

TUGAS AKHIR

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

PERENCANAAN KONSTRUKSI KERANGKA KINCIR ANGIN PEMBANGKIT LISTRIK SKALA KECIL ATAU UNTUK RUMAH TANGGA



Disusun Oleh :
ARDIANUS ABUR
01.51.112

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

AGUSTUS 2006

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN KONSTRUKSI KERANGKA KINCIR ANGIN PEMBANGKIT LISTRIK SKALA KECIL ATAU UNTUK RUMAH TANGGA

Diajukan untuk melengkapi persyaratan lulus program
Diploma Tiga (D-III) Teknik Mesin
Institut Teknologi Nasional Malang.

Disusun oleh :

Nama : **ARDIANUS ABUR**
NIM : **01.51.112**
Jurusan : **Teknik Mesin D-III**
Fakultas : **Teknologi Industri**

Malang, Agustus 2006

Mengetahui,

(Ketua Jurusan Teknik Mesin D-III)



Ir. Moch Trisno, MT
NIP. 130936652

(Dosen Pembimbing)



Ir. Soeparno Djiwo, MT
NIP. 1018600128

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan Rahmat dan karunianya kepada kami, sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menempuh jenjang Diploma Tiga pada jurusan Teknik Mesin di Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Selain dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini penyusun tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir Mochtar Asroni, MSME, Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri (FTI) Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Drs. Moch Trisno, MT, Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin D-III Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Seluruh keluarga besar yang telah banyak mendoakan dan membantu saya dalam menyelesaikan studi di Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Rekan-rekan mahasiswa ITN yang telah banyak membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bag siapa yang membacanya. Amiin.

Malang, Agustus 2006
Penyusun



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, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : **ARDIANUS ABUR**
NIM : **01.51.112**
Jurusan : **Teknik Mesin Diploma Tiga (D-III)**
Judul Tugas Akhir : **PERENCANAAN KONSTRUKSI KERANGKA KINCIR
ANGIN PEMBANGKIT LISTRIK SKALA KECIL ATAU
UNTUK RUMAH TANGGA.**

Dipertahankan dihadapan Team Penguji Tugas Akhir Jenjang Program Diploma Tiga (D-III) pada :

Hari/Tanggal : **Sabtu/05 Agustus 2006**
Dengan Nilai : **81,25 (A)**

Panitia Ujian Tugas Akhir



Ketua

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y : 101 8100 036

Sekretaris

Ir. Drs. Moch. Trisno, MT
NIP. 130 936 652

Anggota Penguji

Ir. Drs. Sudjat, MPkn
NIP. 130 836 656

Ir. Suryanto, MT
NIP. 102 8500 104

ABSTRAKSI

ARDIANUS ABUR, 01.51.112. PERENCANAAN KONSTRUKSI KINCIR ANGIN PEMBANGKIT LISTRIK SKALA KECIL ATAU UNTUK RUMAH TANGGA.

Potensi lahan dipesisir pantai yang terdapat diwilayah Indonesia kemungkinan terdapat angin yang cukup memadai memungkinkan sekali bilah disuatu rumah tangga perlu dikembangkan kincir angin untuk pembangkit listrik.

Faktor – factor yang mempengaruhi kekuatan angin yaitu :

- Kecepatan aliran angin
- Lamanya angin bertiup
- Densitas udara

Beberapa pertimbangan dalam pemilihan bahan untuk kerangka konstruksi kincir angin antara lain:

a) Memiliki kekerasan yang baik

Untuk kekuatan tariknya antara 37- 49 kg/mm^2

b) Memilikisfst mudah dalam pengelasan

c) Cocok untuk konstruksi ringan, dalam hal ini baja profil L

Jenis pembebanan yang terjadi pada konstruksi kincir angin yaitu pembebanan statis dan pembebanan dinamis. Dari perencanaan konstruksi kincir angin pembangkit listrik skala kecil atau untuk rumah tangga dapat diambil kesimpulan yaitu :

- ❖ Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting dalam perencanaan suatu konstruksi.
- ❖ Pada perencanaan kerangka kincir angin pembangkit listrik rumah tangga. Sepertipada gambar 3.1.momen yang paling besar terdapat pada titik M dan A = C dan O dan momen paling kecil terdapat pada titik E dan F.
- ❖ Baut yang dipakai ST- 37 yang memiliki kekuatan tarik $43kg/mm^2$ dan menggunakan standart M 18.
- ❖ Tegangan geser baut lebih kecil dari tegangan geser ijin.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAKSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR GRAFIK.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penulisan.....	2
1.5. Metode Penulisan.....	3
1.6. Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkembangan Kincir Angin.....	5
2.1.1. Angin	6
2.1.2. Kecepatan Angin	7
2.1.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan angin...	7
2.1.4. Prinsip-prinsip tenaga angin.....	8
2.2. Pembebanan	9

2.2.1. Jenis-jenis Pembebanan	9
2.2.1.1. Pembebanan Statis	10
2.2.1.2. Pembebanan Dinamis.....	11
2.2.2. Gaya	11
2.2.3. Gelagar dengan pembebanan terpusat.....	12
2.2.3.1. Reaksi pada tumpuan (RA dan RB).....	13
2.2.3.2. Bidang Momen	14
2.2.4. Tegangan	15
2.2.4.1. Tegangan Normal.....	16
2.3. Bahan Kerangka	18
2.4. Konstruksi	22
2.5. Pengelasan.....	22
2.5.1. Klasifikasi pengelasan	23
2.5.2. Pengelasan berdasarkan cara kerja	23
2.5.3. Las listrik	26
2.5.4. Las Gas Asetelin.....	28
2.5.5. Klasifikasi sambungan berdasarkan jenis sambungan dan bentuk alur.....	31
2.5.5.1. Sambungan Dasar.....	31
2.5.5.2. Sambungan tumpul.....	32
2.5.5.3. Sambungan bentuk T dan S.....	34
2.5.5.4. Sambungan Sudut.....	34
2.5.5.5. Sambungan Tumpang.....	35

2.5.5.6. Sambungan sisi.....	36
2.5.5.7. Sambungan dengan pelat penguat.....	37
2.6. Rumus perhitungan kekuatan Sambungan las.....	38
2.7. Mur dan baut	40
2.8. Rumus perhitungan baut dan mur	45

BAB III PERENCANAAN PADA KONSTRUKSI KINCIR ANGIN

3.1. Konstruksi kerangka kincir angin	48
3.2. Perencanaan konstruksi kincir angin	49
3.2.1. Perhitungan	49
3.2.2. Pembebanan pada titik A dan E dan B.....	50
3.2.3. Pembebanan pada titik C dan F dan D.....	52
3.2.4. Pembebanan pada titik E dan F	53
3.2.5. Pembebanan pada titik AC dan BD	55
3.2.6. Pembebanan pada titik G dan K dan H.....	55
3.2.7. Pembebanan pada titik I dan L dan J	57
3.2.8. Pembebanan pada titik K dan L	59
3.2.9. Pembebanan pada titik M dan A = C dan O	61
3.3. Perhitungan momen akibat daya dorong angin	64
3.2.1. Perhitungan di A dan B pada pembebanan horizontal....	64
3.4. Sambungan mur pada pondasi dengan kerangka.....	65
3.5. Sambungan las batang pada pelat produksi.....	69

BAB IV PROSES PEMBUATAN KERANGKA

4.1. Pengelasan pada kerangka	71
4.2. Potongan profil	73
4.3. Sambungan rangka kaki dengan bagian atas rangka	74
4.4. Sambungan rangka bagian bawah dengan bagian kaki ...	75
4.5. Konstruksi rangka atas.....	76
4.6. Sambungan rangka kaki dengan rangka atas.....	76

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	78
5.2. Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Pembebanan Pada Percobaan Tarik.....	10
Gambar 2.2. Arah Dan Titik Tangkap Pada Gaya.....	11
Gambar 2.3. Pembebanan Pada Gelagar.....	13
Gambar 2.4. Bidang Gaya Lintang A Dan B.....	14
Gambar 2.5. Bidang Momen A Dan B	15
Gambar 2.6. Penampang Batang Tegangan Tarik	16
Gambar 2.7. Penampang Batang Tegangan Tekan.....	17
Gambar 2.8. Jenis-Jenis Profil Baja.....	19
Gambar 2.9. Klasifikasi Pengelasan	24
Gambar 2.10. Mesin Las Listrik	26
Gambar 2.11. Las Elekrada Terbungkus.....	27
Gambar 2.12. Pemindahan Logam Cair.....	27
Gambar 2.13. Pesafat Las Oxy Asetilen	28
Gambar 2.14. Macam-Macam Nyala Api.....	30
Gambar 2.15. Macam-Macam Sambungan Dasar	31
Gambar 2.16. Alur Sambungan Las Tumpul.....	33
Gambar 2.17. Sambungan T	34
Gambar 2.18. Macam- Sambungan Sudut.....	35
Gambar 2.19. Sambungan Tumpang	36
Gambar 2.20. Sambungan Sisi.....	37
Gambar 2.21. Sambungan Denga Penguat	37
Gambar 2.22. Sambungan Las T.....	38
Gambar 2.23. Nama-Nama Bagian Ulir	41
Gambar 2.24. Macam-Macam Baut Penjepit.....	42
Gambar 2.25. Baut Pengikat Khusus	43
Gambar 2.26. Macam-Macam Mur	44
Gambar 2.27. Kerusakan Pada Baut	45
Gambar 3.1. Kincir Angin	48
Gambar 3.2. Perencanaan Konstruksi Kincir Angin.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil perhitungan konstruksi kincir angin

Tabel 4.2. Macam-macam dan fungsi angka fluks

Tabel 4.3. Sifat-sifat mekanik lasan (elektroda terbungkus untuk lasan)

Tabel 4.4. Baja siku sama kaki

Tabel 4.5. Elektroda terbungkus untuk baja bejana kuat menurut JIS Z3212-1978

Tabel 4.6. Faktor koreksi

Tabel 4.7. Kecepatan angin di beberapa kota di Indonesia

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1. Pembebanan pada percobaan tarik

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Potensi lahan dipesisir pantai yang terdapat diwilayah indonesia kemungkinan terdapat angin yang cukup memadai dan memungkinkan sekali bila disuatu rumah tangga perlu dikembangkan suatu kincir angin untuk pembangkit listrik. Maka sangatlah memungkinkan bila didaerah tersebut dikembangkan suatu alat yang menggunakan tenaga angin. Dalam penulisan ini penulis merencanakan suatu konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga.

Diindonesia pengetahuan dan teknologi mengalami perkembangan yang sangat pesat, karena itu para ilmuwan sclalu berpikir untuk mengembangkan atau menciptakan suatu alat yang belum ada sampai menyempurnakan alat yang sudah ada, agar mendapatkan hasil yang efektif dan efisien. Untuk pembangkit listrik sudah banyak yang kita ketahui, seperti: PLTA, PLTU, PLTD dan yang lainnya.

Listrik dirumah tangga adalah salah satu kebutuhan yang sangat pokok untuk penerangan rumah tangga, dan sekarang dinegara kita Indonesia telah terjadi kenaikan BBM sehingga bagi para pengguna listrik diharuskan untuk menggunakan seminimal mungkin.

Karena itu para pakar Ilmu pengetahuan dan teknologi berpikir dalam penggunaan listrik. Dalam pelaksanaan konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga sangatlah tepat untuk membantu rumah masyarakat,dalam segi ekonomis tidak perlu pengeluaran tagihan listrik tiap bulannya.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara kerja kincir angin pembangkit listrik rumah tangga
2. Bahan apa yang digunakan dalam merancang konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga.
3. Bagaimana perencanaan dan perhitungan konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga

1.3. Batasan Masalah

Karena keterbatasan waktu, kemampuan dan kompleksinya masalah dalam pembuatan laporan tugas akhir ini maka penulis membatasi permasalahan pada perencanaan / konstruksi kincir angin yang meliputi :

- a. Pemilihan bahan rangka konstruksi
- b. Perencanaan kekuatan sambungan las
- c. Perhitungan kekuatan rangka konstruksi

1.4. Tujuan Penulisan

- a. Tujuan umum

Tujuan umum yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah untuk memudahkan masyarakat dalam penggunaan listrik rumah tangga

- b. Tujuan khusus

Tujuan yang ingin dicapai penulis adalah untuk merencanakan sebuah kincir angin pembangkit listrik rumah tangga dengan konstruksi kerangka, sambungan las, dan konstruksi pendukung lainnya, dengan menggunakan ukuran – ukuran yang memenuhi syarat dan factor keamanan

1.5. Metode penulisan

Dalam perencanaan konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga ini, banyak sekali data – data dan informasi yang penulis dapatkan. Beberapa metode yang digunakan dalam menulis laporan ini adalah :

1. Metode kepustakaan dengan cara mempelajari buku – buku referensi atau literature yang dapat dijadikan acuan dalam penulisan laporan.

2. Metode Observasi

Metode ini dapat dilakukan pada tempat – tempat yang ada objeknya yang berhubungan dengan penulisan laporan ini.

3. Metode bimbingan

Metode ini dilakukan dengan cara bimbingan dari dosen pembimbing, guna mengevaluasi dan memberi saran dalam pembahasan pada setiap permasalahan dalam penulisan laporan .

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini akan dibagi dalam beberapa bab, antara lain:

BAB I. PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan batasan masalah

BAB II. LANDASAN TEORI

Berisi tentang dasar teori yang dijadikan acuan bagi penulis dalam perencanaan konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga

BAB III. PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

Berisi tentang perencanaan dan perhitungan mengenai konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga

BAB IV. REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN

Berisi hasil rekapitulasi perhitungan mengenai konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga.

BAB V. PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran dari masalah yang timbul selama pembuatan kincir angin pembangkit listrik rumah tangga.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkembangan kincir angin

Kincir angin pertama kali digunakan pada abad ke IX sesudah masehi dinegara arab. Kincir angin tersebut dioperasikan diperbatasan Persia dan Afganistan. Kincir angin tersebut merupakan jenis poros vertikal (vertical axis machines) dan disebut sebagai kincir angin Persia. Kincir angin yang serupa dikenal di China pada abad ke XIII M, yang berfungsi untuk mengisi tambak – tambak garam yang kemudian berturut – turut di daerah crimea, kemudian Eropa dan Amerika mengenal kincir angin.

Waktu itu kincir angin type poros horizontal berkembang dengan pesat. Kincir angin type horizontal yang berkembang di Amerika dan Eropa, digunakan untuk menggiling biji- bijian, pengairan, pengerajinan dan kegunaan lainnya. Sedangkan di Belanda digunakan untuk memompa air keluar dari ladang – ladang mereka dan dialirkan kesuatu kanal atau sungai, kemudian dibuang lagi kelaut.

