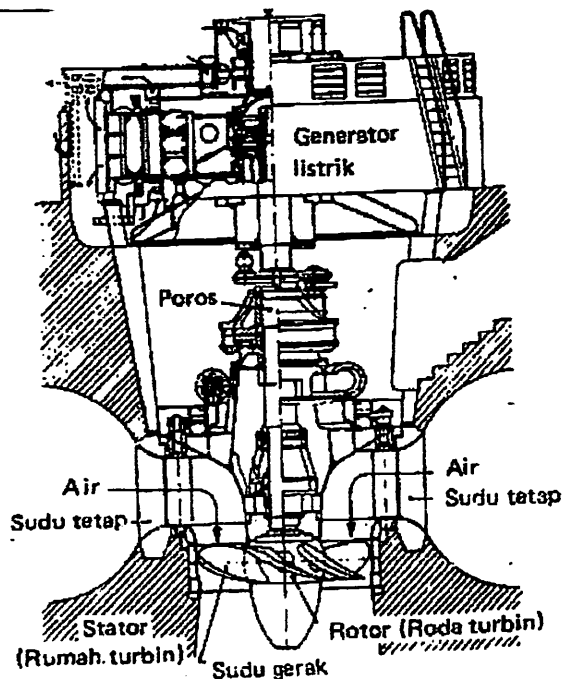
10. Bordes pelayaan
11. Poros turbin
12. Koping
13. Poros hantar
14. Tabung penutup poros
15. Titik tangkap servomotor
16. Cincin pengatur
17. Tuas
18. Batang pengerak
19. Cincin hantaran
20. Roda penghantar
21. Tutup turbin
22. Tabung blok bantalan atas
23. Cincin penutup roda bantalan tengah
24. Cincin penutup roda pengarah
25. Daun sudu pengarah
26. Tutup turbin bawah atau cincin roda pengarah
27. Saluran udara pipa isap
28. Pipa isap
29. Rumah keong
30. Sudu penyangga
31. Cincin sudu penyangga

Pada pipa isap turbin ini mempunyai tugas yang mirip dengan sudu hantar yang terdapat pada pompa sentrifugal, yaitu sama-sama mengubah energi kecepatan menjadi energi tekanan. Turbin Francis ada dua jenis menurut letak porosnya yaitu turbin Francis horizontal dan turbin Francis vertikal.

2.2.1.2 Turbin Kaplan

Turbin Kaplan adalah turbin tekanan lebih yang spesial. Sudu jalan ini kemurniannya sangat kecil dan pada saluran sudu jalan belokannya sangat sedikit. Pada waktu bekerja sudu jalan turbin ini bisa diatur posisinya, disesuaikan dengan perubahan tinggi air jatuh. Turbin dipakai tinggi air jatuh sedang, dengan debit air yang relative besar, dengan bertambahnya kapasitas air yang masuk ke turbin maka akan bertambah besar pula luas penampang saluran yang dilalui air selain itu kecepatan putar turbin yang demikian bisa dipilih / ditentukan sesuai kebutuhan.

Gambar 2.3 Turbin Kaplan



(Sumber: Fritz Dietzel, Dakso Sriyono, Turbin Pompa Dan Kompresor, hal: 57)

Keuntungan turbin Kaplan bila dibandingkan dengan turbin francis adalah kecepatan putarnya bias dipilih lebih tinggi, dan roda turbin poros turbin dapat langsung di kopel (dihubungkan) dengan generator dan ukurannya lebih kecil. Ciri-ciri turbin Kaplan adalah sudut jalan bisa diubah pada saat beban sebagian (tidak maksimum) untuk disesuaikan dengan kondisi aliran. Air bergerak seperti ulir sekrup ke arah pipa isap, akibatnya timbul kerugian gesekan yang besar dan kerugian daya yang dihasilkan turbin cukup besar.

Turbin Kaplan ini terdiri dari roda jalan dan pada poros yang sama dipasang generator listrik. Air dialirkan masuk melewati rumah

keong, sudu penyangga (untuk kekekuatan rumah keong) dan sudu pengarah yang bias diatur kemudian masuk keruang tanpa sudu, dalam ruang ini aliran dibelokkan 90° .

2.2.2 Turbin Impuls.

Turbin Impuls sering pula dinamai dengan turbin aksial atau turbin tekanan sama, karena aliran air yang keluar dari nosel tekanannya adalah sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Semua energi tinggi tempat dan tekanan ketika masuk ke sudu jalan turbin di rubah menjadi energi kecepatan.

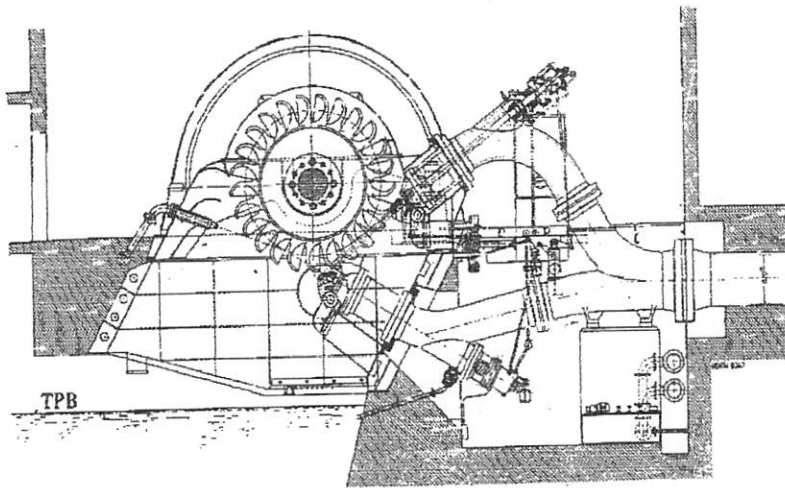
Pada turbin ini energi potensial dari fluida dirubah menjadi energi kinetik dalam nosel (pancaran jet bebas) sehingga air pada saat meninggalkan nosel dengan kecepatan yang sangat tinggi yang berlangsung berhubungan dengan udara atmosfer sebelum menumbuk bucket (mangkok turbin). Yang tergolong dalam jenis turbin air impuls adalah :

2.2.2.1 Turbin Pelton

Turbin pelton adalah turbin impuls yang dipakai untuk tinggi air jatuh yang besar. Aliran fluida kerja dalam pipa akan keluar dengan kecepatan tinggi air jatuh (H). Melalui nosel tekanan air diubah menjadi kecepatan, pancaran air dalam akan mengenai bagian tengah-tengah sudu dan sesuai dengan perimbangan tempat air pancar akan belok dan ada kemungkinan membaliknya air bisa diarahkan tegak

lurus, nosel, runner dan rumah turbin. Turbin pelton adalah turbin dengan kecepatan spesifik yang rendah dan dengan tinggi air jatuh yang tinggi.

Gambar 2.4 Turbin Pelton

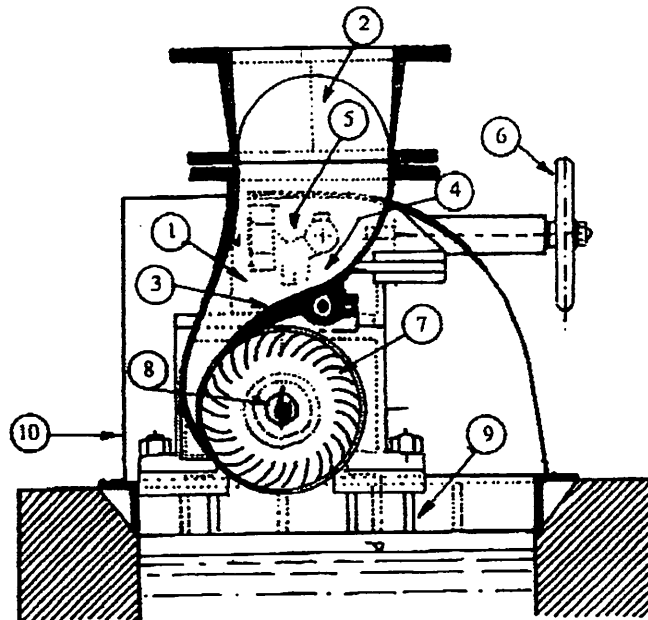


(Sumber: Fritz Dietzel, Dakso Sriyono, Turbin Pompa Dan Kompresor, hal: 30)

2.2.2.2 Turbin Banki

Salah satu turbin yang sangat berguna bagi PLTA mikro hidro adalah turbin banki, yang semprotan airnya menumbuk pada dua tempat (gambar), sehingga kecepatan air yang keluar sangat kecil. Perubahan arah turbin sebesar $\pm 90^\circ$ dan tidak ada aliran aksial; air bergerak pada bidang tegak lurus poros turbin. Kekurangan dari turbin ini adalah letak turbin ini harus berada di atas muka air tertinggi dalam saluran pembuangan, sehingga perbedaan tinggi antara air yang keluar dan muka air dalam saluran tidak dapat digunakan. Turbin banki dapat dipakai pada $H = 2-100$ m dengan debit sebesar 20-2500 liter/detik.

Gambar 2.5 Skema konstruksi turbin banki

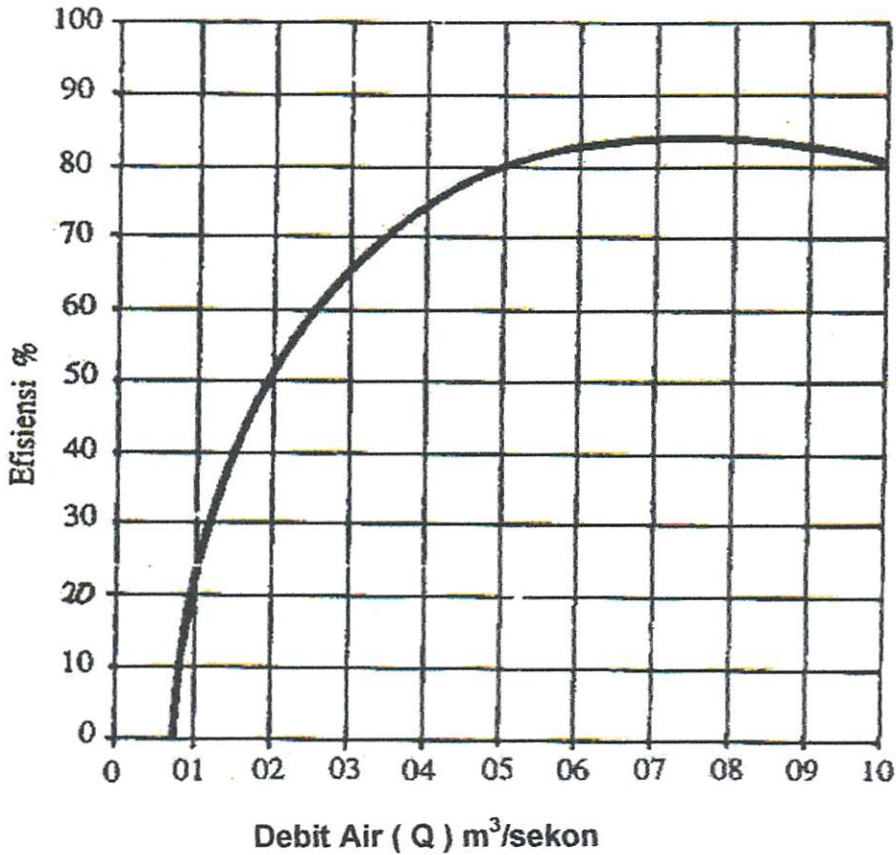


(Sumber: O. F.Patty, Tenaga Air, hal: 139)

Keterangan gambar :

1. Pengatur
2. Bagian peralihan
3. Lidah pengatur
4. Pengangkar pengatur
5. Tangkai pengatur
6. Roda tangan
7. Runner
8. Tangkai
9. Kerangka
10. Kap penutup

Grafik 2.1 Efisiensi turbin banki



(Sumber: O. F.Patty, Tenaga Air, hal: 139)

2.3 Efisiensi Turbin Dan Daerah Kerja

Agar dapat menjamin kerja turbin disekitar daerah efisiensi maksimum serta untuk mencegah terjadinya kavitasi (akan diterangkan kemudian),biasanya tinggi air jatuh yang diperbolehkan harus dibatas. Misalnya,dengan deviasi beberapa persen saja dari tinggi air jatuh yang direncanakan,sesuai dengan jenis turbin yang dipergunakan. Oleh karena itu pula hendaknya dapat diketahui terlebih dahulu variasi tinggi air jatuh

sepanjang tahun periode operasi turbin. Hal tersebut sangat erat hubungannya dengan curah hujan selama setahun atau pengaturantinggi air jatuh yang dapat dilaksanakan. Variasi tinggi air jatuh yang diperbolehkan, agar turbin masih dapat bekerja dalam daerah efisiensi yang tinggikan untuk mencegah terjadinya kavitasi yang berlebihan, harus usahakan ada dalam batas-batas H yang minimum dan maksimum seperti terlihat pada tabel berikut.