Salah satu keuntungan kincir angin adalah proses pembuatannya mudah dan ekonomis, dalam artian tidak memerlukan biaya yang besar untuk membuat kincir angin. Sedangkan pengertian angin itu sendiri adalah udara yang bergerak yang terjadi karena adanya perbedaan temperatur udara pada suatu tempat dengan tempat lain. Angin merupakan bentuk tidak langsung dari energi matahari dimana disebabkan oleh adanya pemanasan yang tidak rata pada permukaan kulit bumi oleh sinar matahari. Sehingga pada setiap tempat dipermukaan bumi suhu udaranya tidak sama, dan inilah yang dimaksud perbedaan temperatur udara disatu tempat dengan tempat lain.

2.1.1. Angin

Angin merupakan sumber energi yang tidak akan habis dan angin mempunyai keunggulan bebas polusi. Hanya saja kekuatan angin tidak bisa konstan, sehingga jika digunakan sebagai sumber energi pembangkit tenaga listrik perlu adanya alat penunjang. Yang dimaksud dengan kekuatan angin adalah aliran angin dalam selang waktu tertentu yang diubah menjadi energi / daya yang berguna.

Angin memang dimanfaatkan oleh manusia sebagai sesuatu yang berguna, tetapi angin juga dapat membahayakan manusia. Demikian juga didalam suatu perencanaan konstruksi kincir angin, ada beberapa hal yang harus diperhatikan berkaitan dengan kerugian yang ditimbulkan oleh angin antara lain :

1. Turbukensi Angin

Yaitu kerugian yang ditimbulkan oleh perubahan arah maupun besarnya perubahan kecepatan angin secara tiba – tiba. Peubahan ini disebabkan oleh permukaan bumi yang tidak merata. Hal ini dapat membahayakan kincir angin karena menimbulkan getaran daya yang dihasilkan akan menjadi turun, sehingga dalam perencanaanya harus dipertimbangkan secara matang terhadap konstruksi kincir angin.

2. Gesekan Angin

Kerugian yang disebabkan oleh adanya pembalikan arah angin yang melalui celah sempit. Hal ini akan mengakibatkan kerusakan sudu kincir angin akibat perubahan siklus gaya pada sudu.

3. Angin Ribut dan Hujan Lebat

Angin ribut adalah angin yang mempunyai kecepatan yang sangat besar dan disertai dengan hujan dan kilatan petir. Hal ini akan membahayakan jika kincir angin tidak didesain untuk menahan angin tersebut.

4. Tiupan Debu dan Kotoran

Angin yang bertiup tentu saja membawa berbagai materi yang menyertainya seperti debu dan kotoran. Tetapi disamping debu dan kotoran ternyata angin juga membawa berbagai bahan yang bersifat korosif seperti debu – debu garam yang akan membuat kincir angin dan peralatannya menjadi korosi. Apalagi di daerah pesisir pantai karena angin yang bertiup membawa unsur – unsur kelembaban yang mengandung garam, untuk itu kincir angin harus didesain untuk mengantisipasi hal tersebut.

2.1.2. Kecepatan angin

Angin merupakan energi yang diperbaharui (renewable) dan tidak akan habis dan mempunyai keunggulan bebas polusi. Hanya kekuatan angin tidak konstan, sehingga bila digunakan sebagai energi pembangkit tenaga listrik perlu ada alat yang dapat mengatasi hal ini.

Yang dimaksud dengan kekuatan angin adalah kecepatan aliran angin dalam batas waktu yang diubah menjadi energi atau daya yang dapat dimanfaatkan.

2.1.3. Faktor – faktor yang mempengaruhi kekuatan angin

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan angin :

a. Kecepatan aliran angin.

Semakin besar kecepatan aliran angin maka semakin besar pula aliran angina yang dihasilkan.

b. Luas area yang kena aliran angin.

Semakin luas area yang terkena aliran angin maka semakin besar pula angin yang dihasilkan.

c. Lamanya angin bertiup.

Adalah lamanya angin bertiup, jika angin bertiup secara konstan, maka daya yang dihasilkan juga konstan.

d. Densitas udara.

Satu – satunya besaran angin yang berubah – ubah dan mempunyai arti penting untuk diketahui dari angin adalah kecepatan arus angin.

Untuk mendapatkan nilai rata – rata angin biasanya didasarkan atas dua hal yaitu :

1. Rata – rata kecepatan angin tahunan
2. Kecepatan angin pada beda ketinggian.

2.1.4. Prinsip – prinsip Tenaga Angin.

- Daya total angin

Angin adalah udara yang bergerak atau mengalir sehingga memiliki kecepatan, tenaga dan arah. Secara ideal kecepatan angin yang menggerakkan kincir angin ada tiga macam yaitu:

- Kecepatan angin masuk kincir (V_i)
- Kecepatan angin saat mengenai blade (V_a)
- Kecepatan angin saat keluar blade (V_e)

Angin mempunyai tenaga / daya Yng besarnya sama dengan energi kinetik dari aliran angin tersebut yaitu :

$$P_{\text{total}} = m \times KE_i = m \cdot \frac{V_i^2}{2 \times gc} \quad (\text{Sumber: MMEL. wakil pwr plant Teknologi Mc Graw}$$

1998 hal 953)

Dimana :

$$P_{\text{total}} = \text{Daya total angin (kg }^2 \text{ /m }^2 \text{)}$$

$$m = \text{Laju aliran massa angin (kg/s)}$$

$$V_i = \text{Kecepatan angina masuk (m/s)}$$

$$gc = \text{Konstanta fisik (1kg.m / N .s}^2 \text{)}$$

Besarnya laju aliran massa diberikan oleh persamaan kontinuitas

$$m = \rho \cdot A \cdot V_i$$

Dimana:

$$\rho = \text{Densitas udara masuk (kg/m}^3 \text{)}$$

$$A = \text{Luas sudu (m}^2 \text{) ; Panjang x lebar x } \Sigma \text{ blade}$$

$$\text{Jadi } \Rightarrow P_{\text{total}} = \frac{\rho \cdot A \cdot V_i^3}{2 \cdot gc} \text{ (kg}^2 \text{ / s}^2 \text{)}$$

(Sumber: MMEL. wakil pwr plant Teknologi Mc Graw 1998 hal 953)

Daya total angin yang mengenai kincir angin adalah berbanding lurus terhadap densitas udara (ρ) luas sapuan sudu (A) dan kecepatan aliran angin masuk (V_i).

2.2. Pembebanan

Dibawah ini dijelaskan cara menghitung pembebanan yaitu :

2.2.1. Jenis – jenis pembebanan

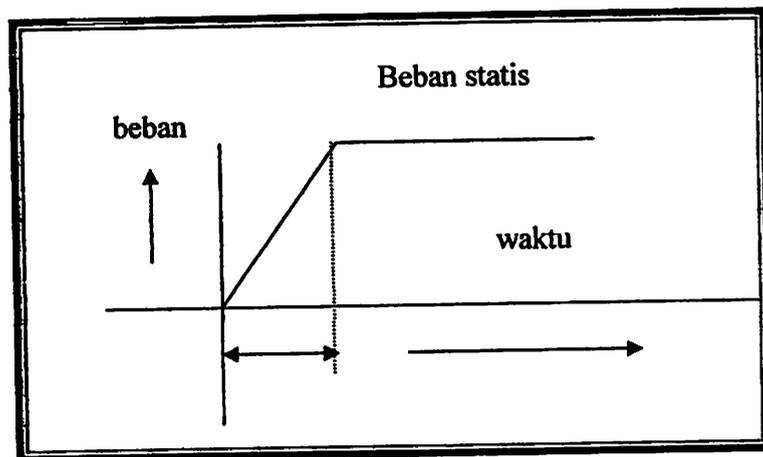
Ditinjau dari kondisi pemakaian, maka pembebanan dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu :

2.2.1.1 Pembebanan statis

Didalam ilmu teknik mesin, sifat- sifat fisik dari suatu material terhadap pembebanan, biasanya didapat dari pembebanan statis, misalnya pada percobaan tarik.

Dari percobaan tarik ini, kita dapat mengetahui tegangan patah dan tegangan mulur dari suatu bahan, yang mana kekuatan dari suatu bahan akan dihubungkan dengan keadaan dari percobaan tarik ini.

Dan inilah teorits, sehingga keadaan yang sebenarnya dari percobaan pembebanan adalah tidak langsung mengalami beban statis, tetapi dimukai dari nol, kemudian menerima dari statis (beban tidak berubah lagi) seperti yang digambarkan pada grafik 2.1. dibawah ini



Gambar 2.1. Grafik pembebanan pada percobaan tarik

(Sumber: G. Niemann & Bambang Priambondo, Elemen Mesin, hal 165)

Namun demikian didalam kondisi yang sebenarnya, hal ini hanya akan diperoleh pada percobaan – percobaan yang teliti atau dengan laboratorium, karena untuk keadaan yang umum dijumpai pada konstruksi – konstruksi, pengaruh – pengaruh dari luar selalu mempengaruhi pembebanan statis. Hanya bila pengaruh gaya kuat ini sangat kecil

dibandingkan dengan pembebanan statis direncanakan serta tidak membahayakan, maka dalam anggapan hanya beban inilah yang bekerja sehingga dinamakan pembebanan statis. Jadi pembebanan statis adalah Pembebanan baik sifat maupun besarnya tidak mengalami perubahan .

2.2.1.2. Pembebanan dinamis

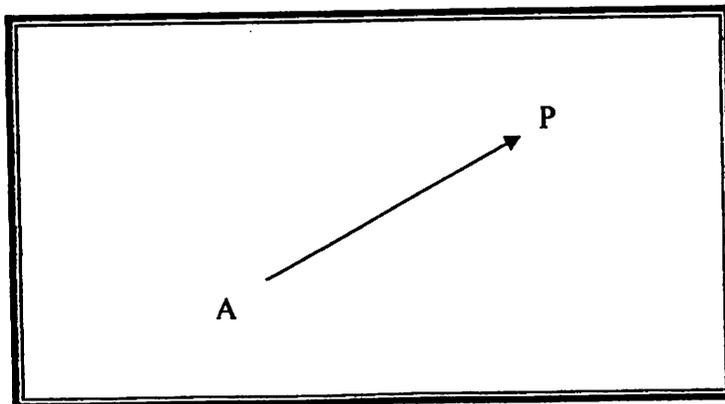
Pembebanan dinamis adalah akibat pembebanan yang berubah – ubah dalam suatu interval tertentu. Pembebanan ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

a. Pembebanan Berulang

Adalah pembebanan yang sifatnya bias berubah – ubah tetapi sifatnya tetap, misalnya beban tarik saja atau tekan saja. Contoh pembebanan pada jembatan, tower dan chassis kendaraan.

2.2.2. Gaya

Gaya dapat diartikan sebagai mutan yang bekerja pada suatu konstruksi. Suatu gaya memiliki sifat mempunyai besaran, arah dan titik tangkap. Seperti yang terlihat pada gambar 2.2.dibawah ini, gaya P mempunyai besaran, arah dan titik tangkap yaitu A.



Gambar : 2.2 Arah dan titik tangkap pada gaya

Gaya dapat dibagi menurut macamnya yaitu :

1. Gaya Terpusat (point load)

contoh gaya tekan pada lantai akibat berat orang yang berdiri pada lantai.

2. Gaya Terbagi (Distribution load)

Gaya ini dapat dibedakan lagi menjadi tiga bagian yaitu :

- Gaya terbagi merata adalah gaya yang terbagi secara merata pada permukaan suatu benda. Contoh : gaya tekan angin
- Gaya teratur yaitu gaya yang terbagi secara teratur pada suatu bidang. Contoh gaya tekan air pada bendungan
- Gaya tidak teratur yaitu gaya yang terbagi secara teracak baik besar maupun arahnya. Contoh : gaya dorong melawan angin

3. Momen

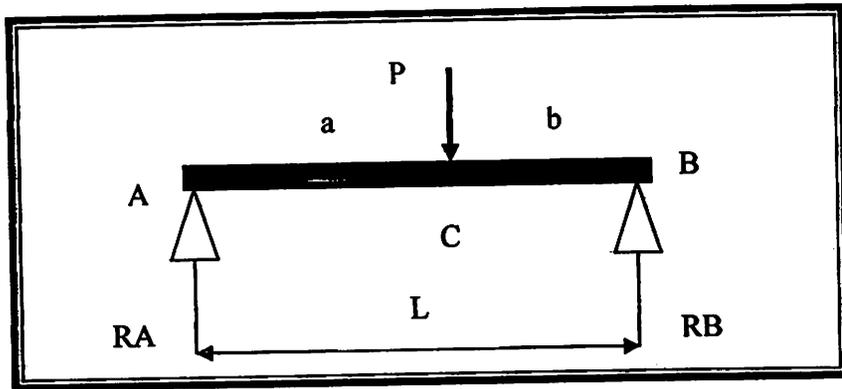
Momen ada dua yaitu:

- Momen lentur
- Momen punter

2.2.3. Gelagar Dengan Pembebanan Terpusat

Reaksi tumpuan yang terjadi pada konstruksi dapat disebabkan karena adanya pembebanan dari berat komponen yang ada pada suatu alat. Adapun berat komponen tersebut ditumpu oleh rangka yang mana rangka ini harus mampu menahan gaya – gaya yang diakibatkan oleh pembebanan tersebut. Pada suatu konstruksi, harus terdapat suatu kedudukan sebagai tempat tumpuan sebagai akibat dari hukum aksi reaksi gaya, yang mana garis kerja dari tumpuan tersebut harus berhimpit dengan gaya yang bekerja pada pangkal

atau ujung konstruksi sedangkan besarnya gaya sama tetapi memiliki arah yang berlawanan. seperti pada gambar 2.3. berikut ini.



Gambar 2.3. Pembebanan terpusat pada gelagar

(Sumber: Gere & Timoshenko, *Mekanika Bahan* hal 250)

Gelagar AB yang memiliki beban terpusat di P dengan panjang L terletak eksentrik pada gelagar AB, (Gambar 2.3) Dimana beban P bekerja pada jarak a dari tumpuan kiri dan jarak b dari tumpuan kanan. jadi $a > b$.