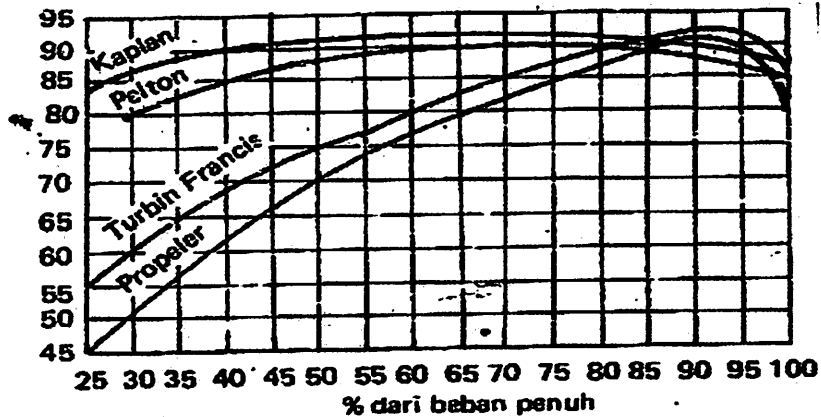
Tabel 2.1 Batas tinggi air jatuh

Jenis Turbin	H_{\min} ($\% H_{\text{Rancangan}}$) (m)	H_{\max} ($\% H_{\text{Rancangan}}$) (m)
Francis	66	125
Propeler	50	150

(Sumber : Wiranto Arismunandar, Penggerak Mula Turbin Edisi III, hal : 71)

Seperti telah diterangkan sebelumnya, perubahan pembebanan turbin dapat mengakibatkan perubahan pada efisiensi. Secara kualitatif hal tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

Grafik 2.2 Efisiensi Versus Beban Dari Beberapa Jenis Turbin



(Sumber : Wiranto Arismunandar, Penggerak Mula Turbin Edisi III, hal : 72)

Turbin propeller dengan posisi daun sudu yang dapat diatur boleh dikatakan dapat mempertahankan efisiensinya untuk daerah pembebanan yang sangat luas. Hal ini disebabkan oleh karena posisi daun sudu dapat disesuaikan dengan pembebanan, sehingga kerugian yang terjadi dapat diusahakan serendah-rendahnya. Namun demikian, perlengkapan yang diperlukan akan bertambah banyak jumlahnya sehingga harganya akan bertambah mahal. Turbin tersebut dikenal dengan nama turbin Kaplan.

Turbin berukuran sedang dan yang besar biasanya dipasangkan dengan poros vertikal, sedangkan yang berukuran kecil biasanya dipasang dengan poros pada posisi horizontal. Namun, akhir-akhir ini banyak turbin berukuran besar dibuat dengan posisi horizontal.

2.4 Kecepatan Liar (Run Away Speed)

Ada kemungkinan pada waktu turbin bekerja, karena sesuatu dan hal, beban terpaksa dihentikan dengan tiba-tiba. Dalam hal tersebut ada kemungkinan roda turbin berputar dengan sangat cepat, yaitu apabila karena dinamakan kecepatan liar (run away speed). Oleh karena itu kekuatan turbin harus diperhitungkan terhadap kecepatan liar untuk mencegah kerusakan turbin atau generator. Pada umumnya kecepatan liar untuk turbin air adalah seperti tersebut pada tabel dibawah :

Tabel 2.2 Kecepatan Liar (Run Away Speed)

Jenis Turbin	Kecepatan liar (% kecepatan kerja) Rpm
Kaplan	250-300
Francis	200
Implus (Pelton)	\cong 200

(Sumber : Wiranto Arismunandar, Penggerak Mula Turbin Edisi III, hal : 73)

Pengaruh karakteristik kavitasi terhadap kecepatan liar sangat kuat didalam suatu daerah σ tertentu, tergantung daripada jenis turbinnya. Demikian pada kecepatan liar sangat tergantung pada pembukuan pintu air atau katup air, tetapi kecepatan liar yang maksimum tidak selalu terjadi pada permukaan pintu air atau katup yang maksimum.

2.5 Kavitasi

Kavitasi adalah suatu peristiwa terjadinya gelembung-gelembung uap didalam cairan (air) yang mengalir apabila tekanan di tempat tersebut sama dengan tekanan uapnya. Gelembung tersebut akan terbawa arus. Apabila gelembung tersebut kemudian sampai di suatu daerah dimana tekanannya melebihi tekanan uapnya, maka gelembung akan pecah dengan tiba-tiba. Pecahnya gelembung-gelembung tersebut bukan saja menimbulkan bunyi berisik dan getaran, tetapi dapat menyebabkan lubang-lubang kikisan pada permukaan dinding saluran atau dinding bagian atas dari saluran isap. Kavitasi yang berlebih-lebihan dapat pula mengurangi daya dan efisiensi turbin. Oleh karena itu diusahakan agar tidak terjadi kavitasi.

➤ Terjadinya kavitasi antara lain terdiri dari :

1. Penurunan tekanan.
2. Kecepatan fluida.
3. Bentuk ujung-ujung pemasukan sudu-sudu.
4. Jumlah sudu jalan, jumlah ini ada hubungannya dengan jumlah fluida yang mengalir melalui celah-celah diantara sudu.
5. Kehalusan permukaan sudu jalan.

- Kavitasi dapat dicegah atau dikurangi dengan jalan antara lain :
1. Memasang turbin pada tempat yang sebaik-baiknya, yaitu memperkecil jarak vertikal antara roda turbin dan permukaan air bawah (memperkecil tinggi isap, H_s). Dalam hal tersebut diusahakan tekanan air tidak lebih rendah dari tekanan uapnya.
 2. Memperbaiki konstruksi dan mengusahakan agar tidak terdapat belokan-belokan atau bentuk-bentuk yang tajam. Kerusakan kavitasi dapat dicegah dengan jalan menggunakan material yang kuat terutama untuk bagian-bagian dimana diperkirakan dapat terjadi kavitasi.
 3. Memperbaiki konstruksi dan mengusahakan agar tidak terdapat belokan-belokan atau bentuk-bentuk yang tajam. Kerusakan kavitasi dapat dicegah dengan jalan menggunakan material yang kuat terutama untuk bagian-bagian dimana diperkirakan dapat terjadi kavitasi.

2.6 Mengelas Dan Memotong

Pada waktu ini pengelasan dan pemotongan merupakan pelaksanaan pengerjaan yang amat penting dalam teknologi produksi dengan bahan baku logam. Dari perkembangannya yang pesat telah banyak teknologi baru yang ditemukan, sehingga boleh dikatakan hampir tidak ada logam yang tidak dapat dipotong dan dilas dengan cara-cara yang ada pada waktu ini.

Dalam bab ini akan diterangkan beberapa cara pengelasan dan pemotongan yang telah banyak digunakan, sedangkan penerapannya dalam praktek.

2.6.1 Klasifikasi Cara-Cara Pengelasan Dan Pemotongan

Sampai pada waktu ini banyak sekali cara-cara pengklasifikasian yang digunakan dalam bidang las, ini disebabkan karena belum adanya kesepakatan dalam hal tersebut. Secara konvensional cara-cara pengklasifikasian tersebut pada waktu ini dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan. Klasifikasi pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan las patri dan lain-lainnya. Sedangkan klasifikasi yang kedua membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan seterusnya. Bila diadakan klasifikasi yang lebih terperinci lagi, maka kedua klasifikasi tersebut diatas akan terburai dan akan terbentuk kelompok-kelompok yang banyak sekali.

Diantara kedua cara klasifikasi tersebut diatas, kelihatannya klasifikasi berdasarkan cara kerja lebih banyak digunakan, karena itu pengklasifikasian yang diterangkan dalam bab ini juga didasarkan pada cara kerja.

Berdasarkan klasifikasi ini pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu : pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian.

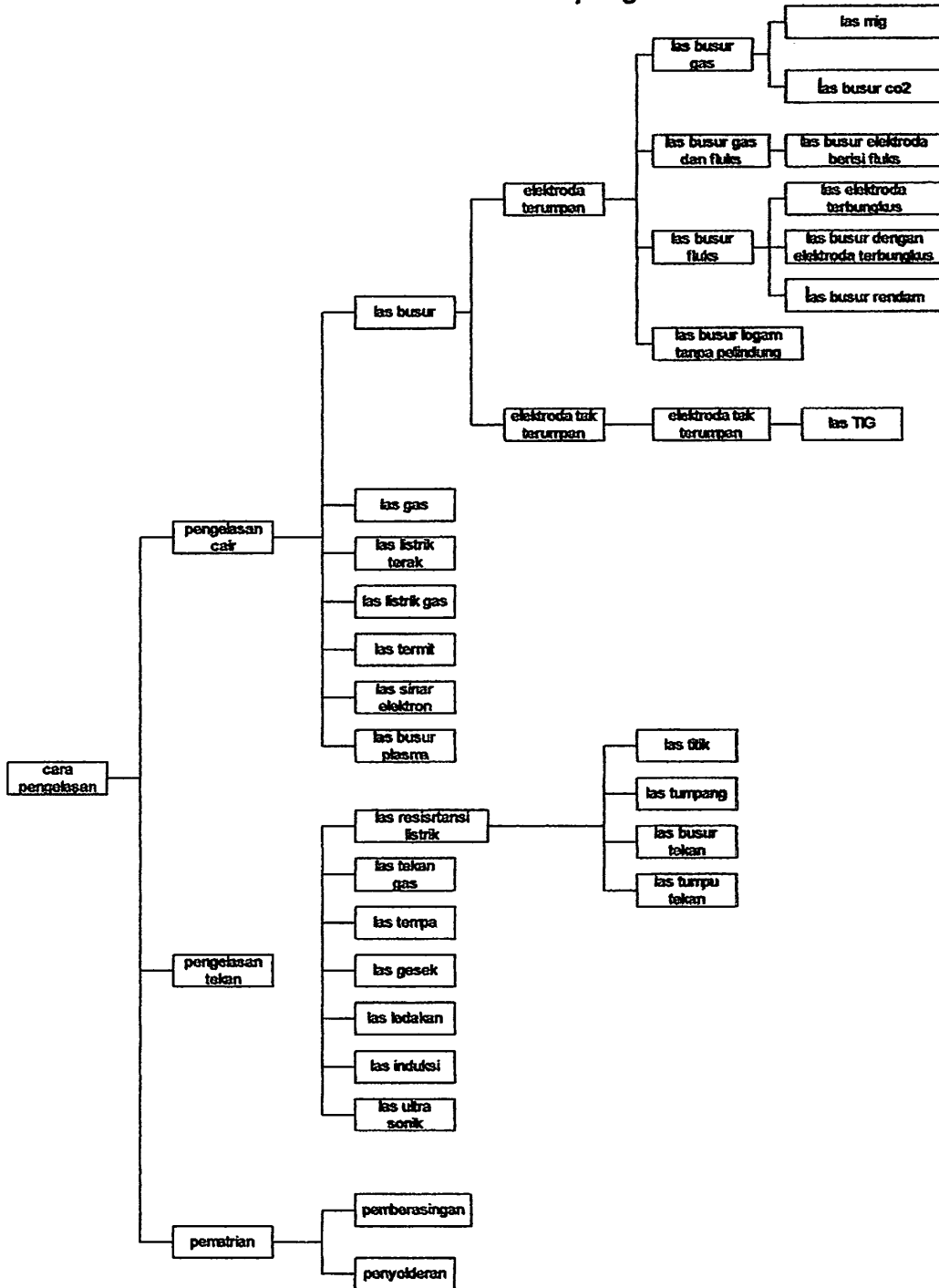
- 1). Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur api gas yang terbakar.
- 2). Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
- 3). Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak turut mencair.

Perincian lebih lanjut dari klasifikasi ini dapat dilihat dalam tabel berikut ini. Berdasarkan klasifikasi dalam tabel tersebut, beberapa cara pengelasan yang banyak digunakan pada waktu ini diterangkan lebih terperinci dalam pasal-pasal berikut.

Pemotongan yang dibahas dalam buku ini adalah cara pemotongan logam yang didasarkan atas mencairnya logam yang dipotong. Cara yang banyak digunakan pengelasan adalah pemotongan dengan gas oksigen dan pemotongan dengan busur listrik. Klasifikasi dari cara pemotongan logam ini ditunjukkan dalam tabel berikut. Potong sembur yang termasuk dalam pemotongan dengan gas dalam tabel tersebut boleh dikatakan semacam cara pemesinan dengan gas. Disamping dengan gas, potong sembur dapat juga dilaksanakan dengan busur, karena itu dalam kelompok potong busur juga terdapat potong sembur.

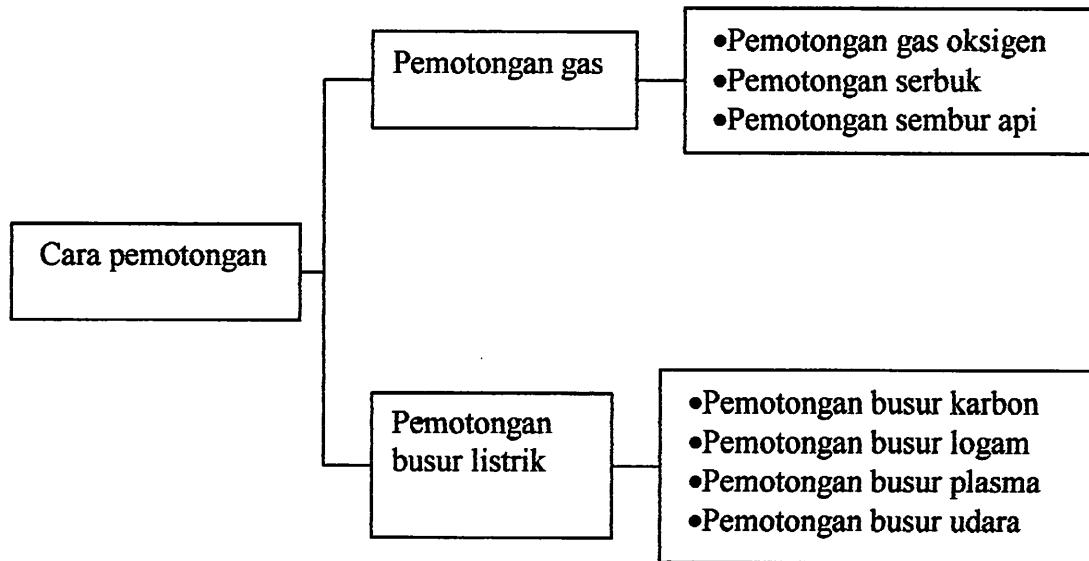
Cara pengelasan yang paling banyak digunakan pada waktu ini adalah pengelasan cair dengan busur dan dengan gas. Karena itu kedua cara tersebut yaitu las busur listrik dan las gas akan dibahas secara terpisah, sedangkan cara-cara pengelasan yang lain akan dikelompokkan dalam satu pokok pembahasan. Pemotongan, karena merupakan masalah tersendiri maka pembahasan juga dilakukan secara terpisah.

Tabel 2.3 Klasifikasi cara pengelasan



(Sumber :Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal : 8)

Tabel 2.4 Klasifikasi cara pemotongan



(Sumber :Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal : 8)

2.6.2 Mengelas

2.6.2.1 Las Busur Listrik

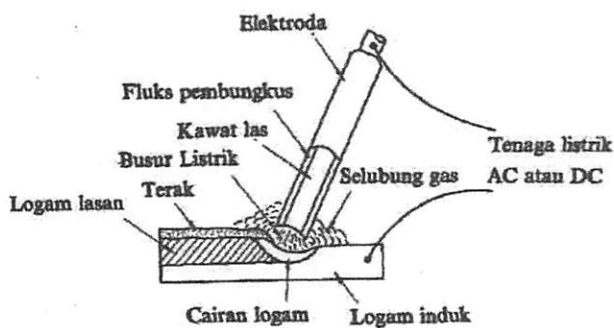
Cara mengelas yang sering dipergunakan dalam praktek dan termasuk klasifikasi las busur listrik adalah las elektroda terbungkus, las busur dengan pelindung gas dan las busur dengan pelindung bukan gas. Yang kita bahas adalah las elektroda terbungkus, karena banyak digunakan.

2.6.2.1.1 Las Elektroda Terbungkus

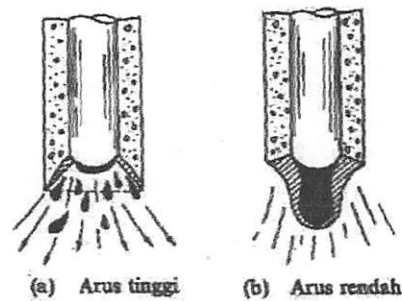
Las elektroda terbungkus adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini. Cara pengelasan ini menggunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Dapat dilihat bahwa busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda. Karena panas

dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersama.

Gambar 2.6 Elektroda terbungkus Dan Pemindahan Logam Cair



Gbr. 2.1 Las Busur dengan Elektroda Terbungkus.



Gbr. 2.2 Pemindahan Logam Cair.

(Sumber :Harsono Wiryosumarto,Teknologi Pengelasan Logam, hal : 9)

- Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butiran yang terbawa oleh busur listrik yang terjadi.
- Pada pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus listrik dan juga komposisi bahan fluks yang digunakan. Bila digunakan arus listrik yang besar butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arusnya kecil maka butirannya menjadi besar.
- Pola pemindahan logam cair ini sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Secara umum dapat dikatakan bahwa logam mempunyai sifat mampu las tinggi bila panas bahan terjadi dengan butiran yang halus.

2.6.2.1.1.1 Bahan fluks

Didalam las elektroda terbungkus fluks memegang peranan penting karena fluks dapat bertindak sebagai :

- Pemantap busur dan penyebab kelancaran pemindah butir butir cairan logam.
- Sumber terak ataupun gas yang dapat melindungi logam cair disekitarnya.
- Sumber sumber unsur paduan.
- Pengatur penggunaan.

Fluks biasanya terdiri dari bahan-bahan tertentu dengan beberapa perbandingan yang tertentu pula. Beberapa fluks yang sering digunakan dan sifat-sifat utama dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 2.5 Macam dan fungsi bahan fluks

Fungsinya	Pemantap Busur	Pembentuk Tonak	Ditolak-dekor	Oksidator	Pembentuk Gas	Pembentukan Unsur Paduan	Pengaruh Pembungkusan	Fungsi Fluks
Sodium			○		○		○	
Lempung Silikat	○	○						
Talok	○	○						
Titanium Oksida	○	○						
Borax	○	○						
Peroksida	○	○		○				
Kalsium Karbida	○	○		○	○			
Fluoroksida		○	○			○		
Manganoksida		○		○		○	○	
Pasir Silisika		○		○		○		
Kalsium Silisat	○	○						○
Natrium Silisat	○	○						○

(Sumber :Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal : 10)

2.6.2.1.1.2 Jenis-Jenis Elektroda

Dalam menyalakan elektoda ada dua cara yaitu cara sentakan dan goresan. Faktor-faktor penting untuk memilih elektroda yang sesuai dengan pekerjaan pengelasan adalah :

- a. Jenis logam yang akan dilas.
- b. Tebal logam yang akan dilas.
- c. Posisi pengelasan.
- d. Bentuk kampuh logam induk (benda kerja).
- e. Kekuatan hasil pengelasan.
- f. Diameter elektroda yang digunakan biasanya lebih kecil dari tebal pelat yang dilas.

2.6.2.1.1.3 Busur Listrik Dan Mesin Las

Dalam las elektroda terbungkus,nyala busur ditimbulkan oleh arus listrik yang diperoleh dari mesin las. Nyala busur terjadi apabila dibuat jarak tertentu antara elektroda dengan benda kerja dan kabel massa dijepitkan pada benda kerja. Bisa menggunakan listrik arus bolak-balik (alternating current) atau disingkat menjadi listrik AC dan arus searah (direct current) disingkat maenjadi DC. Dalam mempergunakan mesin dua jenis las yaitu DC dan AC tergantung pada bahan logam induk,posisi pengelasan,bahan dan pembungkus elektroda,penembusan yang diinginkan.

- Keuntungan menggunakan las listrik DC (arus searah) :
 - nyala busur yang ditimbulkan stabil.
 - Generator arus searah dapat digerakkan mudah dengan motor bakar.
 - Dapat digunakan dilapangan bila mana sumber listrik tidak tersedia.
 - Dapat menggunakan elektoda terbungkus maupun tidak terbungkus.
 - Dapat mengelas tipis dalam polaritas lurus.
- Keuntungan menggunakan las listrik AC (arus bolak-balik):
 - Kemudahan dalam penggunaan.
 - Busur nyala kecil, sehingga mempekecil kemungkinan timbulnya keropos pada rigi-rigi las.
 - Perawatan yang sederhana dan murah.
 - Kabel masa dan kabel elektroda dapat dipertukarkan tanpa mempengaruhi perubahan panas yang timbul pada nyala busur.
 - Pertimbangan harga.

2.6.2.2 Pengelasan dengan gas

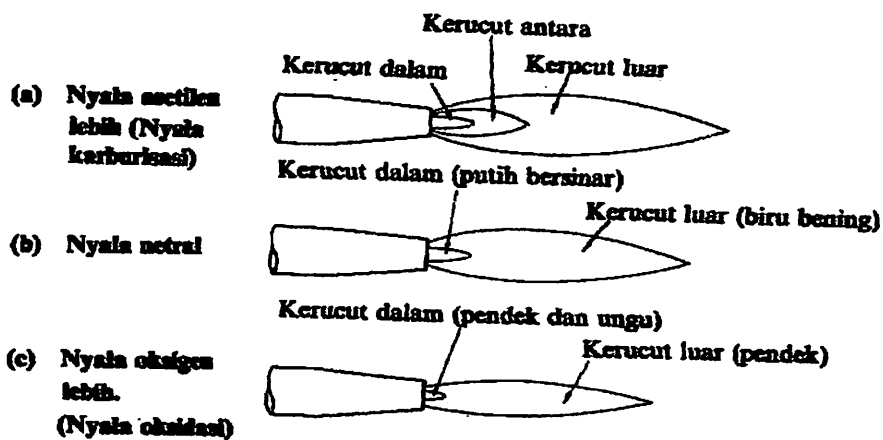
Pengelasan dengan gas dilakukan dengan membakar bahan baker gas dengan O_2 sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang

dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi. Sebagai bahan bakar dapat digunakan gas-gas asetilen,propan atau hydrogen.

2.6.2.2.1 Nyala Oksi-asetilen

Nyala hasil pembakaran dalam gas oksi-asetilen dapat berubah tergantung dari perbandingan antara gas oksigen dan gas asetilen. Dibawah ini gambar penjelasan tentang nyala oksi-asetilen.

Gambar 2.7 Nyala oksi-asetilen

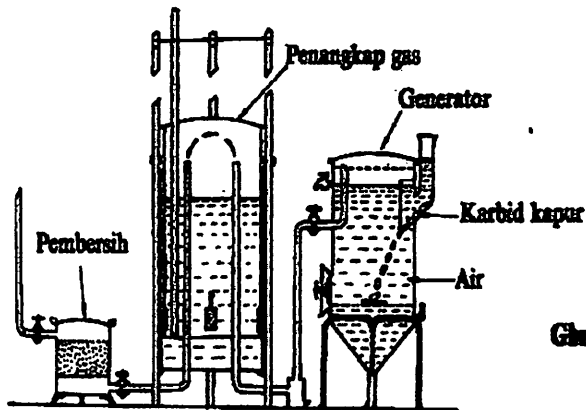


(Sumber :Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal :34)

2.6.2.2.2 Alat-alat Las Oksi-asetilen

Dalam las oksi-asetilen diperlukan alat las yang terdiri dari penyembur dan pembakar. Didalm praktek terdapat tiga macam jenis alat penghasil gas asetilen,yang pertama adalah jenis air ke karbid dimana air ditetaskan ke karbid,yang kedua adalah jenis karbid ke air dimana karbid dijatuhkan ke dalam air dan yang ketiga adalah jenis celup.

Gambar 2.8 penghasil asetilen jenis karbid ke air



Gbr. 2.27 Penghasil Asetilen Jenis Karbid ke Air.

(Sumber :Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal : 35)

2.6.2.2.3 Penggunaan Dan Fluks Yang Diperlukan

Pengelasan oksasi-asetilen dapat digunakan untuk mengelas bermacam-macam logam. Kadang-kadang dalam pengelasan oksasi-asetilen digunakan juga fluks untuk memperbaiki sifat-sifat logam la,derajat kecairan logam,menahan pelarutan gas atau untuk menghindari oksidasi pada logam cair.

Tabel 2.6 Pengelasan logam dengan las oksasi-asetilen

Logam Induk	Macam nyala api	fluks	Logam pengisi
Baja karbon	Netral	Tidak perlu	Baja karbon rendah
Besi cor abu-abu	Netral / Oksidasi lemah	Perlu	Besi cor abu-abu
Besi cor maliabel	Oksidasi lemah	Perlu	Perunggu
Nikel	Karburisasi	Tidak perlu	Nikel
Paduan Ni-Cu	Netral / karburisasi lemah	Tidak perlu	Monel
Tembaga	Netral	Tidak perlu	Tembaga
Perunggu	Netral / Oksidasi lemah	Perlu	Perunggu
Kuningan	Oksidasi	Perlu	Kuningan

(Sumber :Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal : 36)

2.6.2.3 Kekuatan Sambungan Las

2.6.2.3.1 Kekuatan statis

➤ Sifat tarikan.