2.2.3.1. Reaksi pada tumpuan (RA dan RB)

Mencari RB ;

$$\sum MA = 0$$

$$-RB \cdot L + P \cdot a = 0$$

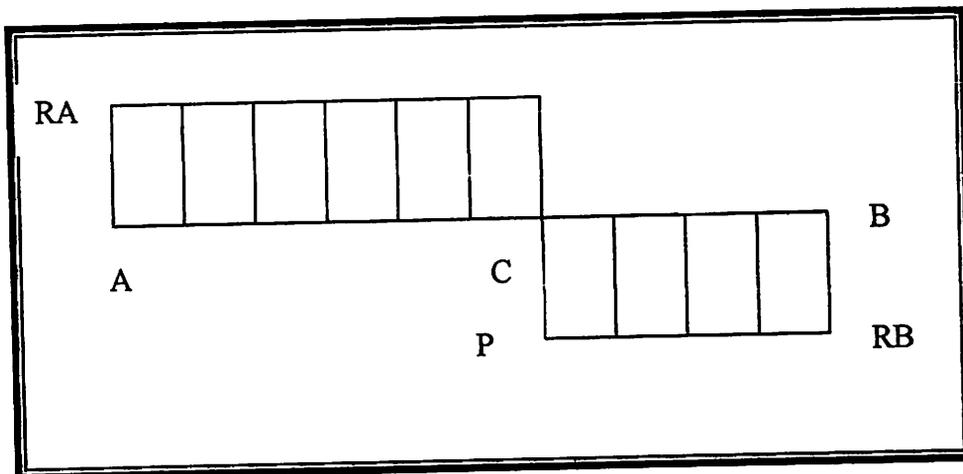
$$RB = \frac{P \cdot a}{L}$$

$$\sum V = 0$$

$$RA + RB = P$$

$$RA = P - RB$$

$$= P - \frac{P \cdot a}{L} \dots (\text{Sumber: Gere \& Timoshenko, Mekanika Bahan, hal 250})$$



Gambar 2.4. Bidang gaya lintang A dan B

(Sumber: Gere & Timoshenko Mekanika Bahan hal 250)

Pada AC, gaya lintang besarnya konstan terletak sebelah kiri atas potongan, sehingga gaya lintang adalah negatif (+)

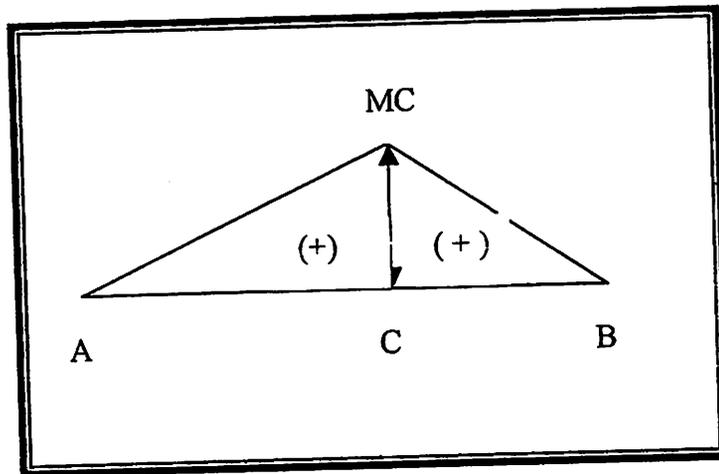
$$RA = P - \frac{P \cdot a}{L} \quad (\text{Sumber: Mekanika Bahan, Gere \& Timoshenko hal 250})$$

Pada BC, gaya lintang besarnya konstan terletak sebelah kanan potongan turun kebawah, sehingga gaya lintang adalah negatif (-) seperti pada gambar 2.4.diatas. sehingga bidang gaya lintangnya dapat digambar (BLG).

Jadi bidang gaya lintang bias digambar

2.2.3.2. Bidang Momen

Momen adalah (+) positif karena akibat beban yang bekerja lendutan gelagar AB menghadap keatas. Jika $\sum MC = RB \cdot b$, atau $\sum MC = RA \cdot a$, seperti pada gambar 2.5.brikut ini.



Gambar 2.5. Bidang momen dititik A dan B

(Sumber: Gere & Timoshenko Mekanika Bahan hal 250)

2.2.4. Tegangan

Tegangan didefinisikan sebagai gaya tiap satuan luas. Tegangan dianggap terbagi merata pada luas penampang melintang bagian konstruksi. Pengandaian bahwa tegangan adalah terbagi merata sering dilakukan dalam perencanaan. Hasilnya sering disebut tegangan tarik murni (pure tension), tegangan tekan murni (pure compression) tegangan geser murni (pure shear), tegangan pada cara kerja beban atas benda yang sedang diamati.

Dalam hal ini suatu beban tarik F bekerja melalui pena kedua ujung batang tersebut. Pengandaian tentang beban merata berarti bahwa bila batang tersebut kita potong pada suatu penampang yang jaraknya cukup jauh dari kedua pena tersebut, dan melepas salah satu bagian maka pengaruh bagian ini dapat digantikan oleh gaya yang terbagi merata pada penampang ujung lain sebesar σA . karena itu tegangan σ dikatakan terbagi merata. Sehingga tegangan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} (\text{kg} / \text{mm}^2) \quad (\text{Gere \& Timoshenko, Mekanika Bahan hal 6})$$

Dimana :

σ = tegangan (kg/ mm²)

F = gaya (kg)

A = L uas penampang (mm²)

Macam – macam tegangan yang terjadi pada suatu konstruksi antara lain:

2.2.4.1. Tegangan normal

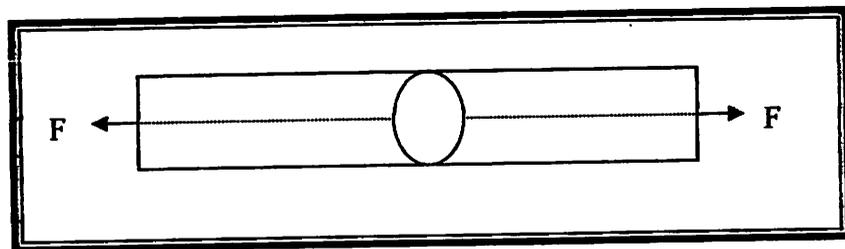
yaitu tegangan dimana arah tegangannya tegak lurus terhadap penampang bidang.

Tegangan normal ini dapat dibedakan lagi menjadi :

- Tegangan tarik

Tegangan yang mengenai dan menarik ujung batang yang mana arahnya berlawanan, sehingga menyebabkan pertambahan panjang dari batang tersebut.(

Gambar 2.6)



Gambar : 2.6.Penampang batang tegangan tarik

(Sumber: Gere & Timoshenko, Mekanika Bahan hal 172)

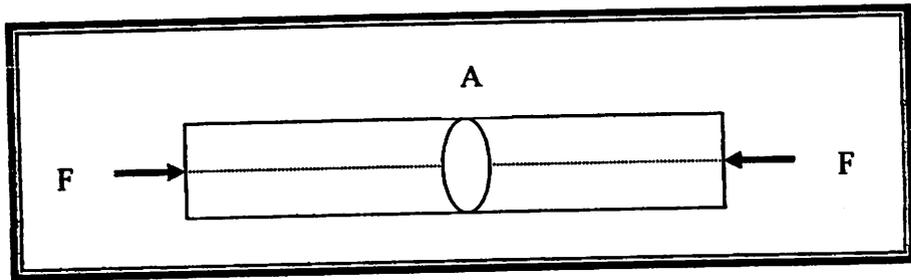
Persamaan tegangan tarik :

$$\sigma_T = \frac{F}{A} (\text{kg} / \text{mm}^2) \quad (\text{Sumber: Mekanika Bahan, Gere \& Timoshenko hal 193})$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 (\text{mm}^2)$$

- Tegangan tekan

Tegangan yang dikenai pada ujung – ujung batang dan saling menekan, sehingga mengakibatkan adanya perubahan panjang, seperti yang terjadi pada gambar 2.7. berikut ini.



Gambar. 2.7. Penampang batang tegangan tekan

(Sumber: Gere & Timoshenko, *Mekanika Bahan* hal 172)

Persamaan tegangan tekan : $\sigma_p = \frac{F}{A} \text{ (kg / mm}^2\text{)}$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad (\text{Mekanika Bahan, Gere \& Timoshenko hal 193})$$

- Regangan (strain)

Regangan dapat didefinisikan sebagai jumlah pertambahan panjang atau pemuaiian. Regangan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \dots\dots\dots (\text{Gere \& Timoshenko, Mekanika Bahan hal 6})$$

Dimana :

$$\varepsilon = \text{Regangan (mm}^2\text{)}$$

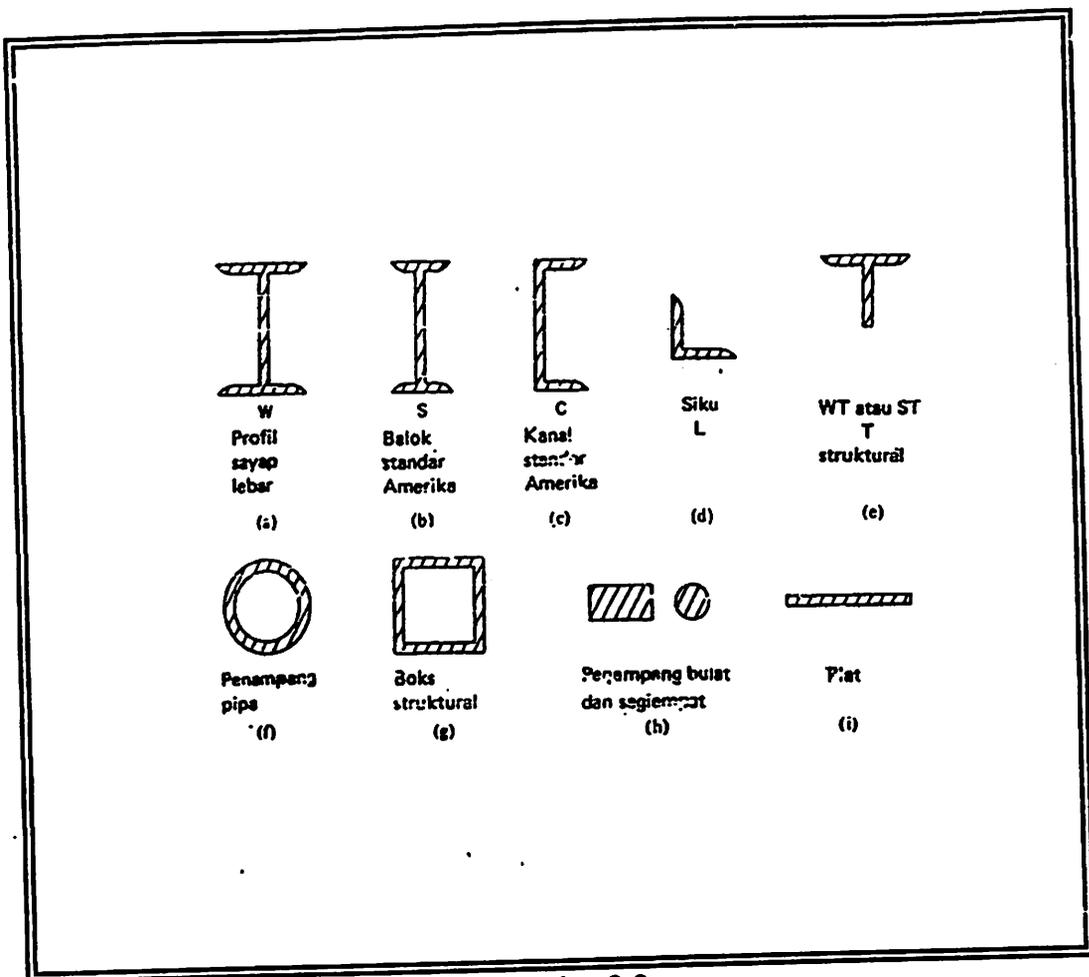
$$\delta = \text{Pertambahan panjang (mm}^2\text{)}$$

$$L = \text{Panjang mula (mm)}$$

2.3. Bahan kerangka

Secara garis besar hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan kerangka adalah kekuatan bahan kerangka, jenis profil yang digunakan, karakteristik bahan kerangka dan mengetahui sifat – sifat dari bahan kerangka tersebut. Pemilihan bahan kerangka didasarkan atas penggunaannya misalnya untuk batang angkat diusahakan bahan yang kuat seperti baja ST 37 Sehingga konstruksinya dapat diperingan. Pada dasarnya baja kuat tidak begitu menguntungkan untuk konstruksi, hal ini disebabkan kekuatan fatiknya sama tinggi dengan baja lunak. Tetapi untuk bagian – bagian dengan siklus pembebanan yang rendah lebih baik menggunakan baja kuat dengan tujuan untuk mengurangi berat konstruksi.

Rangka, harus diperiksa baik dalam ukuran maupun pengelasannya. Sebelum dikirim ketempat pemesan, bagian konstruksi yang telah dibuat harus dilapisi dulu dengan pelindung, kecuali bagian – bagian yang nantinya tertutup, dan mengecek sambungan – sambungan las dan baut – baut pengikatnya. Baja yang digunakan untuk konstruksi bear dan konstruksi ringan dapat dipilih dari jenis – jenis profil baja yang dipakai untuk kontruksi tersebut. Untuk lebih jelas mengetahui jenis – jenis profil baja dapat dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8
Jenis – jenis profil baja

Sumber : Harsono Wiryosumarto, *Teknologi pengelasan logam*, tahun 1991, hal 169

- a. Tampang I mempunyai banyak variasi perbandingan ukuran tinggi, tebal badan, dan tebal sayap. Disamping itu ada tampang profil dengan bentuk serupa dengan I, tetapi sayapnya lebar, sehingga disebut profil sayap lebar. Pada permukaan sayap lebar maka permukaan sayap bagian dalam relatif sejajar dengan sayap bagian luar, sedangkan pada profil I kedua permukaan itu tidak sejajar. Ukuran dalam dari satu seri profil sayap lebar mempunyai tiga perbandingan antara lebar sayap dan tinggi profil (B/H), yaitu $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ dan, profil tidak memiliki angka perbandingan B/H sebesar 1. Tampang I sayap lebar mempunyai kelebihan :

- keunggulan tersebut menjadikan tampang I sayap lebar banyak dipakai sebagai kolom dan balok konstruksi.
- b. Tampang siku – siku tersedia dalam bentuk sama kaki pada umumnya kedua kaki sama tebal. Bentuk ini dipakai karena dapat dikombinasikan menjadi aneka bentuk. Pemakain tampang siku- siku antara lain menara transmisi, rangka kuda – kuda, konstruksi ringan, rangka pitu dan sebagainya.
 - c. Tampang kenal biasanya mempunyai sayap dengan permukaan luar dalam tidak sejajar. Tampang kenal dapat digabung membentuk tampang I atau tampang kotak. Tampang ini banyak dipakai sebagai konstruksi jembatan, kapal, mesin.
 - d. Jeruji diproduksi dengan tampang bujur sangkar, segi enam, bulat dan bulat deform. Jeruji ini banyak dipakai pada tulangan beton.
 - e. Sheet piles dibuat untuk keperluan menahan tanah. Beberapa bentuk yang digunakan untuk daerah pantai dan sungai dengan korosi sangat besar, tersedia produk dengan lapis polyethylene atau urethane elastomer yang mencegah korosi.
 - f. Pipa tampang lingkaran merupakan bentuk yang mempunyai momen inersia sama dengan berbagai arah, sehingga ideal untuk dipakai sebagai tiang atau tiang pancang dengan momen tidak menentu. Sayangnya bentuk ini sulit untuk disambung dengan batang – batang sruktur lainnya dalam arah saling tegak lurus. seperti halnya dengan shet pile, untuk daerahpantai dan sungai, tersedia pipa dengan lapis pelindung pada korosi.
 - g. Rel diproduksi untuk berbagai keperluan, seperti crane, track kereta api, dan elevator untuk rel kereta api, produk ini diberi perlakuan panas untuk memperoleh

ketahanan terhadap abrasi, kekenyalan, ketahanan terhadap korosi, dan ketahanan terhadap fatig.

Dari gambar diatas dapat diketahui jenis –jenis baja yang dapat dipakai untuk konstruksi ringan dan konstruksi berat. Dalam perencanaan konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga menggunakan baja profil siku (L) ST 37 ukuran 35x35x4 dengan kekuatan tarik 49 kg/mm² karena baja profil L ini cocok untuk konstruksi yang ringan selain itu baja jenis ini mudah dijumpai dipasaran. Dengan pertimbangan pemilihan bahan untuk kerangka konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga antara lain :

- Memiliki kekerasan yang baik

Artinyabaja siku prifil L ST 37 memiliki kekuatan tarik antara 37-49 kg/mm²

- Memiliki sifat mudah dalam pengelasan.

Adalah baja dengan ST 37 memiliki sifat luluh yang baik dan mudah menghantarkan panas.

- Sangat cocok untuk konstruksi ringan

Baja profil L sangat cocok untuk konstruksi yang ringan dan banyak dijumpai dipasaran selain juga untuk menekan biaya pembuatan.

2.4. Konstruksi

Didalam perencanaan suatu konstruksi yang perlu diperhatikan adalah factor keamanan dan kekuatan. Konstruksi kerangka akan menerima beban dan gaya – gaya yang bekerja. Selain itu perlu dipertimbangkan nilai ekonomis dalam menghitung konstruksi sehingga dapat menekan biaya sekecil mungkin. Untuk mengetahui kekuatan rangka yang digunakan, maka kita harus mengetahui sifat dan karakteristik dari bahan yang akan digunakan. Diantaranya sifat mekanik dan sifat termal dari bahan tersebut.

Dalam perencanaan konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga menggunakan bahan baja siku ST 37 dengan profil L, karena baja dengan profil L sangat cocok untuk konstruksi ringan. Baja profil L banyak dijumpai dipasaran dan harganya relatif murah. pembuatan kerangka maka perlu diperhatikan kekuatannya dalam hal ini memperhitungkan kekuatan sambungan las, pemilihan baut dan mur.

Kerangka kincir angin pembangkit listrik rumah tangga ini berbentuk kotak dengan memperhatikan kemudahan dalam penggunaannya. Bagian – bagian konstruksi setelah selesai dibuat sama tinggi dengan baja lunak. Tetapi untuk bagian – bagian dengan siklus pembebanan yang rendah lebih baik menggunakan baja kuat dengan tujuan untuk mengurangi berat konstruksi.

2.5. Pengelasan

Mengelas merupakan suatu penyambungan logam dengan pengaruh panas, baik dipanasi sampai lunak baru disambung dengan ditekan (las tekan) maupun dipanasi sampai mencair (las cair) yang bersifat permanen.

Berdasarkan definisi dari Dutche industri norman (DNI), Las adlah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam panduan yang dilaksanakan dalam keadaan mencair . dari definisi diatas dapat dijabarkan lebih bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Sambungan las memiliki keuntungan dan kerugian . adapun keuntungan dan kerugian tersebut antara lain:

- Keuntungan sambungan las antara lain

1. Dapat dilakukan pada jenis – jenis sambungan yang dengan cara lain tidak dapat dilakukan
2. Karena dilakukan penyambungan dalam keadaan cair maksimum terjadi ikatan metalurgi pada molekulnya, sehingga kekuatannya lebih tinggi
3. Dapat menekan biaya dan waktu karena mudah dilaksanakan

- Kerugian sambungan las antara lain

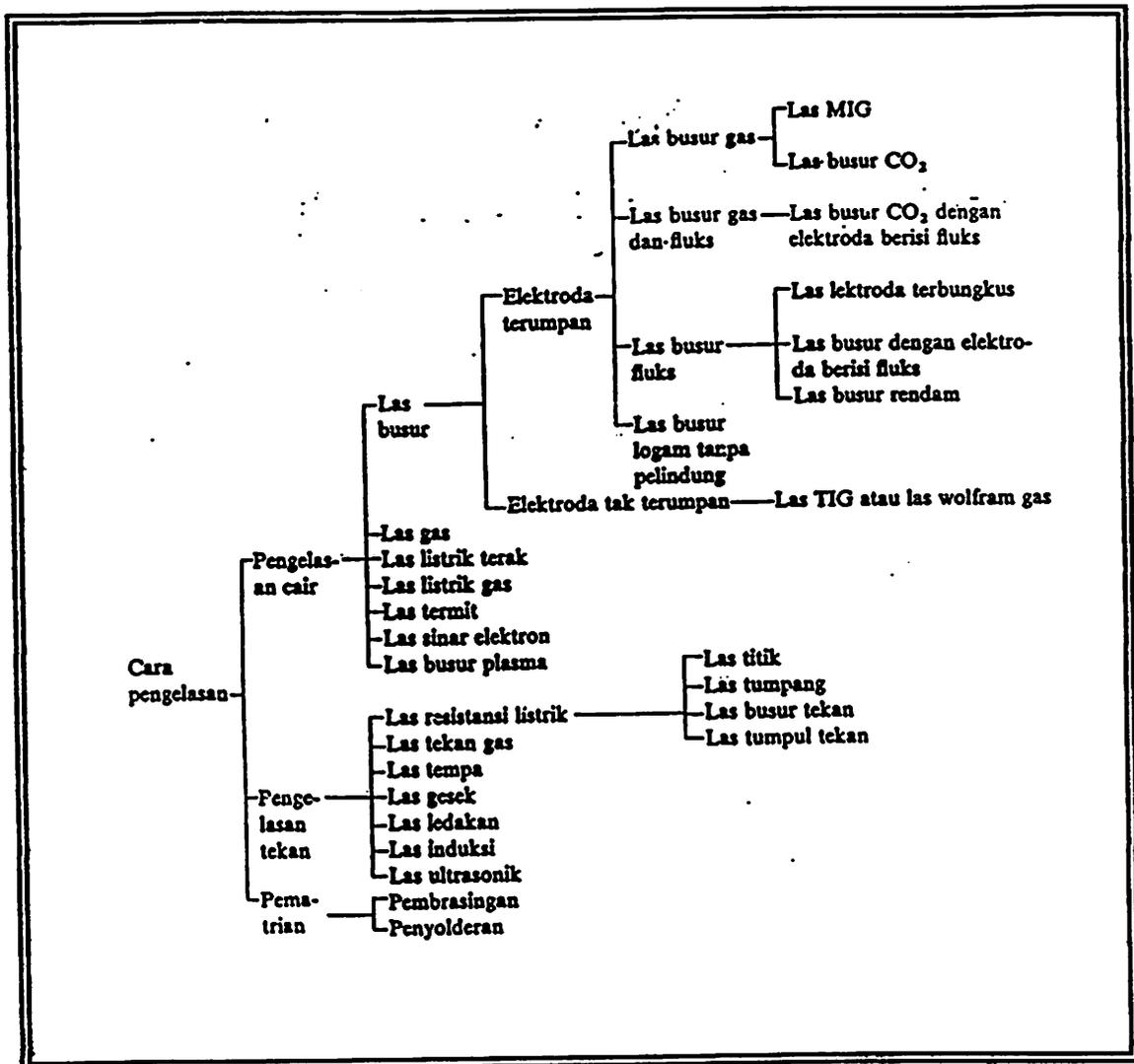
1. karena menggunakan daerah panas disekitar las yaitu daerah HAZ (Heat Efected Zone) menjadikan logam menjadi getas.
2. cacat yang terjadi dapat menimbulkan oksidasi yang akhirnya rawan terhadap korosi.

2.5.1.Klasifikasi pengelasan

Secara konfensional cara pengklarifikasian pengelasan ada dua golongan yaitu berdasarkan cara kerja dan berdasarkan energi yang digunakan.

2.5.2.Pengelasan berdasarkan cara kerja

Pengelasan dengan cara kerja sangat banyak menggunakan karena cara kerja ini sudah umum didalam penerapannya. Untuk lebih jelas lihat gambar pengklasifikasian pengelasan berdasarkan cara kerja dibawah ini.



Gambar 2.9 Klasifikasi pengelasan

Sumber : Harsono Wirjosumarto, Teknologi pengelasan logam, tahun 1991, hal 163

Diantara kedua cara tersebut klasifikasi yang paling sering digunakan adalah cara pengelasan berdasarkan cara kerjanya, karena itu dalam pengklasifikasian yang sering

diterangkan adalah pengelasan berdasarkan cara kerjanya, adapun bermacam – macam pengelasan berdasarkan cara kerjanya adalah :

1. Pengelasan cair

Penyambungan yang menggunakan panas sampai titik cair, logam yang akan disambung kemudian baru akan disambungkan. Dan merupakan jenis pengelasan yang sering digunakan dalam konstruksi las.

2. Pengelasan tekan

Penyambungan dilakukan dengan memanaskan logam yang akan disambung sampai lunak dan baru disambung dengan cara dipukul – pukul. Las tekan diutamakan untuk efisiensi kerja yang tinggi pada penyambungan dua jenis logam pada konstruksi dengan bentuk rumit.

3. Pematrian

Merupakan macam sambungan las yang menggunakan sifat metalurgi dimana logam akan dipadu dengan temperatur yang lebih rendah dari temperatur cairnya.

Logam patri biasanya mempunyai kekuatan lebih rendah dari kekuatan induknya

Logam dapat dibagi menjadi dua induknya :

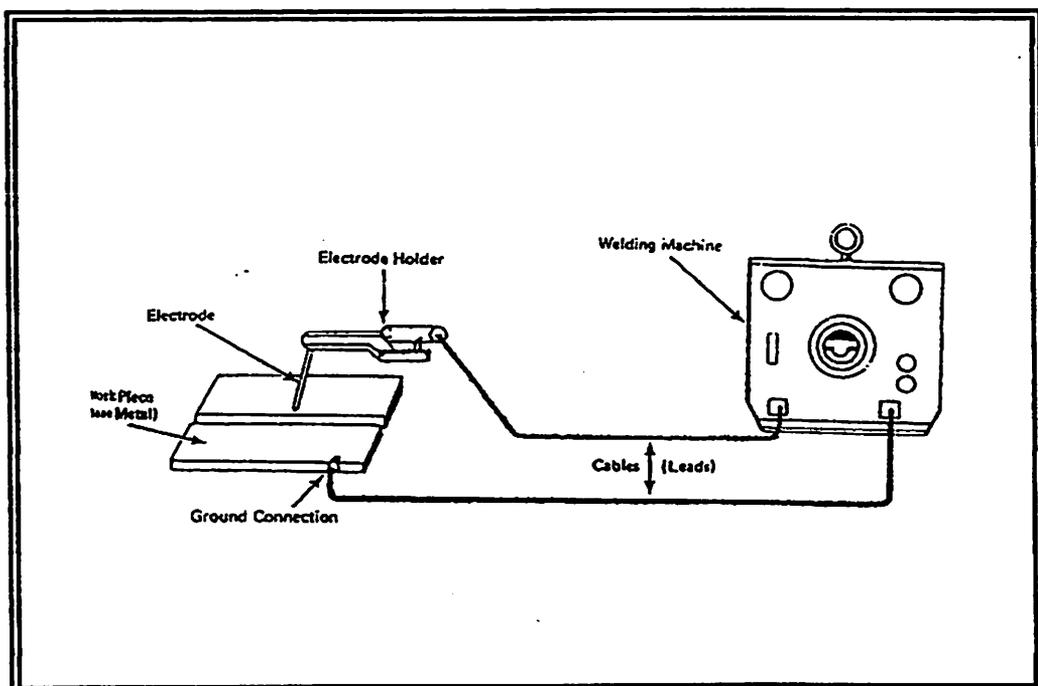
- a. Logam patri lunak titik cair $< 427^{\circ}\text{c}$
- b. Logam patri keras titik cair $> 427^{\circ}\text{c}$

Sambungan dasar dalam konstruksi baja- baja dasarnya dibagi dengan sambungan tumpul, sambungan T, Dan sambungan sudut. Sebagai pelengkap sambungan dasar dibawah ini terjadi sambungan silang, sambungan penguat dan sambungan sisi.

2.5.3 Las Listrik

Pengelasan yang digunakan dalam pembuatan konstruksi kerangka kincir angin pembangkit listrik rumah tangga adalah las listrik dengan elektrode terbungkus dengan fluks.

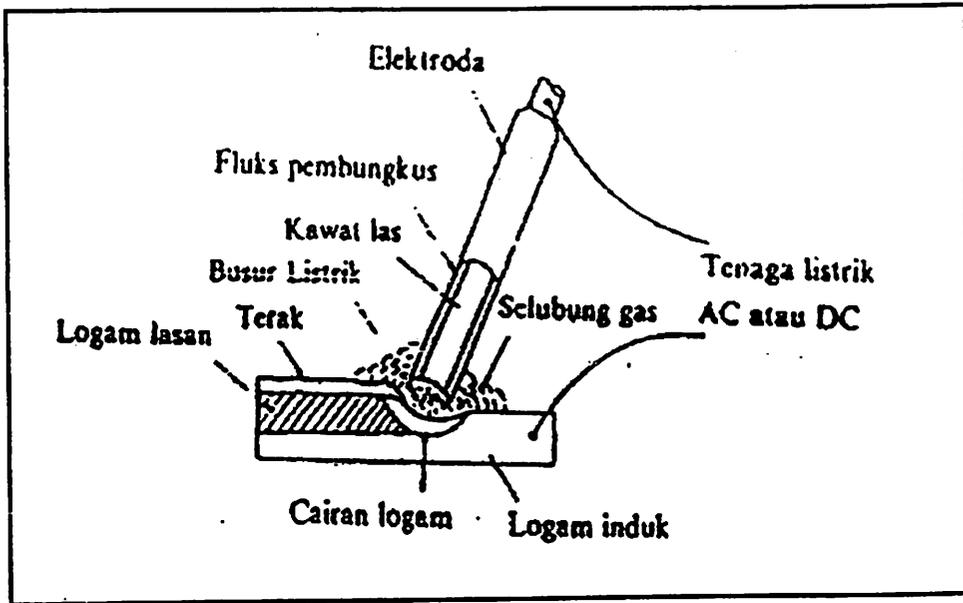
Busur listrik terbentuk logam induk dengan ujung elektroda, karena panas dari busur ini maka logam- logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku secara bersamaan.