Sifat tarikan yang dimaksud dalam hal ini adalah sifat yang berhubungan dengan pengujian tarik. Sifat tarik dalam sambungan las sangat dipengaruhi oleh :

- Sifat tarikan logam induk
- Sifat dari daerah HAZ (Head Affeeted Zone)
- Sifat logam las
- Sifat-sifat sambungan sangat erat dengan “Geometri” dan distribusi tegangan ke dalam sambungan

Sifat tarikan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Tegangan

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Dimana :

F = Beban (kg)

A₀ = Luas penampang mula-mula (mm²)

➤ Kekuatan logam las.

Dalam konstruksi las selalu digunakan logam las yang mempunyai kekuatan dan keuletan yang lebih baik atau paling tidak sama dengan logam induk. Tetapi karena proses pengelasan kekuatan dan keuletan logam dapat berubah. Dalam hal logam las sifat ini dipengaruhi oleh keadaan, cara dan prosedur pengelasan.

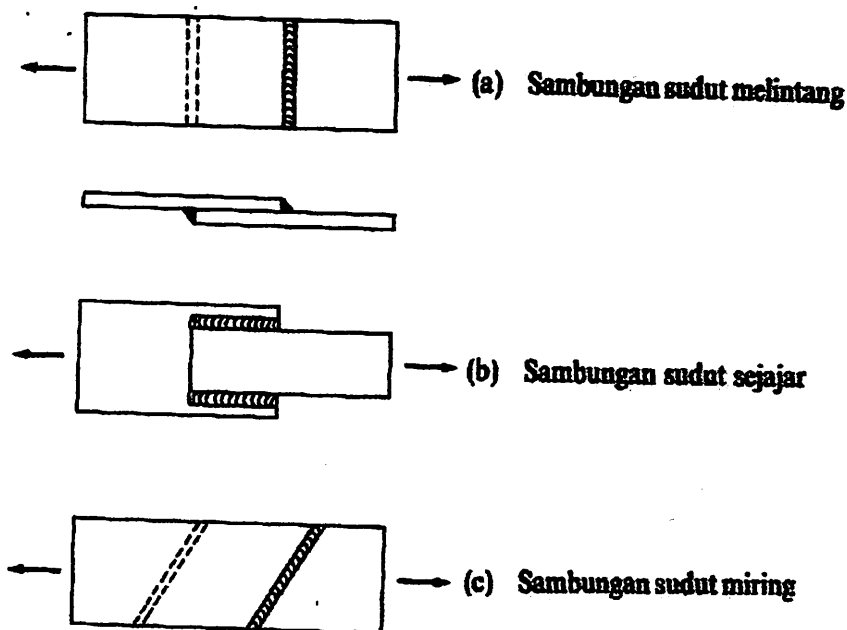
➤ Sifat tarikan dari sambungan las tumpul.

Pada dasarnya kekuatan sambungan las tumpul sama dengan kekuatan logam induk asal saja pemilihan bahan las cara pengelasan betul.

➤ Sambungan las sudut.

Sambungan las sudut dibagi dalam tiga kelompok seperti yang ditunjukkan gambar didasarkan atas sudut dari arah pengelasan dan arah aliran tegangan.

Gambar 2.9 Jenis-jenis sambungan sudut



(Sumber :Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal : 184)

2.6.3 Pemotongan

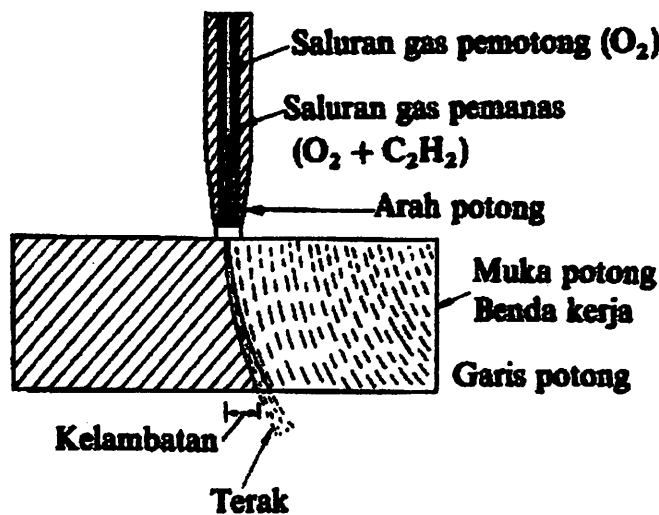
2.6.3.1 Pemotongan dengan gas

Pemotongan dengan gas oksigen tekanan tinggi atau gas pemotong lainnya disemburkan kebagian yang dipanaskan sehingga terjadilah proses pembakaran yang membentuk oksida besi. Reaksi ini menunjukkan bahwa selama pemotongan dihasilkan panas, sehingga proses pemotongan ini dapat berlangsung terus dengan hanya menyemburkan oksigen saja. Skema pemotongan dengan gas ditunjukkan dalam gambar dibawah ini, dimana dapat dilihat gas oksigen bertekanan tinggi atau gas pemotong disemburkan melalui lubang tengah

sedangkan gas oksi-asetilen untuk pemanas dialirkan melalui lubang-lubang kecil nyang mengelilinginya. Hasil pemotongan ini dinyatakan baik apabila memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- Alur potong harus cukup kecil
- Permukaan potong harus halus
- Terak harus mudah terkelupas
- Sisi atas pemotongan membulat

Gambar 2.10 Skema pemotongan dengan gas oksigen



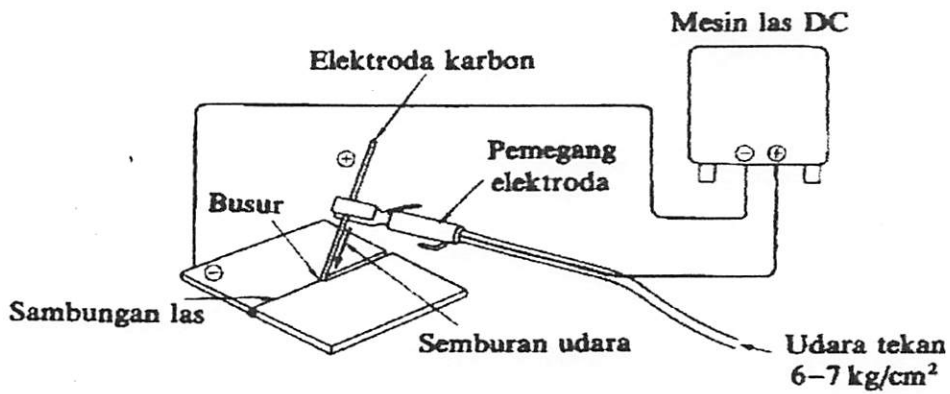
(Sumber :Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, hal : 41)

2.6.3.2 Pemotongan Busur Udara

Pemotongan busur udara adalah cara pemotongan logam dimana logam yang dipotong dicairkan dengan menggunakan busur listrik yang dihasilkan oleh elektroda karbon dan kemudian cairan logam

disembur dengan udara tekan. Proses pemotongan ini ditunjukkan dalam gambar dibawah ini.

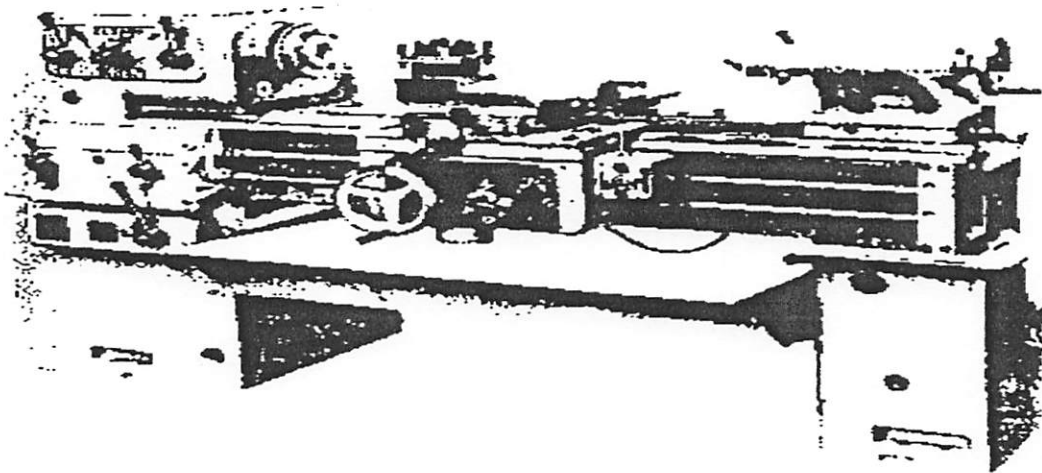
Gambar 2.11 Pemotongan busur udara



(Sumber :Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal : 41)

2.7 Mesin Bubut

Gambar 2.12 Mesin Bubut



Sumber : Schomentz Sinnl Reiter Heuberger, Pengerjaan Logam Dengan Mesin, Angkasa, Bandung 1985

Pembubutan adalah proses yang paling penting dan paling sering dilakukan di dalam pemberian bentuk secara menyerpi. Sebab – sebab yang paling memegang peranan :

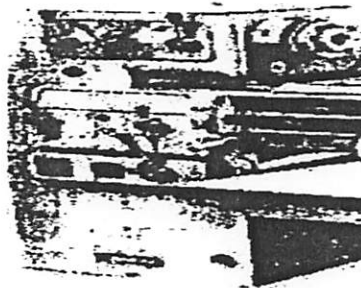
1. Banyak bagian konstruksi mesin (poros,sumbu,pasak badan roda,sekrup dan sebagainya) dan juga perkakas (alat meraut,bor,kikir,pembenam dan sebagainya .) menurut bentuk dasarnya merupakan benda putar atau benda rotasi . Untuk membuat benda kerja ini sering digunakan cara pembubutan.
2. Perkakas bubut relative sederhana dan karenanya juga murah.
3. Proses pembubutan mengelupas serpih secara tak terputus sehingga daya sayat yang baik dapat dicapai.

2.7.1 Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut

Bagian-bagian utama dari bagian mekanis mesin bubut adalah :

1. Kepala tetap

Gambar 2.13 Kepala Lepas



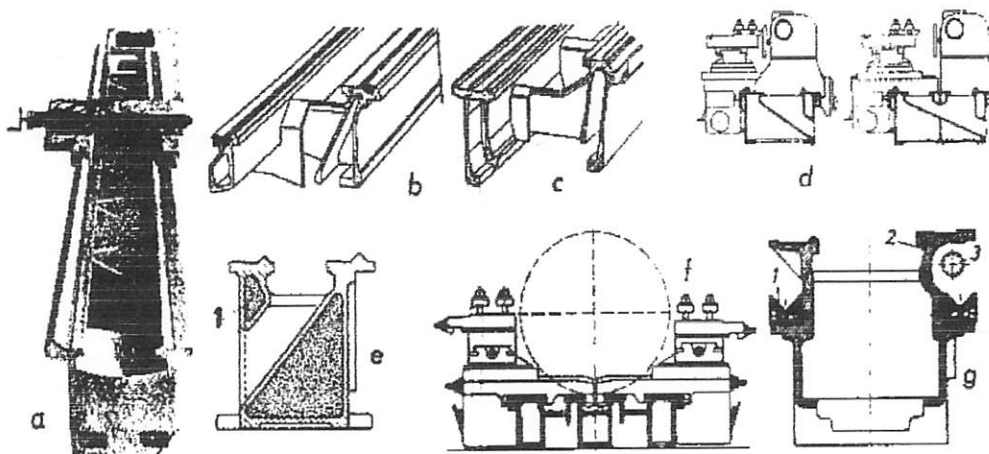
Sumber : Schomentz Sinnl Reiter Heuberger, Pengerjaan Logam

Dengan Mesin, Angkasa, Bandung 1985

Kepala tetap berfungsi untuk menampung dan menyangga spindle kerja dan unsur penggerakannya. Unsur ini tidak hanya harus menyalurkan daya gerak motor, melainkan juga harus memungkinkan perubahan angka putaran (daerah angka putaran) untuk spindle kerja (pemilihan kecepatan sayat yang ekonomis pada garis tengah benda kerja tertentu). Selanjutnya laju otomatis disalurkan dari spindle kerja.