Gambar 2.10

Mesin las listrik

(Sumber : Harsono Wirjosumarto, Teknologi pengelasan logam, tahun 1991, hal 162)

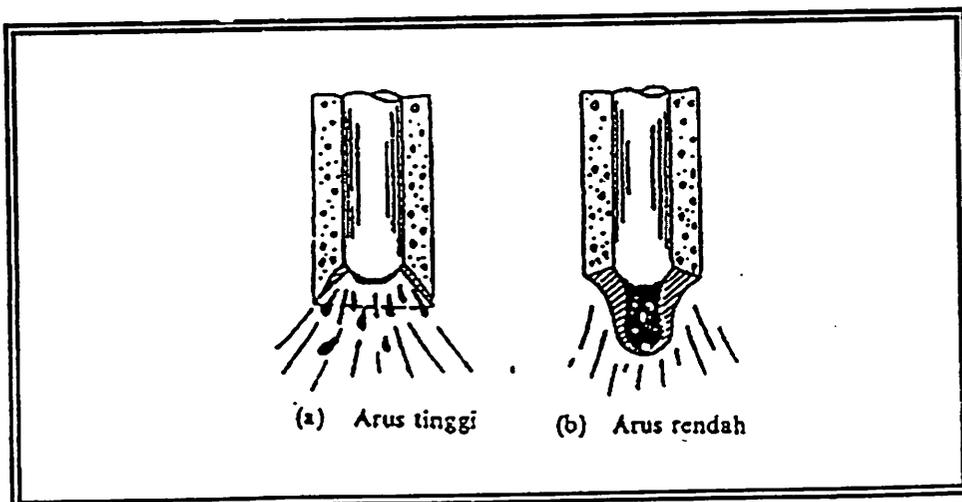


Gambar 2.11

Las elektroda terbungkus

(Sumber: Harsono Wirjosumarto, *Teknologi pengelasan logam*, tahun 1991, hal 9)

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butiran-butiran yang terbawah arus listrik. Dan apabila digunakan arus listrik yang tinggi maka butiran logam cair yang terbentuk halus dan apabila arus yang digunakan kecil maka butirannya menjadi besar.

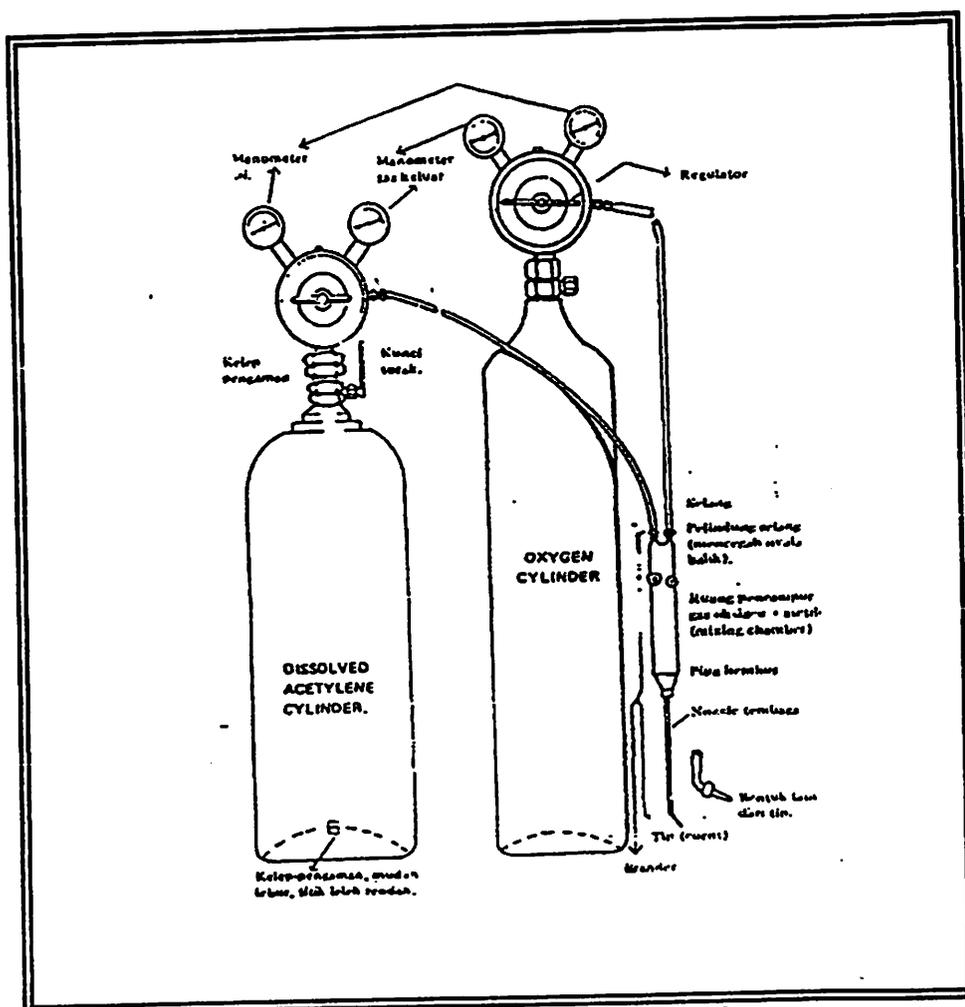


Gambar 2.12 Pemindahan logam cair

(Sumber: Harsono Wirjosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*, tahun 1991, hal 9)

2.5.4 Las Gas Asetelin

Las gas asetelin sesuatu senyawa yang tidak stabil bila berada pada tekanan diatas 15 psi, sangat explosive dengan penambahan acetane, senyawa ini lebih dan nyaman dipakai gas asetelin, jangan langsung dihubungkan dengan tembaga atau alloy yang mengandung lebih 7% tembaga karena dapat terbentuk tembaga yang explosif yaitu tembaga asetilida, karena itu pipa asetilen dibuat dari besi atau baja. Berapa macam gas mungkin dijual dalm bentuk cairan didalam tangki besar dan pipa besar misalnya oksigen, argon, propan dan metane.



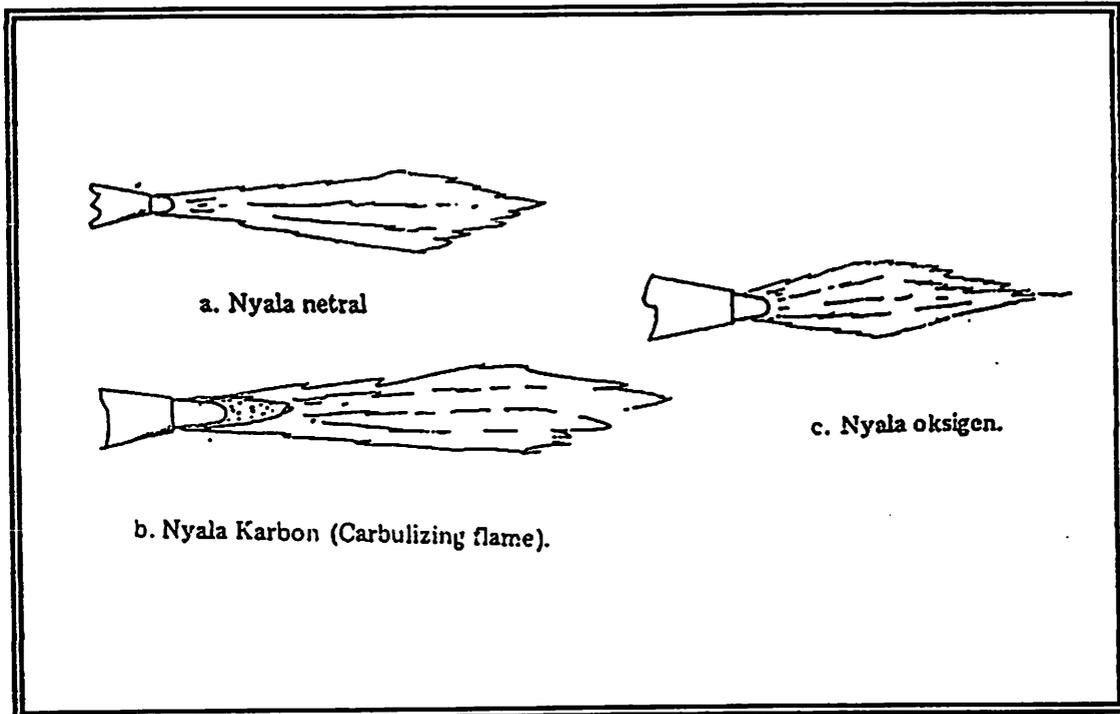
Gambar 2.13 Pesawat las oxy - asetilen

(Sumber : Tutu Subowo teknik mengelas hal.6)

Pada umumnya untuk mendapatkan gas asetilen dapat ditempu dengan dua jalan yaitu:

1. Membuat sendiri dengan mencampur calcium carbide dengan air dalam sebuah generator pembangkit asetilen, tekanan yang dihasilkan adalah tekanan rendah dan tekanan tetes langsung.
2. Saat ini sudah diperoleh dipasaran gas asetilen dalam tabung dengan tekanan menengah dan telah dilarutkan dalam acetane, lebih bersih dan kualitas las lebih merata dan lebih aman, dalam tabung gas ini berkisar kurang 15 kg/mm^2 .

Asetilen tersusun dari hydrogen dan karbon, sebagaimana halnya kebanyakan gas dan bahan bakar. Terutama karbon yang dapat memberikan panas dan nyala api bertemperatur tinggi sekitar (3200°c) jika dibakar dengan oksigen. Jika pemberian oksigen kurang mencukupi, maka karbon akan berubah menjadi jelaga yang hitam. Asetelin mempunyai perbandingan karbon yang tinggi dan jika yang disediakan terlalu sedikit untuk mengadakan nyala api dengan karbon yang berlebihan, maka karbon akan menempel pada baja dan membetuk permukaan yang berkadar karbon yang tinggi dapat digunakan untuk operasi – operasi yang memerlukan permukaan keras. Suatu nyala netral dari oksigen asetilen, perbandingan oksigen dan asetilen adalah seimbang karena setiap oksida besi akan direduksi menjadi besi dengan cara mengambil oksigennya. Macam-macam nyala api dapat dilihat pada gambar 2.14 dibawah ini.



Gambar 2.14 Macam – macam nyala api

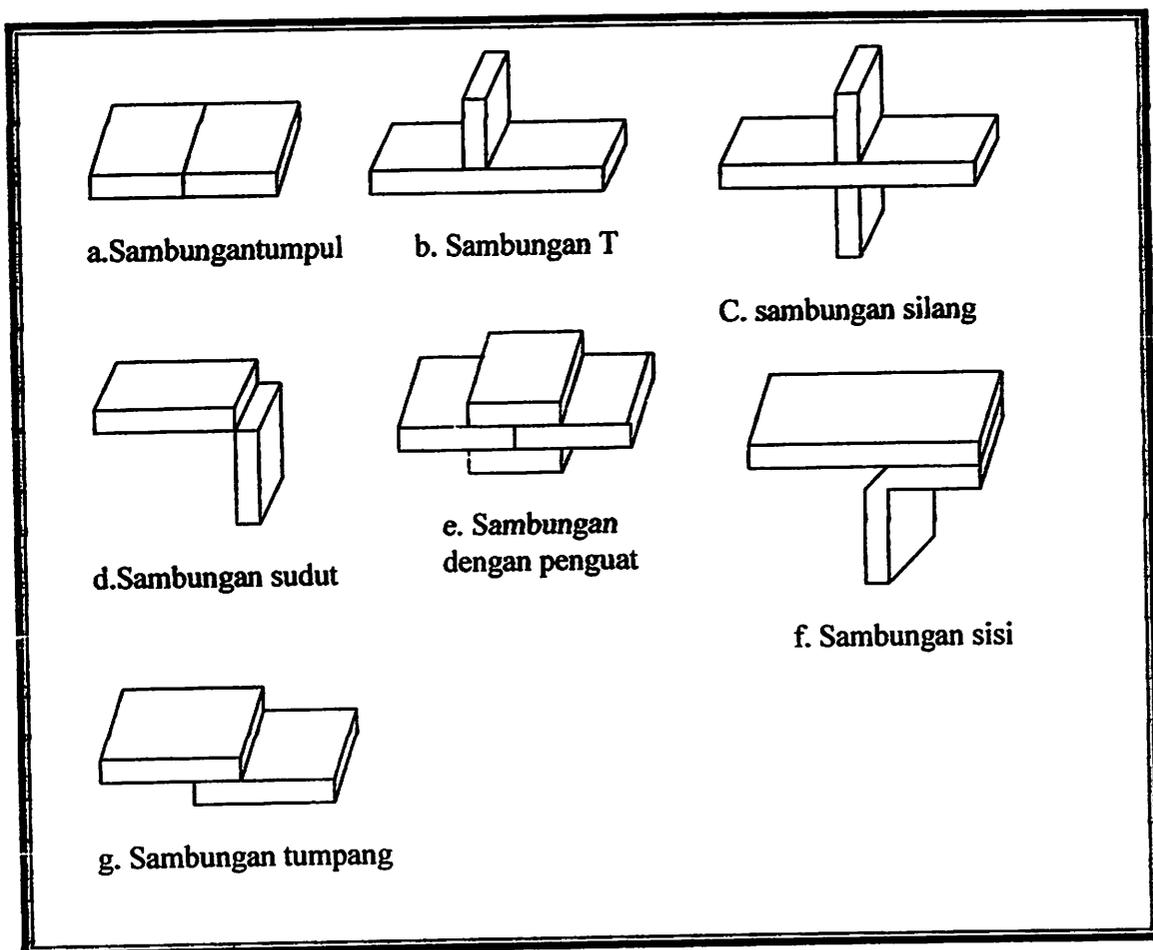
(Sumber : Tutu Subowo teknik mengelas hal.6)

- a. Nyala netral adalah ujung konus merupakan bagian yang terpanas, temperature mendekati 3200°C . nyala api digunakan untuk mengelas baja tuang, stainlesssteel, tembaga dan aluminium.
- b. Nyala karbon merupakan nyala api kelebihan asetilen sehingga dihasilkan zone karbon tinggi sekeliling konus, kedua nyala diatas netral dan karbon merupakan nyala reduksi. Nyala ini untuk pengerasan permukaan .
- c. Konus oksigen tinggi yang melampaui konus. Oksida yang terlalu kuat tidak dikehendaki, tetapi jika oksidasinya lemah maka nyala ini dapat digunakan untuk mengelas kuningan, perunggu dan lempengan galvanic.