2. Bangku mesin / bad

Gambar 2.14 Bangku Mesin / Bad

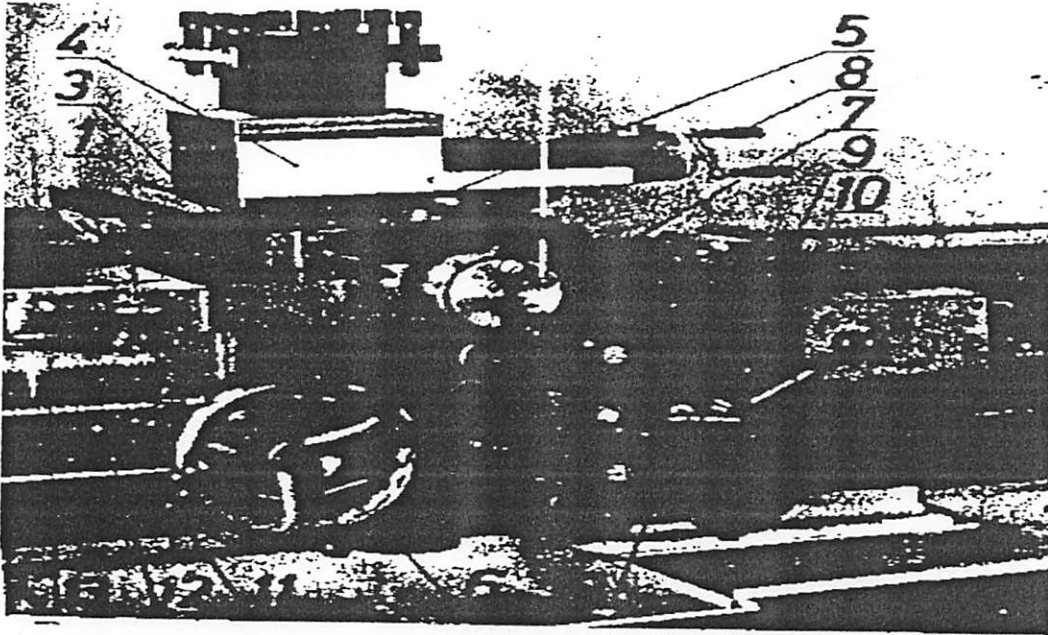


Sumber : Schomentz Sinnl Reiter Heuberger, Pengerjaan Logam Dengan Mesin, Angkasa, Bandung 1985

Bangku mesin menampung bagian-bagian penting seperti kepala tetap, eretan perkakas dan kepala bebas. Eretan perkakas dan kepala bebas dapat meluncur pada jalur penuntun yang tepat diatas bad sejajar dengan sumbu bubut.

3. Eretan perkakas

Gambar 2.15 Eretan Perkakas

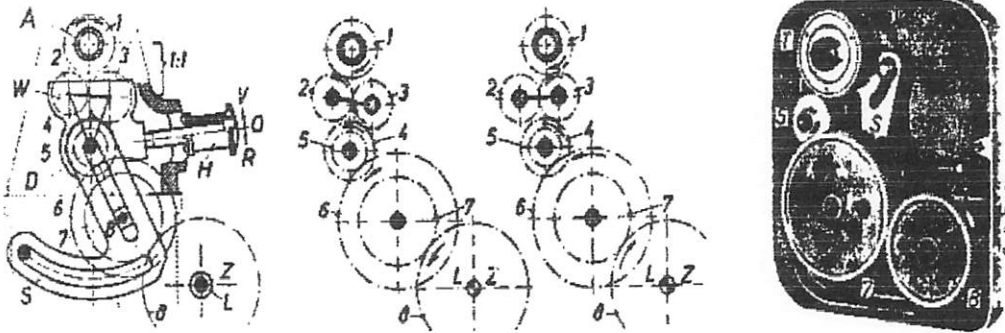


Sumber : Schomentz Sinnl Reiter Heuberger, Pengerjaan Logam Dengan
Mesin, Angkasa, Bandung 1985

Eretan perkakas digunakan untuk memegang erat perkakas bubut dan memberikan kepadanya gerakan yang diperlukan (gerakan laju dan gerakan penyetelan). Arah gerakan dapat sejajar dengan tegak lurus atau miring terhadap sumbu bubut. Eretan perkakas juga merupakan tempat kedudukan penyangga berjalan. Eretan perkakas harus dibuat dan dibari penuntun sedemikian rupa sehingga terjamin pengerjaan yang bebas guncangan.

4. Lengkungan transmisi laju

Gambar 2.16 Lengkungan Transmisi Laju

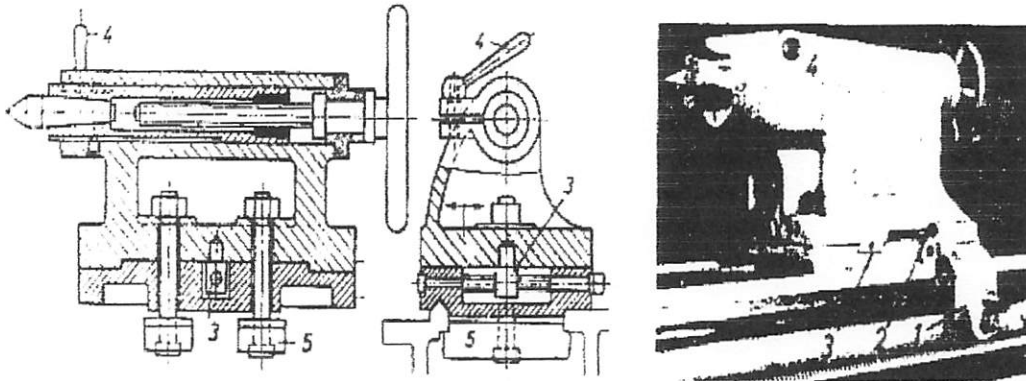


Sumber : Schomentz Sinnl Reiter Heuberger, Pengerjaan Logam Dengan Mesin, Angkasa, Bandung 1985

Gerakan laju bergantung pada gerakan utama benda kerja, karena laju ialah jalannya pahat bubut dalam satu kali putaran benda kerja. Oleh karena itu lengkungan transmisi laju harus digerakkan oleh spindle kerja. Oleh karena laju pada setiap gerakan benda kerja harus tetap sama (terutama pada pembuatan ulir), maka pengalihan gaya harus berlangsung tanpa terpeleset. Untuk itu harus digunakan unsure-unsur pemindahan gaya yang kaku (umpamanya roda-roda gigi).

5. Kepala bebas / kepala lepas

Gambar 2.17 Kepala bebas / kepala lepas



Sumber : Schomentz Sinnl Reiter Heuberger, Pengerjaan Logam Dengan Mesin, Angkasa, Bandung 1985

Kepala bebas / kepala lepas berguna untuk menjepit benda kerja silindris yang panjang, untuk membuat kerucut yang panjang dan langsing dan untuk memikul macam-macam perkakas (mata bor, bor peluas, bor penyenter dan sebagainya).

2.7.2 Proses Pembubutan (Pembentukan Serpih)

Sebagaimana pada pembentukan serpih oleh perkakas tangan (manual), maka pembubutan juga pisau perkakas bubut yang berbentuk pasak (pahat bubut) membenam ke dalam benda kerja, mengalahkan gaya kait mengait antar partikel bahan pertolongan tekanan sayat yang efektif dan menyingkirkannya dalam bentuk serpih (gram).

Disini benda kerja yang melaksanakan gerakan utama,gerakan laju dan gerakan penyetelan yang lurus dilakukan oleh perkakas.Jenis pembubutan menurut arah gerakan laju :

1. *Pembubutan memanjang.* Gerakan laju berlangsung sejajar dengan sumbu putaran. Dengan demikian bidang permukaan luar benda kerja (bidang garapan lengkung) yang digarap. Gerakan penyetelan menempatkan perkakas pada posisi penyayatan yang tepat pada benda kerja setelah setiap penyayatan. Kedalaman tusukan ditentukan oleh penyetelan tegak lurus terhadap sumbu-perputaran.
2. *Pembubutan membidang.* Gerakan laju berlangsung tegak lurus terhadap sumbu perputaran. Dengan cara ini dihasilkan bidang rata tegak lurus terhadap sumbu perputaran (bidang garapan datar). Dalam pada itu benda kerja memperoleh panjang yang tepat. Arah laju dapat dari luar kepusat perputaran atau sebaliknya. Penyetelan (kedalaman tusukan) berlangsung sejajar dengan sumbu perputaran setelah setiap penyayatan.
3. Jika gerakan laju berlangsung menyudut / miring terhadap sumbu putaran,maka dihasilkan kerja yang berbentuk kerucut.
4. *Pembubutan alur* berlangsung hanya dengan gerakan laju tegak lurus terhadap sumbu perputaran.

5. Dengan gerakan laju sejajar dan tegak lurus terhadap sumbu perputaran pada saat yang sama dihasilkan benda bulat atau benda rotasi lainnya.

Besarnya laju s adalah jarak tempuh perkakas (mm) setiap perputaran benda kerja. Lebh besar laju s , lebih pula serpih.

2.7.2.1 Kedalaman Tusukan

Dengan gerakan penyetelan dicapai kedalaman tusukan a (mm). Kedalaman tusukan berarti pengurangan garis tengah pada pembubutan memanjang, pada pembubutan membidang berarti pengurangan panjang benda kerja.

Jika benda kerja selesai di kerjakan satu kali penyayatan (putaran), artinya garis tengah sebelumnya D dan kini d , maka kedalaman tusukan adalah setengah dari selisih garis tengah.

$$a = \frac{D-d}{2} \text{ (mm)}$$

Dimana :

D = diameter benda kerja sebelum pemotongan (mm)

d = diameter benda kerja sesudah pemotongan (mm)

Jika untuk menyelesaikan pekerjaan diperlukan beberapa kali penyayatan dimana (penyayatan / perputaran = i), maka kedalaman tusukan diperoleh dari persamaan berikut :

$$a = \frac{D-d}{2.i} \text{ (mm)}$$

Dimana :

D = diameter benda kerja sebelum pemotongan (mm)

d = diameter benda kerja sesudah pemotongan (mm)

i = penyayatan / perputaran

2.7.2.2 Penampang Serpilh

Penampang serpih adalah penampang serpih yang dihasilkan setelah satu putaran benda kerja. Pada setiap perputaran terkelupas sebuah cincin.

a. Luas penampang serpih

Luas penampang serpih A (mm²) adalah hasil perkalian antara laju s (mm/put) dan kedalaman tusukan a (mm).

$$A = s \cdot a \text{ (mm}^2\text{)} \quad s = \frac{A}{a} \text{ (mm / put)} \quad a = \frac{A}{s} \text{ (mm)}$$

Pemilihan luas penampang serpih bergantung pada jenis pekerjaan bubut.

Mengikis. Dengan penampang serpih yang besar sedapat mungkin banyak bahan yang diserpih. Penampang serpih terbesar yang diperbolehkan, bergantung pada kemampuan daya mesin dan pada daya tahan perkakas pada beban. Pada

pengikisan dihasilkan bidang permukaan yang kasar,disini tidak ada tuntutan kecepatan ukuran yang tinggi.

Meratakan. Dengan penampang serpih yang kecil harus dicapai bidang permukaan yang rata dan dengan demikian tuntutan akan ketepatan ukuran sangat tinggi. Daya sayat yang ekonomis dapat dicapai dengan kecepatan yang lebih tinggi.

b. Bentuk penampang serpih

Pada luas penampang serpih yang sama,bentuk penampang serpih ditentukan oleh perbandingan kedalaman tusukan a terhadap laju s dan ditentukan pula oleh kedudukan penyayat utama terhadap benda kerja (sudut penyetulan).

1. Laju yang kecil pada kedalaman irisan yang besar

Perbandingan ini menghasilkan serpih yang lebar dan tipis yang mudah ditebuk dan disingkirkan . Daya sayat terdistribusikan pada sisi pisau yang panjang (beban spesifik yang kecil bagi pisau),sehingga panas gesekan dapat disingkirkan secara lebih baik

2. Laju yang besar pada kedalaman irisan yang kecil

Ini menghasilkan serpih yang sempit dan tebal. Untuk menekuk serpih ini diperlukan tenaga yang lebih besar dan serpih ini lebih sukar disingkirkan. Daya sayat terbagi pada sisi pisau yang pendek (beban spesifik besar

bagi pisau), sehingga energi panas lebih sukar dibuang. Selain itu pemotongan terjadi lebih sering, karenanya waktu sampingan (gerakan penyetulan lebih sering) meningkat.

Nilai yang baik untuk perbandingan kedalaman irisan terhadap laju s adalah 5 : 1. Sehingga menghasilkan $a = 5 \cdot s$.

$$s = \frac{a}{5}$$

Sehinga $\frac{a}{5}$ lebih besar dari 5 maka pembubutan sering tidak dapat dilaksanakan dalam satu kali penyayatan.

3. Posisi pisau utama terhadap benda kerja

Kedudukan pisau utama terhadap benda kerja dapat pula mempengaruhi penampang serpih. Posisi pisau utama ditentukan pada saat pengencangan pahat bubut dan nilainya diukur dengan sudut penyetulan κ (κ : Kappa dari bahasa Yunani). Pada sudut penyetulan yang kecil, serpih lebih lebar dan lebih tipis untuk luas penampang yang sama. Hal ini memudahkan penekukan dan penyingkiran serpih. Oleh karena disini dipakai pisau yang lebih panjang sisi penyayatannya, maka bahan spesifik pisau lebih kecil, pada persyaratan lain yang sama, keawetan perkakas dengan

demikian lebih tinggi. Benda kerja yang tipis tidak boleh dikerjakan dengan sudut penyetulan yang kecil, karena benda kerja itu dapat ikut tertekuk pada waktu pembubutan. Sudut penyetulan yang kecil mengakibatkan “ getaran “ (jejak getaran pada bidang kerja yang licin). Biasanya dipilih 45° sebagai sudut penyetulan.

2.7.2.3 Volume Serpih (Banyaknya Serpih)

Volume serpih adalah banyaknya serpih yang terkumpul dalam satu menit. Setelah satu putaran tersepah sebuah cincin yang penampangnya adalah penampang serpih.

$$\text{Volume serpih per putaran } Q_1 = A \cdot d \cdot \pi$$

Jumlah putaran per menit dinyatakan dengan angka putaran n . Maka diperoleh jumlah serpih per menit, jika jumlah serpih dalam satu putaran dikalikan dengan angka putaran.

Oleh karena hasil perkalian $d \cdot \pi \cdot n$ adalah nilai kecepatan sayat v , maka volume serpih dapat diperoleh dari hasil perkalian antara luas penampang A dengan kecepatan sayat.

$$Q = A \cdot v \text{ (cm}^3 \text{ / menit)}$$

2.7.2.4 Kecepatan Sayat

Gerakan utama pada pembubutan ialah gerakan perputaran benda kerja. Karena kecepatan gerakan utama sama dengan kecepatan

sayat, maka kecepatan sayat pada pembubutan adalah kecepatan melingkar.

$$v = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ (m / menit)}$$

Dimana :

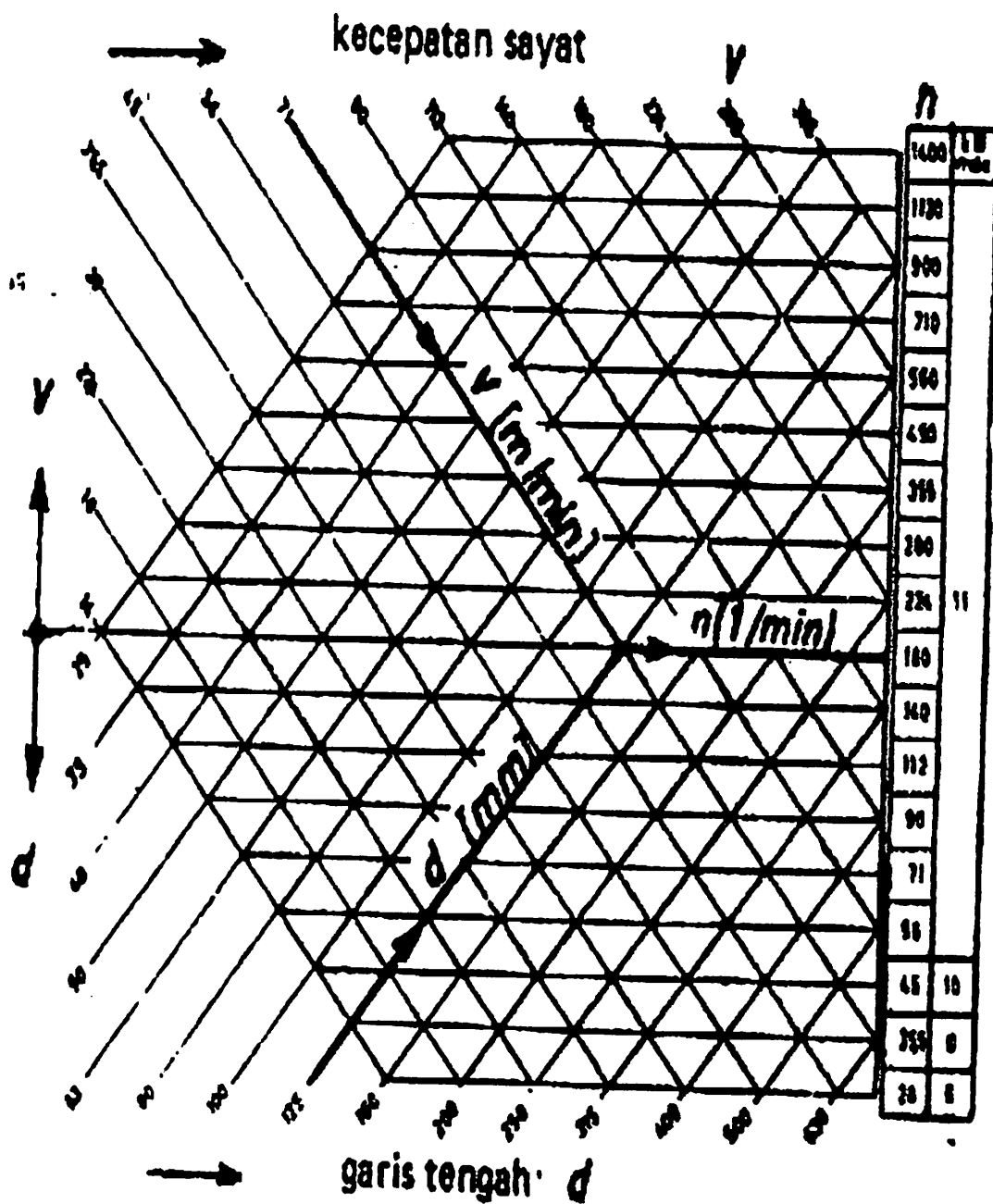
d = diameter (mm)

n = putaran poros utama (benda kerja) (rpm)

Karena itu kecepatan sayat bergantung pada garis tengah dan angka putaran benda kerja. Untuk dapat bekerja dengan kecepatan sayat yang ekonomis, maka mesin bubut dilengkapi dengan daerah angka putaran. Berdasarkan kecepatan sayat ekonomis dapat dipilih angka putaran yang cocok untuk garis tengah benda kerja tertentu.

Nilai yang menguntungkan untuk kecepatan sayat diperoleh berdasarkan percobaan dengan memperhatikan 4 faktor, benda kerja – perkakas – serpih – pendinginan dan pencarian angka putaran pada tabel mesin.

Grafik 2.3 Angka Putaran Pada Mesin Bubut



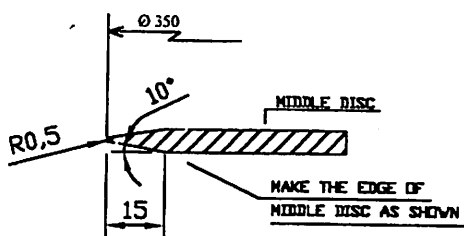
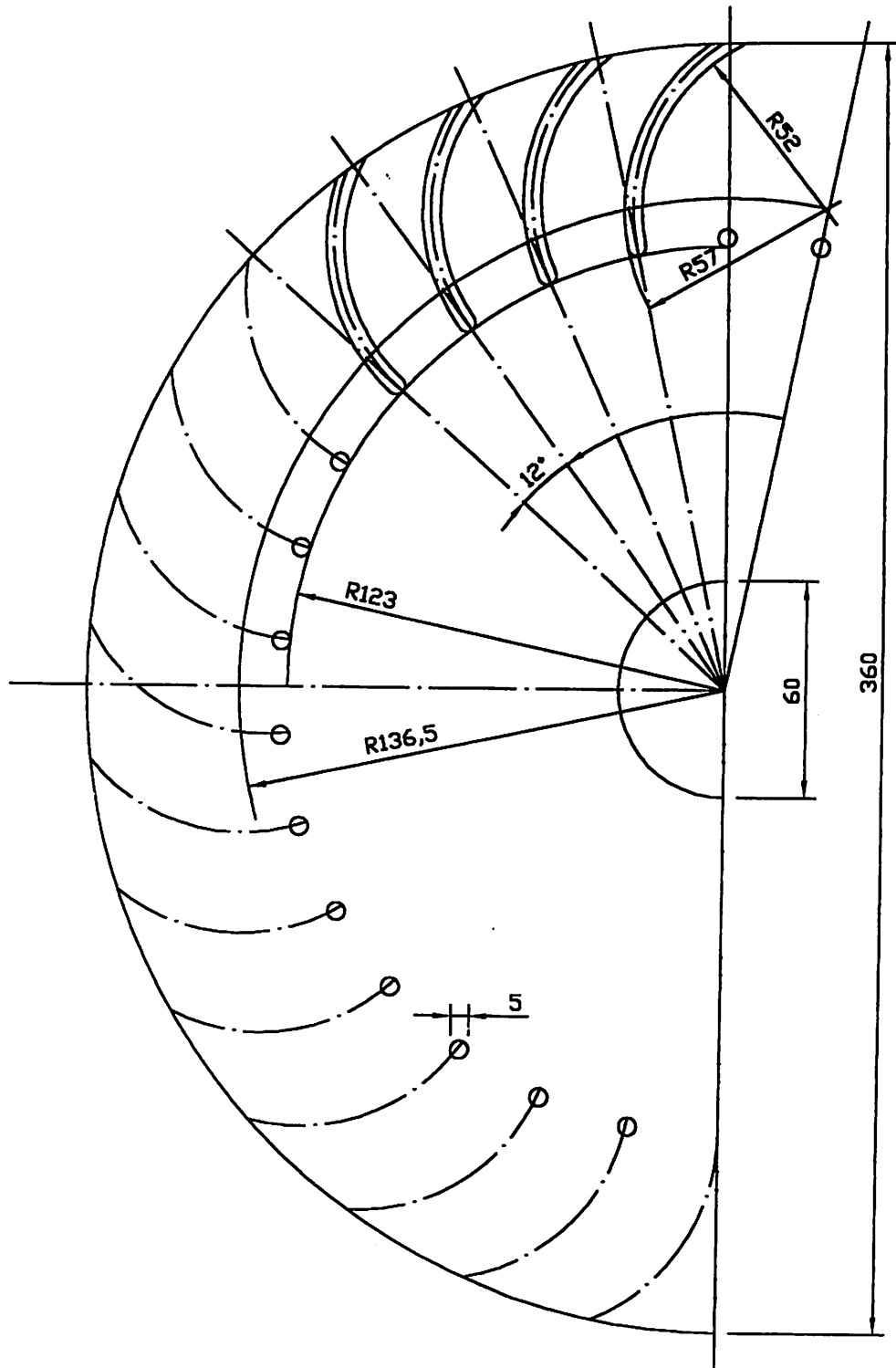
Sumber : Schomentz Frischerz Domayer Sinnl, Pengerjaan Logam Dengan Perkakas Tangan Dan Mesin Sederhana, Angkasa, Bandung 1985

Tabel 2.3 Kecepatan Sayat (v) dan laju (s)

Bahan	Dalu perlatan		Dalu capai		Laju kerja	
	V (putaran)	Q (mm ³ /det)	V (putaran)	Q (mm ³ /det)	V (putaran)	Q (mm ³ /det)
Zak, keping baja di atas 18 diameter ¹	12... 14	0,1 ... 0,3	20... 35	0,1 ... 0,6	20... 60	0,1 ... 0,5
..... kumpu 80 diameter ²	5... 10	0,1 ... 0,3	10... 30	0,1 ... 0,5	20... 50	0,1 ... 0,5
Dasir kumpu di atas 90 diameter ²	6... 12	0,1 ... 0,4	20... 30	0,1 ... 0,4	20... 40	0,1 ... 0,4
..... kumpu 80 diameter ²	3... 6	0,1 ... 0,25	12... 20	0,1 ... 0,4	15... 30	0,1 ... 0,3
Carapan A1	10... 20	0,1 ... 1,0	10... 30	0,2 ... 1,0	30... 60	0,1 ... 1,0
..... kumpu	10... 25	0,1 ... 1,0	10... 30	0,2 ... 1,0	150... 250	0,2 ... 0,5
Yongka, perunggu kumpu, kumpu merrah	10... 18	0,1 ... 0,5	20... 40	0,1 ... 0,6	20... 70	0,1 ... 0,5