2.5.5. Klasifikasi sambungan las berdasarkan jenis sambungan dan bentuk alur

2.5.5.1. Sambungan dasar

Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi menjadi sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut dan sambungan tumpang. Sebagai perkembangan sambungan dasar tersebut diatas sambungan silang, sambungan dengan penguat dan sambungan sisi.



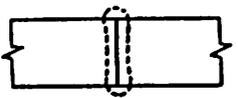
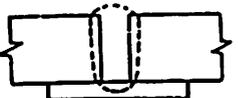
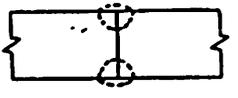
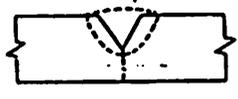
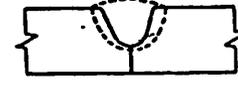
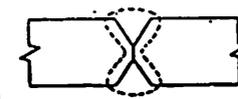
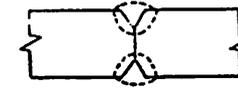
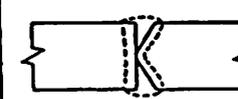
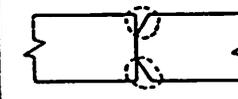
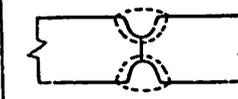
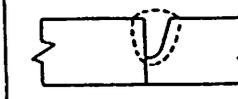
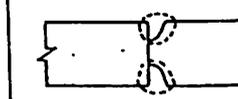
Gambar 2.15 Macam- macam sambungan dasar

(Sumber : Harsono Wiryosumarto, teknologi pengelasan logam, tahun 1991, hal 157)

2.5.5.2. Sambungan Tumpul

Sambungan tumpul adalah jenis sambungan yang paling efisien. Sambungan ini dibagi lagi menjadi dua bagian yaitu sambungan penetrasi penuh dan sambungan penetrasi sebagian. Sambungan penetrasi penuh dibagi menjadi sambungan tanpa pelat pembantu, yang masih dibagi lagi menjadi pelat pembantu yang turut menjadi bagian dari konstruksi dan pelat pembantu hanya sebagai penolong pada waktu pengelasan saja.

Bentuk alur dalam sambungan tumpul sangat mempengaruhi efisien pekerjaan, efisien sambungan dan jaminan sambungan. Sehingga pemilihan alur sangat penting.

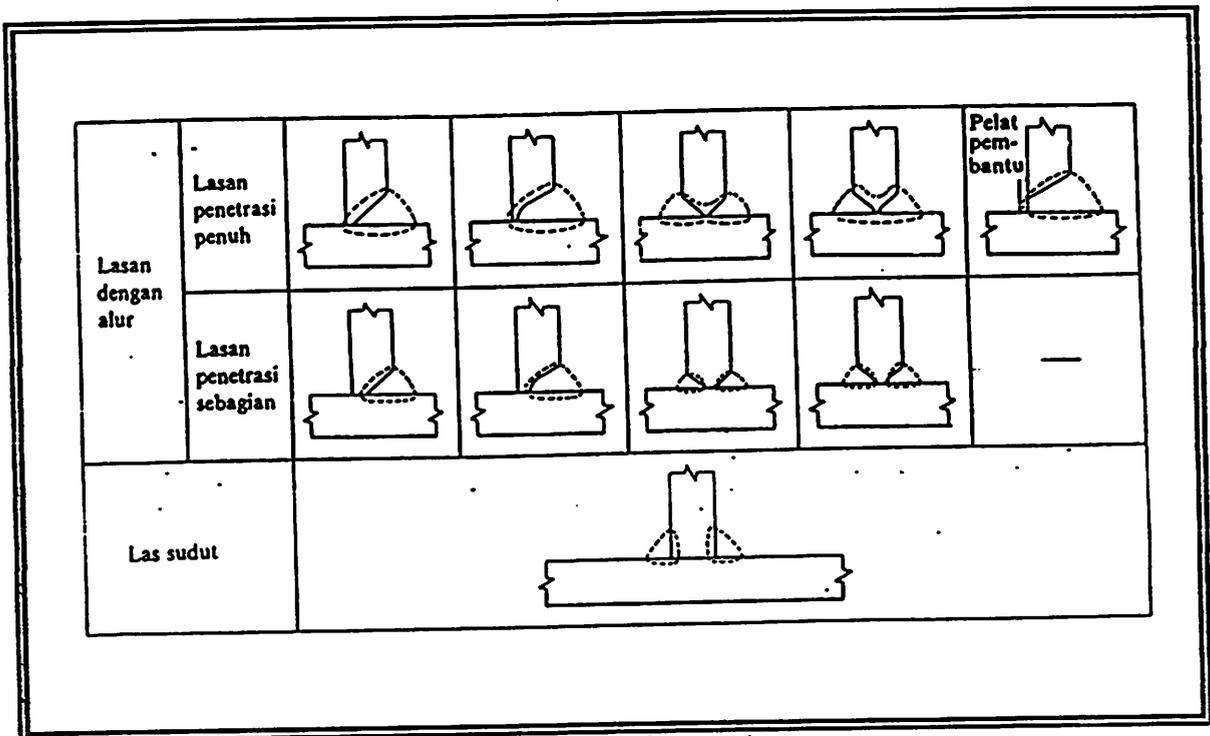
Jenis lasan alir	Lasan dengan alir		
	Lasan Penetrasi penuh tanpa pelat penahan	Lasan penetrasi penuh dengan pelat penahan	Lasan penetrasi sebagian
Persegi (I)			
V tunggal (V)			
Tirus tunggal (V)			
U tunggal (U)		—	
V ganda (X)		—	
Tirus ganda (K)		—	
U ganda (H) (DU)		—	
J tunggal (J)		—	
J ganda (DJ)		—	

Gambar. 2.16. Alir Sambungan las tumpul

(Harsono Wiryo Sumarto, Teknologi Pengelasan Logam, hal 158)

2.5.5.3. Sambungan bentuk T dan S

Pada kedua sambungan ini secara garis dibagi kedalam dua jenis yaitu jenis las alur dan las sudut. Hal – hal yang dijelaskan untuk sambungan tumpul diatas, juga berlaku untuk sambungan ini. Dalam pelaksanaannya pengelasan mungkin ada bagian yang menghalangi, hal ini dapat diatasi dengan memperbesarsudut alur.

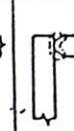
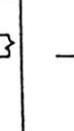
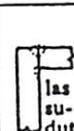
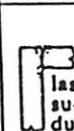
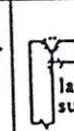
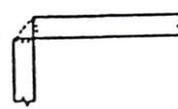
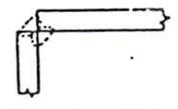


Gambar 2.17 Sambungan T

(Sumber: Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam 159)

2.5.5.4. Sambungan Sudut

Dalam sambungan ini dapat terjadi penyusutan dalam arah tebal pelat yang dapat menyebabkan terjadinya retak lamel. Hal ini dapat dihindari dengan membuat alur pada pelat tegak seperti pada gambar dibawah ini. Bila pengelasan dibawah ini dapat dilakukan karena sempitnya ruangan maka pelaksanaannya dapat dilakukan dengan pengelasan tembus atau pengelasan dengan pengelasan pembantu.

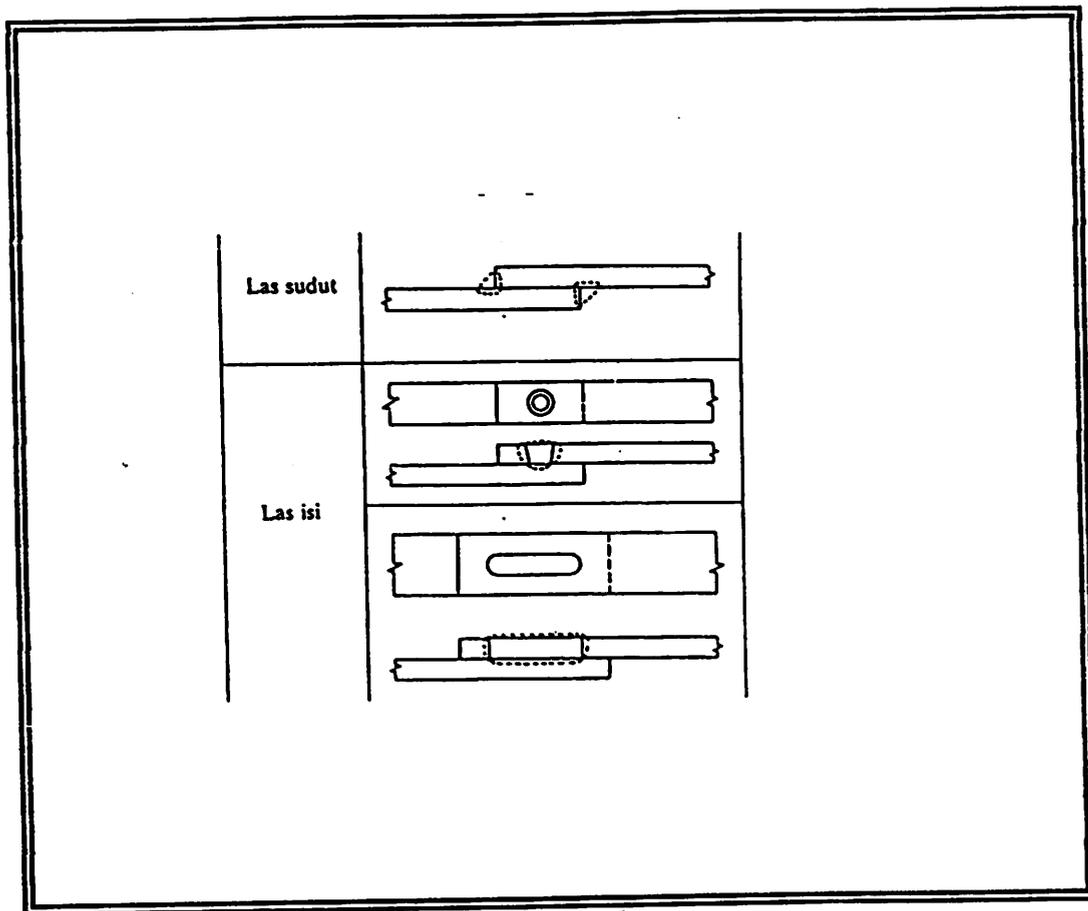
Lasan dengan ulur	Lasan penetrasi penuh										
	Lasan penetrasi sebagian										
Gabungan lasan dengan alur dan las sudut							—	—	—	—	—
Las sudut	 										

Gambar 2.18. Macam – macam Sambungan Sudut

(Sumber :, Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam hal: 160)

2.5.5.5. Sambungan Tumpang

Sambungan tumpang dibagi dalam tiga jenis seperti gambar dibawah ini karena sambungan ini efisiennya rendah maka jarang sekali digunakan untuk penyambungan konstruksi utama. Sambungan tumpang biasanya dilakukan dengan las sudut dengan las sisi.

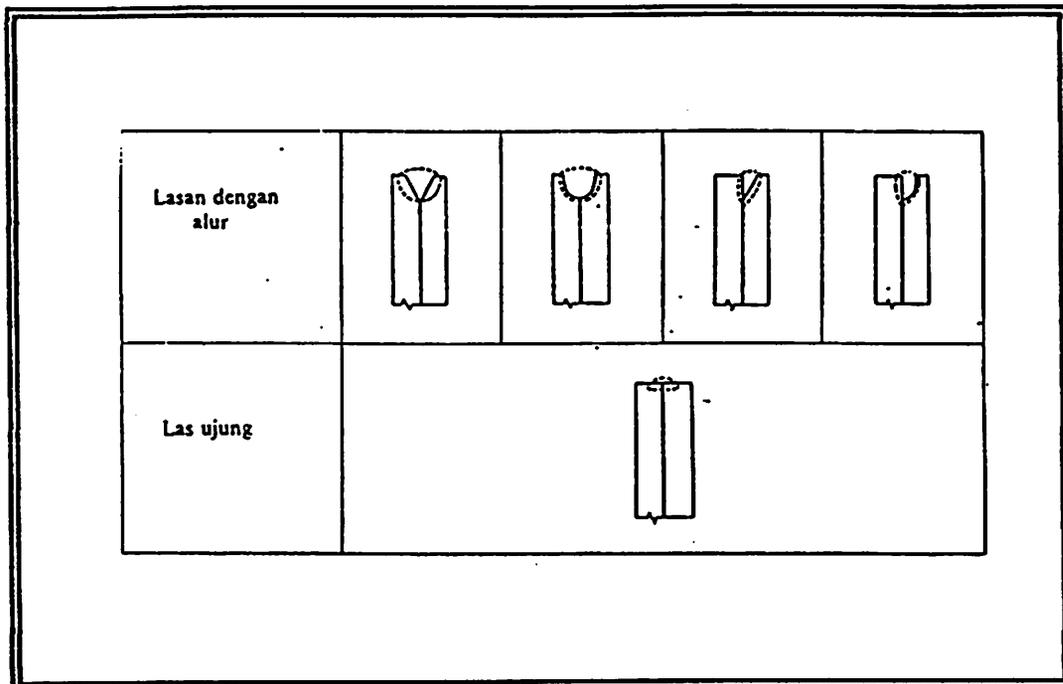


Gambar 2.19 Sambungan Tumpang

(Sumber: Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam: hal 160)

2.5.5.6. Sambungan sisi

Sambungan sisi dibagi dalam sambungan las dengan sambungan alur dan sambungan las ujung pelat tanpa alur. Hasil pengelasan kurang memuaskan apabila pengelasannya dilakukan dengan posisi mendatar dan dengan aliran listrik yang tinggi. Sambungan ini hanya dipakai pada pengelasan tambahan atau pada pengelasan pelat – pelat tebal.

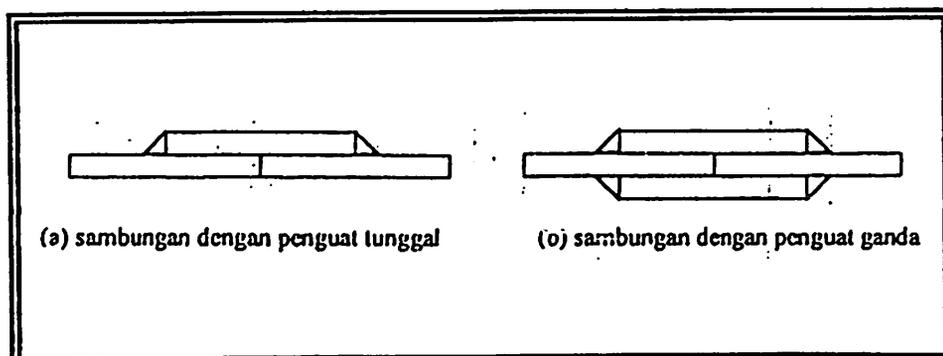


Gambar 2.20 Sambungan sisi

(Sumber : Teknologi pengelasan logam, Harsono Wiryosumarto: 161)

2.5.5.7. Sambungan dengan pelat penguat

Sambungan dibagi dalam dua jenis yaitu sambungan pelat dengan pelat penguat tunggal dan penguat ganda seperti gambar berikut ini, dapat dilihat bahwa sambungan ini mirip dengan sambungan tumpang.



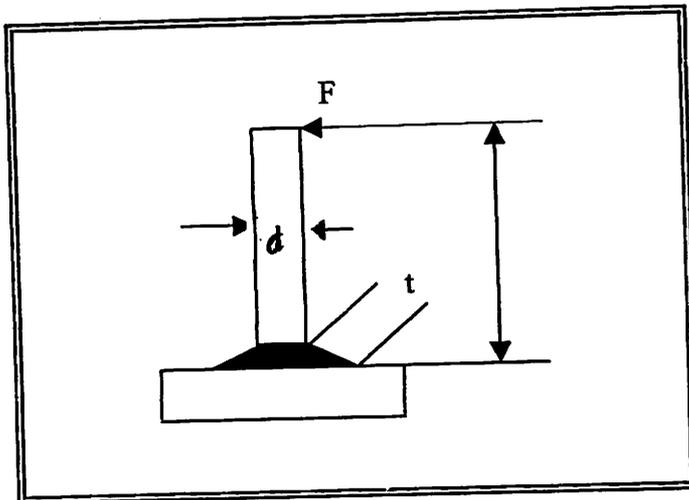
Gambar 2.21 Sambungan dengan penguat

(Sumber : Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam: 162)

2.6. Rumus Perhitungan kekuatan sambungan las

Dalam pembuatan konstruksi kincir angin pembangkit listrik rumah tangga penyambungannya dengan menggunakan las listrik dan elektroda terbungkus. Pertimbangan pengelasan sebagai metode didasarkan pada kekuatan sambungan las yang cukup baik dan mudah dalam pengerjaannya. Perhitungan kekuatan sambungan terhadap beban yang diterima kerangka yang dimaksud, Agar sambungan pada kerangka tersebut mampu menerima beban yang diakibatkan oleh berat kincir angin, dan pengaruh putaran poros.

Sambungan las yang dipakai adalah jenis sambungan las T (Tee Jointed)



Gambar 2.22. Sambungan Las T

Keterangan

F = Gaya (kg)

d = Diameter pipa (mm)

I = Panjang pipa (m)

a = Ketebalan pipa (mm)

t = tebal las (mm)

$r = \text{jari - jari pipa (mm)}$

1. Luas Lasan (A)

$$A = 1.411 \cdot \pi \cdot t \cdot r \text{ (mm}^2 \text{)}$$

2. Kekuatan tarik untuk sambungan (single fillet)

$$P = \frac{t \cdot l}{\sqrt{2}} \cdot f_t \text{ (kg)} \quad (\text{Harsono Wirjosumarto, Teknologi Pengelasan Logam: hal 191})$$

Dimana:

$P =$ Kekuatan tarik untuk sambungan (kg)

$l =$ Panjang Lasan fillet (cm)

$t =$ tebal pelat atau ukuran lasan (cm)

$f_t =$ kekuatan tarik ijin untuk las logam (kg/cm²)

3. Momen bending

$$M_b = F \cdot l \text{ (kg/mm}^2 \text{)}$$

Dimana :

$F =$ Gaya esentrik

$l =$ Jarak beban terhadap lasan

4. Tegangan geser

$$\tau_s = \frac{2 \cdot F}{0.7 \cdot t \cdot (d)^2} \text{ (kg/mm}^2 \text{)} \quad (\text{Harsono Wirjosumarto, Teknologi Pengelasan Logam: hal 191})$$

5. Tegangan Bending (τ_b)

$$\tau_b = \frac{M_b}{Z} \text{ kg / mm}^2$$

Dimana:

$Z =$ Sectio Modulus (N/ mm²)

$$z = \frac{td^2}{\sqrt{2.6}} \quad (\text{Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam: hal 191})$$

Z = Untuk penampang pipa

$$= \pi \cdot r^2 \cdot a \text{ (mm)}$$

6. Tegangan geser maksimum lasan

$$\sigma_{Maks} = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\sigma_s^2} \text{ (kg/mm}^2\text{)} \quad (\text{Harsono Wiryosumarto, Teknologi Pengelasan Logam: hal 191})$$

2.7. Mur dan Baut

Mur dan baut merupakan alat pengikat yang sangat cocok untuk mencegah kecelakaan pada mesin, pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan secara cermat untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Untuk menentukan baut dan mur, berbagai factor harus diperhatikan seperti gaya yang bekerja, sistem kerja, kekuatan bahan, ketelitian dan lain – lain.

Adapun gaya yang bekerja pada baut berupa :

1. Beban Geser
2. Beban aksial bersama dengan beban puntir
3. Beban statis aksial murni
4. Beban tumbukan aksial

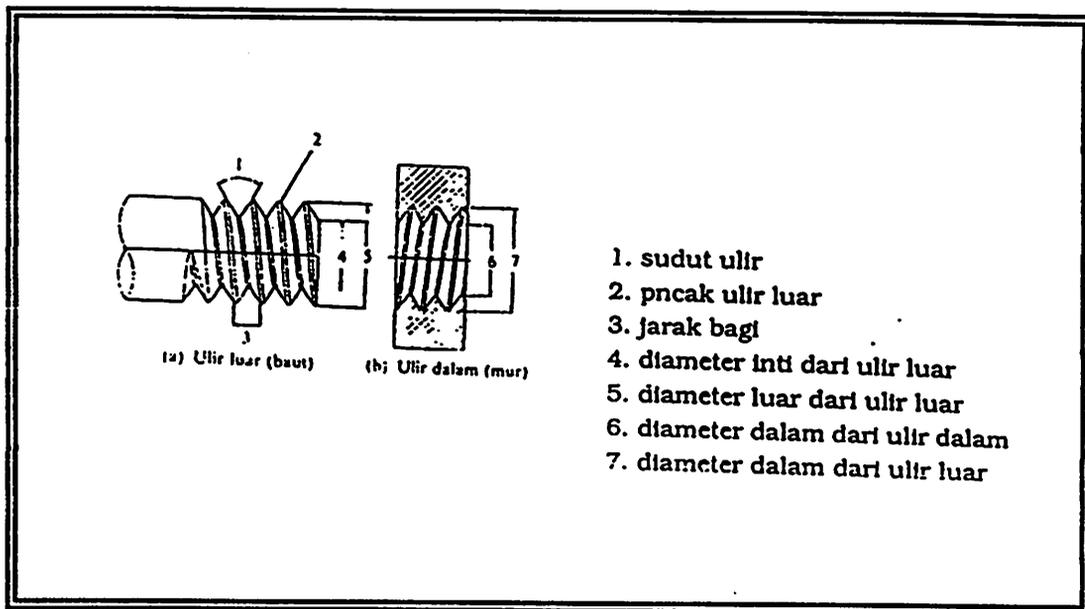
Ulir digolongkan menurut bentuk profil penampangnya sebagai berikut:

Ulir segi tiga, ulir trapesium dan gigi gergaji pada umumnya dipakai untuk menghindari kemacetan karena kotoran tetap, ulir yang banyak dipakai adalah ulir segitiga.

Ulir segi tiga dapat dibagi menurut jarak baginya dalam ukuran metris, adalah sebagai berikut:

Ulir segi tiga dapat dibagi menurut jarak baginya dalam ukuran metris, adalah sebagai berikut:

1. Seri ulir kasar
2. Seri ulir kasar metris
3. Seri ulir lembut metris
4. Seri ulir lembut UNF
4. Seri ulir lembut lebih UNEF



Gambar 2.23 Nama-nama bagian ulir

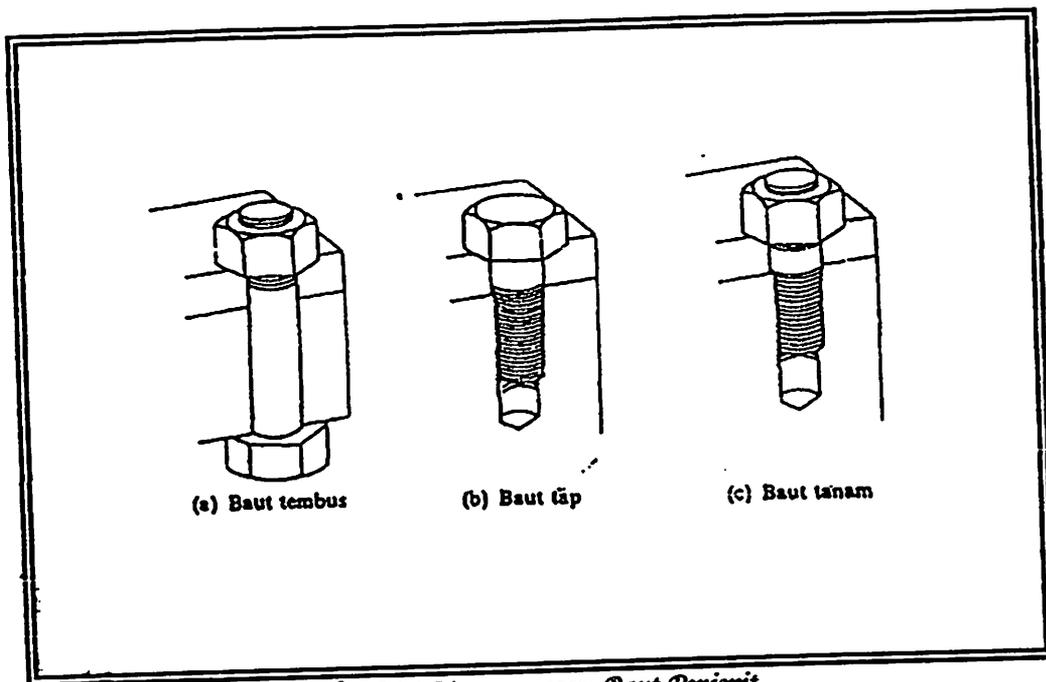
(Sumber : Sularso dan Kiyokatsu Suga, Dasar Perencanaan Elemen Mesin : hal 296)

Baut dapat digolongkan menurut bentuk kepalanya yaitu baut segi enam dan baut kepala persegi.

1. Macam – macam baut

1. Baut tembus untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus

2. Baut tap untuk menjepit dua bagian dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang ditetapkan pada salah satu bagiannya
3. Baut tanam adalah tanpa kepala

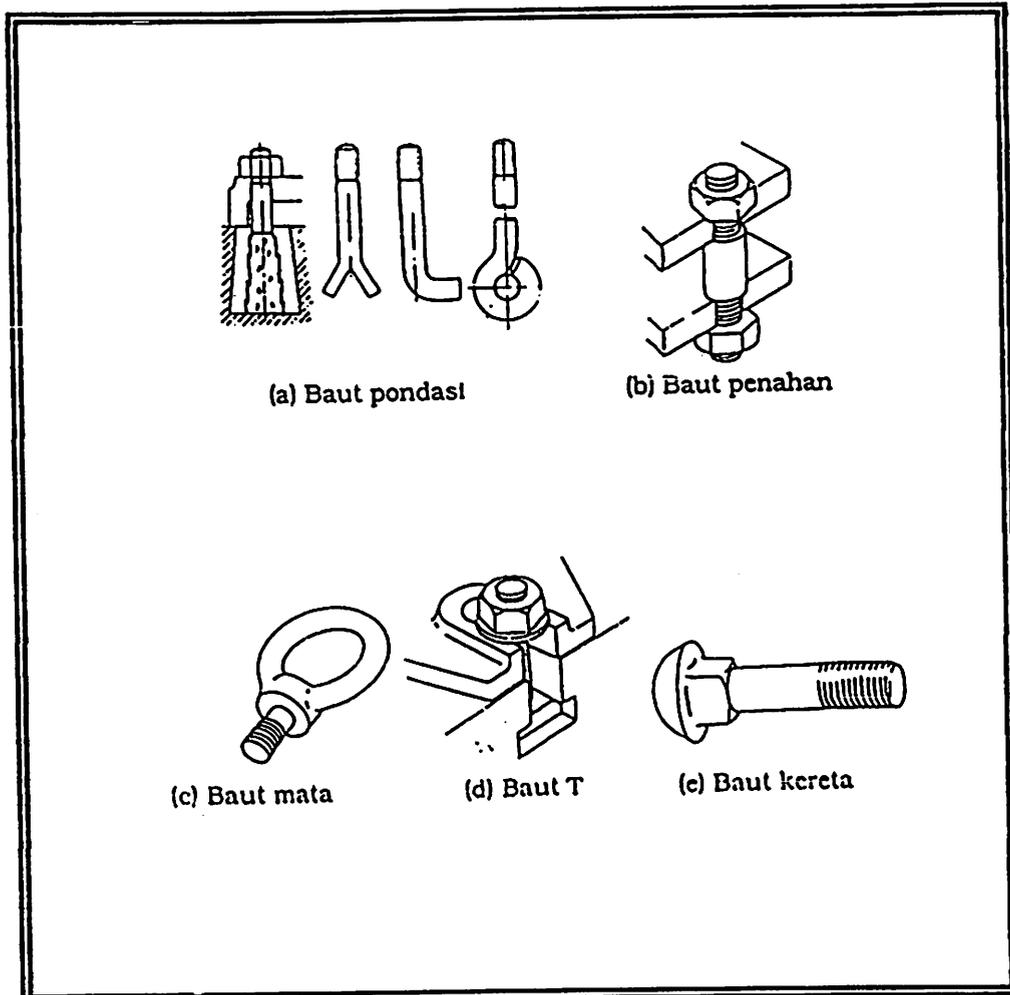


Gambar 2.24 Macam-macam Baut Penjepit

(Sumber: Sularso dan Kiyokatsu Suga, Dasar Perencanaan Elemen Mesin : hal 293.)