Sumber : Schomentz Frischerz Domayer Sinnl, Pengerjaan Logam Dengan

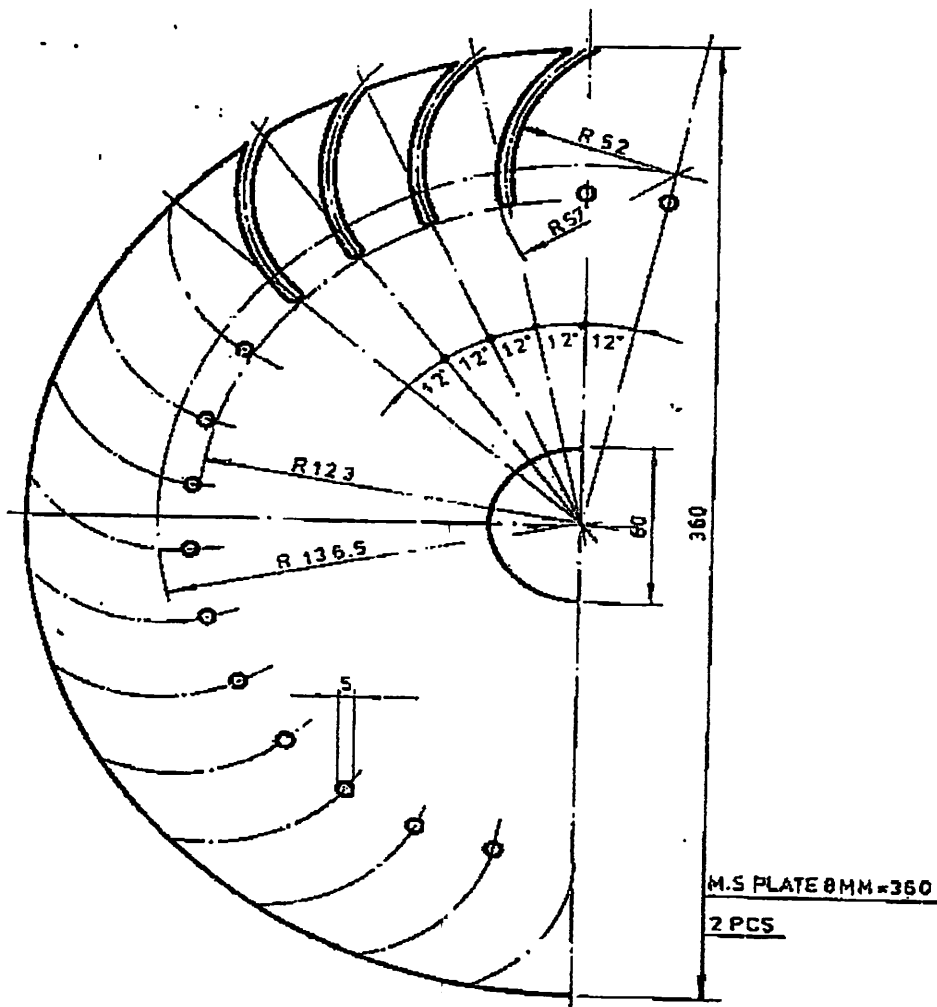
Perkakas Tangan Dan Mesin Sederhana, Angkasa, Bandung 1985



NOTE

1. USE 6MM PLATE FOR MIDDLE DISC
2. APPLY ABOVE MEASUREMENTS EXCEPT DIAMETER TO PRODUCE MIDDLE DISC
3. MAKE THE DIAMETER OF MIDDLE DISC = 350

BAB III
PERHITUNGAN



Didalam penentuan ukuran turbin banki mikro hidro yaitu berdasarkan teori-teori dan literatur yang ada serta data-data yang telah direncanakan. Dalam perencanaannya ini data berasal dari studi

dilapangan, kemudian dihitung sesuai dengan rumus-rumus perhitungan berdasarkan teori-teori yang telah ada. Oleh karena itu sebagai bahan pertimbangan data perencanaannya adalah sebagai berikut :

3.1 Data Perencanaan

Data perencanaan turbin banki mikro hidro yaitu :

- Kapasitas aliran air (Q) : 300 liter/menit = 0,3 m³/detik
- Tinggi air jatuh (H) : 8 meter
- Putaran turbin : 320 rpm

Untuk data perencanaan selanjutnya yang diambil sesuai perencanaan akan ditentukan kemudian. Untuk itu penulis menghitung permasalahan-permasalahan yang ada dalam perencanaan turbin mikro hidro. Adapun uraian perhitungannya sebagai berikut :

3.2 Perhitungan daya turbin (P)

Dari kapasitas air (Q) dan tinggi air (H) dapat dihitung daya yang dihasilkan oleh turbin :

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot \eta_T \text{ (Watt)}$$

Dimana :

P = Daya yang dihasilkan turbin (Watt)

Q = Kapasitas fluida (m³/detik)

ρ = Kerapatan fluida (untuk air 1000 kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/detik²)

η_T = Efisiensi turbin/rendemen turbin $\approx 0,7 \%$

Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= Q \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot \eta_T \text{ (Watt)} \\ &= 0,3 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 8 \cdot 0,7 \\ &= 16480,8 \text{ (Watt)} \\ &= 16 \text{ KW} \\ &= 21 \text{ PK} \end{aligned}$$

3.3 Momen Torsi Puntir (T)

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n_1} \text{ (kg . mm)}$$

Dimana :

P_d = daya rencana (kw)

n = putaran poros turbin (rpm)

Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{P}{n} \text{ (kg.mm)}$$

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \cdot 10^5 \frac{16}{320} \\ &= 48700 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

3.4 Gaya Aksi atau Gaya Dorong (F_a)

$$F_a = Q \cdot \rho \cdot c \text{ (N)}$$

Dimana :

F_a = Gaya dorong atau tumbukan (N)

Q = Kapasitas aliran (m³/detik)

ρ = Kerapatan fluida air (1000 kg/m³)

c = Kecepatan aliran pancar (m/detik)

Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

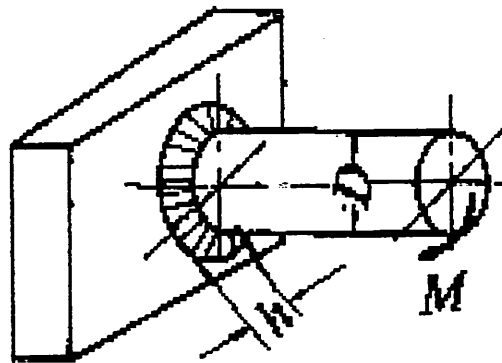
$$F_a = 0,3 \cdot 1000 \cdot 12,52$$

$$= 3756 \text{ N}$$

$$= \frac{3756(N)}{9,81(m/detik^2)}$$

$$= 382,875 \text{ kg}$$

3.5 Kekuatan Sambungan Las



$$\sigma_b = \frac{5,66.M}{h.D^2\pi} \text{ kg / mm}^2$$

Dimana :

h = ukuran sudut → h = 45⁰

D = diameter poros (mm)

M = momen puntir (kg . mm)

Jadi rumus yang dipakai untuk kekuatan sambungan las :

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{5,66.48700}{0,707.60^{2,14}} \\ &= \frac{275642}{7991,93} \\ &= 34,49 \text{ kg / mm}^2\end{aligned}$$

• Tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A_o} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Dimana :

F = Beban (kg)

A_o = Luas penampang las (mm^2)

Untuk mencari F dan A_o didapat dari :

$$A_o = a \cdot l$$

Dimana :

A_o = Luas penampang las (mm^2)

a = Tebal bahan (mm)

l = Panjang lasan (mm)

Maka didapat $A_o = a \cdot l$

panjang lasan (l) = $2 \cdot \pi \cdot D$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 60$$

$$= 376,8 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi } A &= 8.376,8 \\ &= 3014,4 \text{ (mm}^2\text{)}\end{aligned}$$

Sehingga untuk menghitung tegangan (σ) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{Ao} \text{ (kg/mm}^2\text{)} \\ &= \frac{382,875}{3014,4} \\ &= 0,127 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

- Tegangan tarik ijin bahan (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{\sigma_t \text{ max}}{sf}$$

- Baja Sc 37 jadi tegangan tarik maximum 37
- Faktor keamanan ($sf = 6,0$)

Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{\sigma_t \text{ max}}{sf} \\ &= \frac{37}{6,0} \\ &= 6,17 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Jadi $\sigma < \sigma_t \rightarrow 0,127 \text{ kg/mm}^2 < 6,17 \text{ kg/mm}^2$ dengan demikian konstruksi las aman terhadap tegangan dari gaya pancar air.

3.6 Proses pembubutan

◆ Untuk diameter 360

1 Kecepatan sayat

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/menit}$$

Dimana :

$$d = 360 \text{ mm}$$

v = bahan baja tuang dari tabel 35 m / menit.

Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 35}{360 \cdot 3,14}$$

$$= \frac{35000}{1130,4}$$

$$= 30,96 \text{ rpm}$$

$$\text{Jadi } v = \frac{3,14 \cdot 360 \cdot 30,96}{1000}$$

$$= 34,997 \text{ m / menit}$$

2 Kedalaman Tusukan

$$a = \frac{D - d}{2 \cdot i} \text{ (mm)}$$

Dimana :

D = diameter benda kerja sebelum pemotongan (mm)

d = diameter benda kerja sesudah pemotongan (mm)

$$i = 2 \text{ kali (penyayatan / perputaran)}$$

Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

$$a = \frac{370 - 360}{2.2}$$
$$= 2,5 \text{ mm}$$

3 Volume serpih

$$Q = A \cdot v \text{ (cm}^3 \text{ / menit)}$$

Dimana :

$$A = \text{luas penampang (mm}^2 \text{)}$$

$$v = \text{kecepatan sayat (m / menit)}$$

Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

$$A = a \cdot s \rightarrow s = 0,6 \text{ diketahui dari tabel}$$
$$= 2,5 \cdot 0,6$$
$$= 1,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jadi } Q = A \cdot v$$
$$= 1,5 \cdot 34,997$$
$$= 52,496 \text{ cm}^3 \text{ / menit}$$

◆ Untuk diameter 60 mm

1 Kecepatan sayat

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/menit}$$

Dimana :

$$d = 60 \text{ mm}$$

$v =$ bahan baja tuang dari tabel 35 m / menit.

Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 35}{60 \cdot 3,14}$$

$$= \frac{35000}{188,4}$$

$$= 185,77 \text{ rpm}$$

$$\text{Jadi } v = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 185,77}{1000}$$

$$= 34,999 \text{ m / menit}$$

2 Kedalaman Tusukan

$$a = \frac{D - d}{2 \cdot i} \text{ (mm)}$$

Dimana :

$D =$ diameter benda kerja sebelum pemotongan (mm)

$d =$ diameter benda kerja sesudah pemotongan (mm)

$i = 2$ kali (penyayatan / perputaran)

Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

$$a = \frac{60 - 50}{2.2}$$
$$= 2,5 \text{ mm}$$

3 Volume serpih

$$Q = A \cdot v \text{ (cm}^3 \text{ / menit)}$$

Dimana :

$$A = \text{luas penampang (mm}^2 \text{)}$$

$$v = \text{kecepatan sayat (m / menit)}$$

Maka didapat hasil perhitungan sebagai berikut :

$$A = a \cdot s \rightarrow s = 0,6 \text{ didapat dari tabel}$$
$$= 2,5 \cdot 0,6$$
$$= 1,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jadi } Q = A \cdot v$$
$$= 1,5 \cdot 34,999$$
$$= 52,499 \text{ cm}^3 \text{ / menit}$$

BAB IV

PEMBUATAN DAN PEMASANGAN

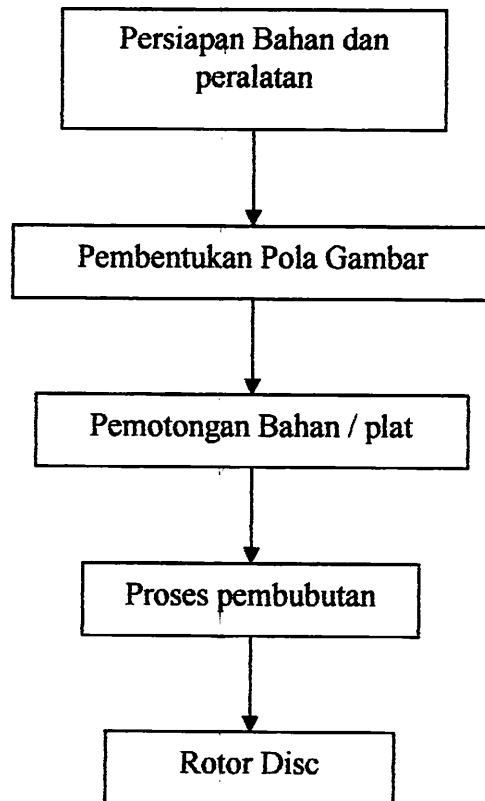
4.1 Persiapan

Dalam proses pembuatan dan pemasangan rotor disc turbin air mikro hidro diperlukan persiapan-persiapan, untuk sarana alat pembuatan dan bahan material yang terdiri atas : plat dengan tebal 8 mm, alat pengukur (meteran, alat penandaan, jangka), mesin las, gerinda, mesin bubut serta alat-alat kerja bangku lainnya yang diperlukan sebagai penunjang proses pembuatan dan pemasangan rotor disc turbin air mikro hidro.

4.2 Proses Pembuatan rotor disc

Didalam pembuatan rotor disc turbin air mikro hidro diperlukan suatu proses-proses yang mana proses tersebut memerlukan suatu peralatan mesin perkakas. Dalam tahap ini pekerjaan yang utama adalah pembentukan rotor disc yang dilakukan dengan cara pembersihan bahan, penandaan / pembuatan gambar pada plat, pemotongan, pembubutan, dan lain sebagainya. Adapun diagram alirnya sebagai berikut :

Diagram alir 1.1 pembuatan rotor disc turbin air mikro hidro



a. Persiapan bahan

Dalam proses pembuatan rotor disc turbin air mikro hidro langkah pertama yang harus dilakukan adalah mempersiapkan bahan. Bahan yang digunakan adalah plat dengan tebal 8 mm. Bahan ini dipilih karena paling cocok dengan kontruksi dan paling banyak didapatkan dipasaran dengan harga yang tidak begitu mahal. Setelah persiapan bahan, langkah selanjutnya mempersiapkan peralatan manual yang akan dipergunakan seperti : jangka,martil,alat

penanda, meteran. Peralatan permesinan seperti mesin bubut, gerinda mesin las dan sebagainya.

b. Pembuatan pola gambar.

Sebelum dilakukan proses pemotongan terhadap plat terlebih dahulu kita membuat pola gambar, sehingga mempermudah proses pemotongan dan ukurannya sesuai dengan perencanaan.

c. Pemotongan bahan / plat

Setelah langkah pembuatan pola gambar dan ukurannya telah dilakukan maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemotongan bahan. Pemotongan dilakukan dengan menggunakan pemotongan gas atau dengan pemotongan busur udara mengingat ketebalan bahan sekitar 8 mm. pada saat melakukan pemotongan perlu diperhatikan pola pada gambar dan ikuti arah garis potongnya. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil potong yang benar benar sesuai dengan rencana agar hasil pemotongan mudah untuk perakitan bahan menjadi rotor disc.

d. Proses pembubutan

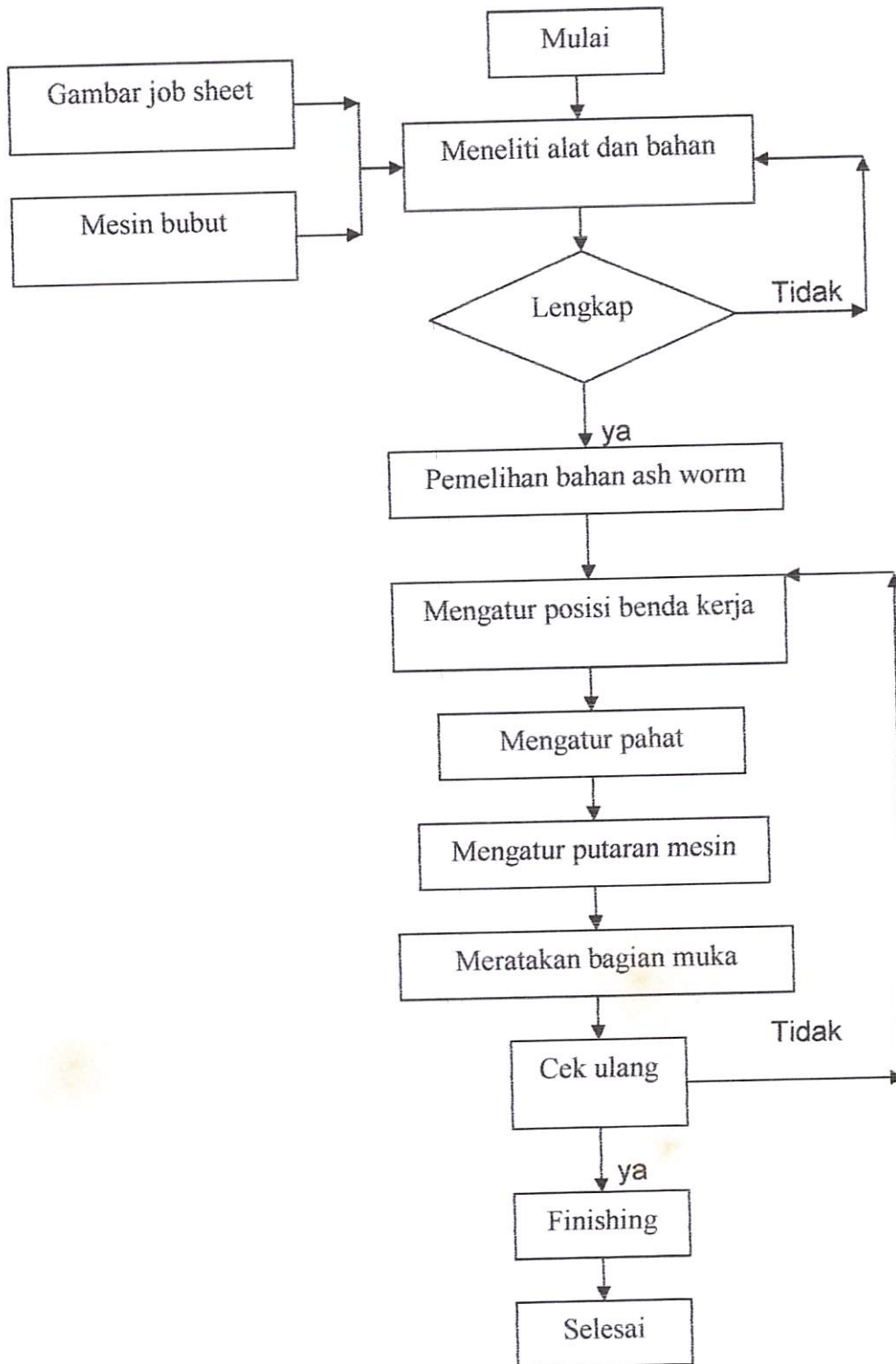
setelah langkah pemotongan plat sesuai dengan ukuran dan dimensi-dimensi yang telah direncanakan sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah proses pembubutan untuk menghaluskan permukaan yang habis dipotong dan membentuk lingkaran

berdiameter besar 360 mm dan berdiameter kecil 60 mm yang silindris sehingga sesuai dengan perencanaan.

e. Rotor disc

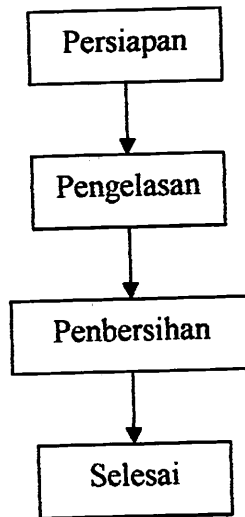
Dengan langkah – langkah diatas dan dengan ketelitian atau kecermatan dalam melakukan proses tersebut. Maka jadilah rotor disc sesuai dengan ukuran – ukuran yang telah di perhitungkan.

Diagram Alir 1.2 proses pembubutan



4.3 Proses Pemasangan Rotor Disc

Diagram alir 1.3 proses pemasangan rotor disc



4.3.1 Persiapan

Sedangkan peralatan bantu yang kita perlukan adalah martil, tang penjepit, masker, sarung tangan, pelindung muka. Sehingga kecelakaan kerja bisa terhindari. Pengecek keadaan mesin las dan mengatur arus listrik yang sesuai dengan elektroda yang kita pakai. Sedangkan rotor disc yang baru dibuat kita bersihkan dulu dari gram, air (pelumas) dan debu sehingga pada proses pengelasan tidak ada kesalahan (retakan).

4.3.2 Pengelasan rotor disc

Mutu dari hasil pengelasan di samping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri juga sangat tergantung dari persiapannya sebelum pelaksanaan pengelasan. Karena itu persiapan pengelasan

harus mendapat perhatian, pengawasan dan memerlukan kemampuan pengelasan yang tinggi.

Dalam menentukan alat-alat, disamping menentukan mesin lasnya itu sendiri, hal yang juga tidak kalah pentingnya adalah penentuan alat perakitan atau alat bantu. Alat Bantu adalah alat-alat khusus yang dapat memegang dengan kuat bagian-bagian yang akan dilas sehingga hasil pengelasan mempunyai bentuk yang tepat. Jadi pemilihan alat bantu yang tepat akan menentukan bentuk akhir dan akan mengurangi waktu pengelasan.

4.3.3 Pembersihan

Pembersihan rotor disc dari pengelasan harus dilakukan seperti terak las. Pembersihan dilakukan dengan martil kepala lancip (untuk mempermudah pemukulan pada sisi sudut), sikat baja (untuk membersihkan terak yang sudah jadi butiran) sehingga hasil lasan dapat diketahui memenuhi atau tidak dalam konstruksi.

Untuk jarak busur nyala ditinjau dari jenis pembungkusnya :

- Elektroda pembungkus "tipis" jarak busur = 0,9 d
- Elektroda pembungkus "sedang" jarak busur = 0,7 d
- Elektroda pembungkus "sedang" mengandung fero jarak busur = 0,8 d
- Elektroda pembungkus "tebal" jarak busur = 08 d

Didalam pemasangan rotor disc turbin air mikro hidro ini menggunakan las listrik dengan elektroda yang digunakan adalah :

E . 6011

Keterangan :

- E =Elektroda las busur listrik
- E.60 =Tegangan tarik minimum; dimana hasil pengelasan dikalikan 1000 psi jadi untuk hal ini sama dengan 60000 psi.
- E...1 =Posisi pengelasan dapat dipakai untuk mengelas pada semua posisi.
- E...1 =Jenis pembungkus (penembusan dalam. Bahan selulosa-potasium dapat dipakai pd mesin las AC atau mesin las DC. Bentuk rigi-rigi cekung

Tabel 2.8 Diameter Penggunaan Elektroda

Diameter Elektroda (inchi)	Arus (ampere)
$\frac{3}{32}$	50 - 90
$\frac{1}{8}$	80 - 130
$\frac{5}{32}$	120 - 180
$\frac{3}{16}$	140 - 220
$\frac{7}{32}$	170 - 250
$\frac{1}{4}$	225 - 325

(Sumber: ,Harsono Wiryo Sumarto Teknologi pengelasan logam Cetakan ke 8 Pradnya Paramitha , Jakarta.)

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Untuk menghitung dimensi rotor disc atau fariabel yang harus diketahui terlebih dahulu adalah beban yang bekerja ,setelah beban diketahui maka dapat ditentukan tegangan yang terjadi.
- b. Untuk mengetahui kekuatan lasan pada rotor disc terlebih dahulu menghitung momen torsi puntir. Selanjutnya tegangan yang terjadi pada lasan dibandingkan pada tegangan tarik ijin lasan lebih kecil sehingga lasan dalam keadaan aman terhadap beban momen. Dengan demikian pada perencanaan tersebut memenuhi syarat.
- c. Pemasangan rotor disc dilakukan setelah pemasangan sudu – sudu selesai. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pemasangan ke poros,
- d. Dalam Proses pembubutan harus tahu bahan yang dipakai sehingga bisa menentukan kecepatan sayat, putaran mesin dan lain-lain sehingga bisa menjaga keselamatan kerja dalam melakukan proses pembubutan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar Wiranto, MSME, Ir, *penggerak Mula Turbin*, Edisi ketiga Cetakan kesatu, ITB Bandung, 2004.
2. Dietzel Fritz dan Sriyono Dakso, *Turbin Pompa dan Kompresor*, Erlangga Jakarta, 1980.
3. Okumura Toshie dan Wiryosumarto Harsono, *Teknologi Pengelasan Logam*, Cetakan keempat, Pradnya Paramita Jakarta, 1988.
4. Patty. O. F, Ir, *Tenaga Air*, Erlangga Jakarta, 1995.
5. Schomentz Frischerz Domayer Sinnl, *Pengerjaan Logam Dengan Perkakas Tangan Dan Mesin Sederhana*, Angkasa Bandung 1985
6. Schomentz Frischerz Domayer Sinnl, *Pengerjaan Logam Dengan Perkakas Tangan Dan Mesin Sederhana*, Angkasa Bandung 1985
7. Suga Kiyokatsu dan Sularso, MSME, Ir, *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*, Cetakan Kesembilan, Pradnya Paramita Jakarta, 1997.