2. Baut pemakaian khusus

1. Baut pondasi untuk memasang mesin atau bangunan pondasi
2. Baut penahan untuk menahan dua bagian dalam dengan jarak yang tetap
3. Baut mata atau baut akit dipasang pada badan mesin, sebagai kaitan untuk alat pengikat
4. Baut T adalah baut yang letaknya dapat diatur
5. Baut kereta untuk dipakai pada badan kendaraan

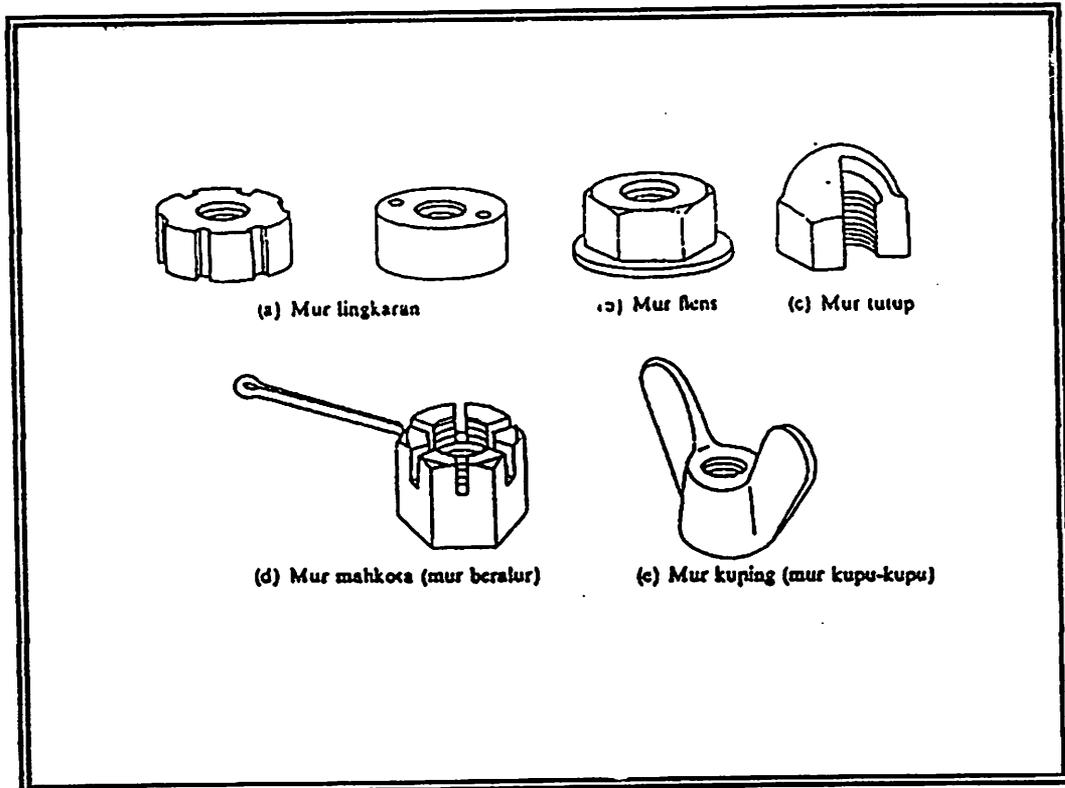


Gambar 2.25 Baut pengikat khusus

(Sumber : Sularso dan Kiyokatsu Suga, Dasar Perencanaan Elemen Mesin : hal 294.)

4. Mur

Pada umumnya mur mempunyai bentuk segi enam, tetapi untuk pemakaian khusus dapat dipakai mur dengan bentuk yang bermacam – macam seperti mur bulat, mur flenis, mur tutup, mur mahkota, dan mur kuping.



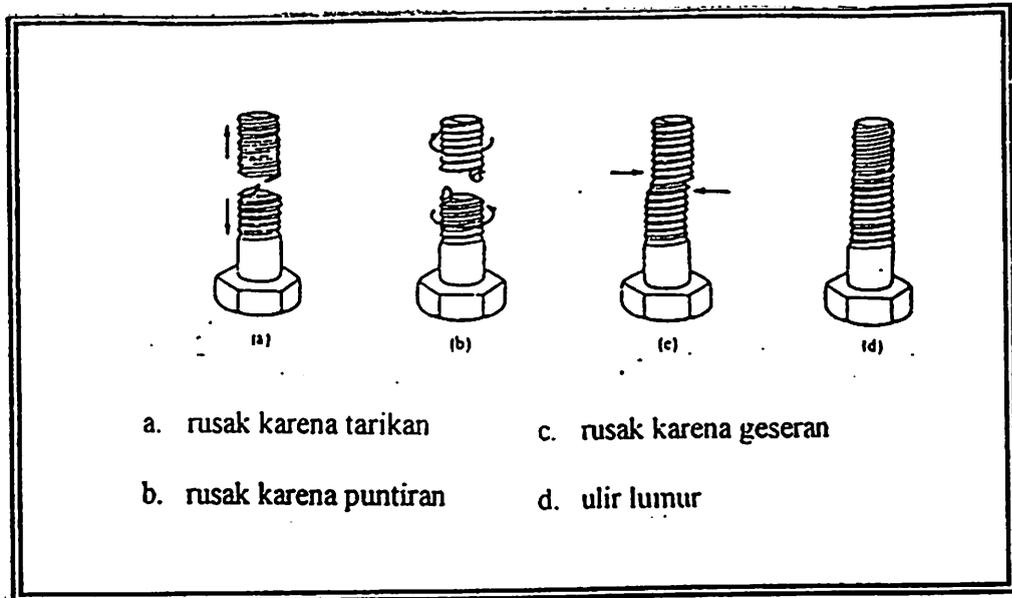
Gambar 2. 26 Macam – macam mur

(Sumber : Sularso dan Kiyokatsu Suga, Dasar Perencanaan Elemen Mesin : hal 295.)

5. Kerusakan pada Baut dan Mur

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting, untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada suatu konstruksi. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Pada gambar 2.30 diwah ini diperlihatkan macam- macam kerusakan yang terjadi pada baut

- Rusak karena tarikan
- Rusak karena puntiran
- Rusak karena geseran
- Ulir lumur



Gambar 2.27 Kerusakan pada baut

(Sumber: Zainun Ahmad, *Elemen Mesin* hal 81)

2.8. Rumus perhitungan baut dan mur

Pada perhitungan baut dan mur ada beberapa factor yang harus diperhatikan : kekuatan bahan, kelas ketelitian dan juga tegangan yang terjadi pada mur dan baut yang meliputi :

1. Tegangan tarik (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{W}{\frac{\sigma}{4}(0,8.d)^2} \leq \sigma_a \quad (\text{Sumber: G. Niemann, Elemen Mesin hal 204})$$

Dimana :

W = Beban tarik aksial pada baut (kg)

D = Diameter luar (mm)

Syarat : σ_a = merupakan tegangan yang diijinkan. Harga σ_a tergantung dari macam bahan, yaitu SS, SC atau SE. jika difinis tinggi factor keamanan dapat

diambil sebesar 6 – 8, jika difinis biasa, besarnya antara 8-10 untuk baja lihat (S30) yang memiliki kandungan karbon 0.2 – 0.3 %, tegangan yang diijinkan umumnya adalah sebesar $\sigma_a = 6 \text{ kg/mm}^2$. jika difinis tinggi 4,8 kg/mm^2 jika didefinisi biasa.

2. Tegangan geser baut (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{W}{\pi d_1 k p z} \quad (\text{kg/mm}^2) \quad (\text{Sumber: G. Niemann, Elemen Mesin hal 204})$$

Dimana :

W = Beban Tarik Aksial (kg)

k = factor koreksi (0.84)

d_1 = Diameter inti baut (mm)

p = Jarak bagi (mm)

Z = Jumlah ulir (buah)

3. Tegangan geser mur (σ_m)

$$\sigma_b = \frac{W}{\pi d_1 j p z} \quad (\text{kg/mm}^2) \quad (\text{Sumber: G. Niemann, Elemen Mesin hal 190})$$

Dimana :

W = Beban Tarik Aksial (kg)

J = factor koreksi (0,75)

d_1 = Diameter inti baut (mm)

p = Jarak bagi (mm)

Z = Jumlah ulir (buah)

4. Tegangan geser ijin (σ_I)

$$\sigma_I = (0,50-0,75) \sigma_a$$

Dimana :

σ_1 = Tegangan geser ijin (kg / mm²)

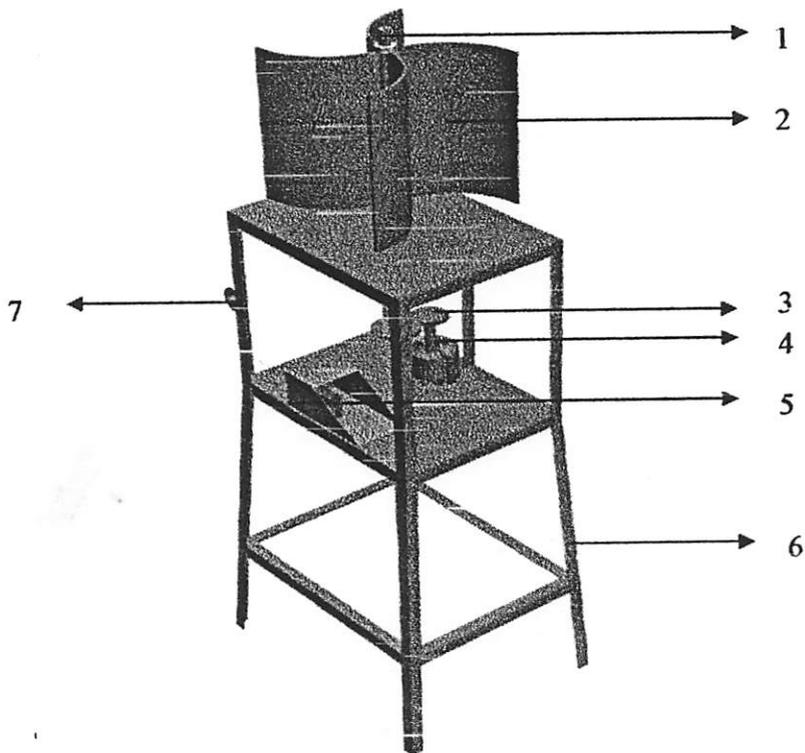
σ_a = Tegangan tarik ijin (kg / mm²)

Syarat perencanaan :

σ_b dan $\sigma_a \leq \sigma_1$

BAB III PERENCANAAN KONSTRUKSI KINCIR ANGIN

3.1. Konstruksi Rangka Kincir Angin



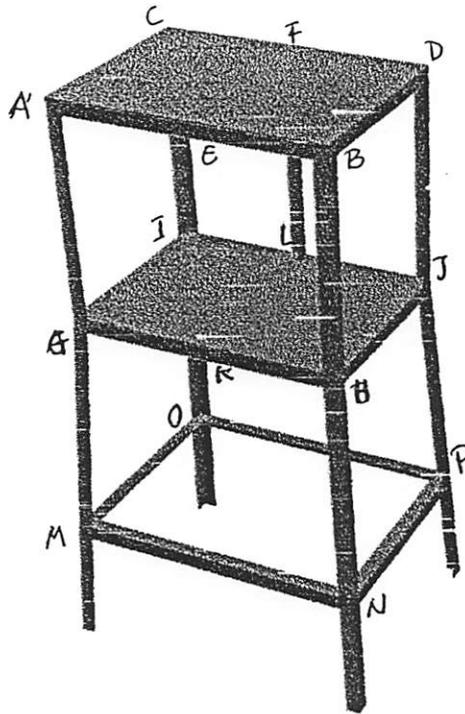
Gambar 3.1
Rangka Kincir Angin

Keterangan :

1. Poros
2. Kincir Angin
3. Roda Gigi
4. Generator
5. Baterai
6. Rangka
7. Lampu

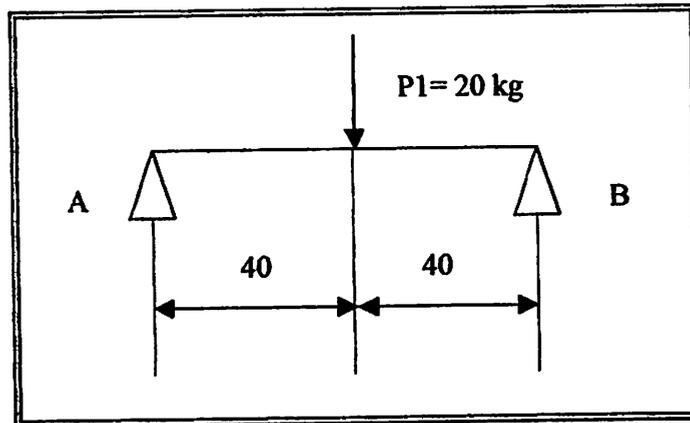
3.2. Perencanaan konstruksi kincir angin

3.2.1. Perhitungan



Gambar 3.2.
Beban-Beban Pada Konstruksi

3.3.2. Pembebanan pada titik A dan E dan B



Gambar 3.3.

Pembebanan pada titik A dan B

(catatan satuan panjang cm)

- Perhitungan reaksi dititik A dan E dan B

$$\sum MA = 0$$

$$RA \cdot 40 + P \cdot 40 = 0$$

$$RA = \frac{P \cdot 40}{80} = \frac{20 \cdot 40}{80} = 7.5 \text{ kg}$$

$$\sum MB = 0$$

$$RC \cdot 40 + P \cdot 40 = 0$$

$$RC = \frac{P \cdot 40}{80} = \frac{20 \cdot 40}{80} = 7.5 \text{ kg}$$

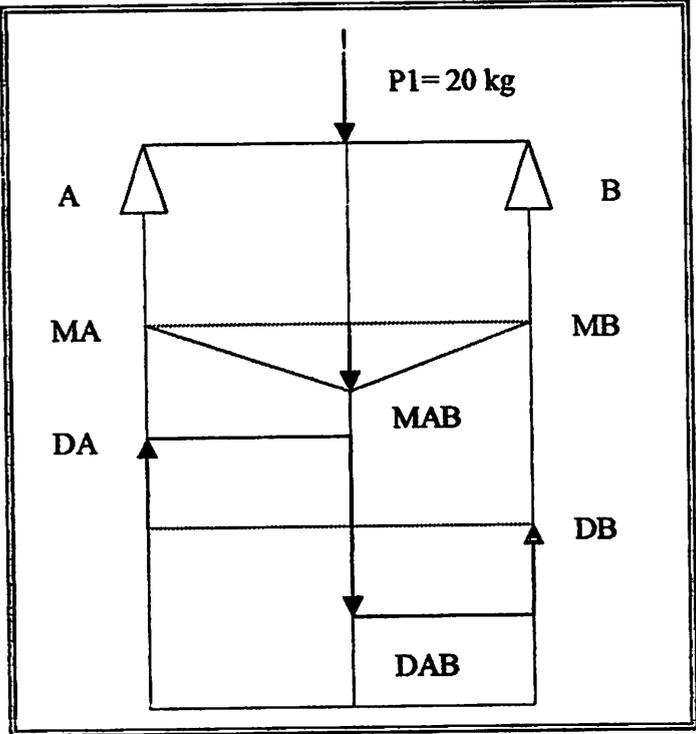
- Perhitungan momen dititik A dan E dan B

$$MA = 0 \text{ kg cm}$$

$$MAB = RA \cdot 40 = 7,5 \cdot 40 = 300 \text{ kgcm}$$

$$MB = RB \cdot 80 - P \cdot 40$$

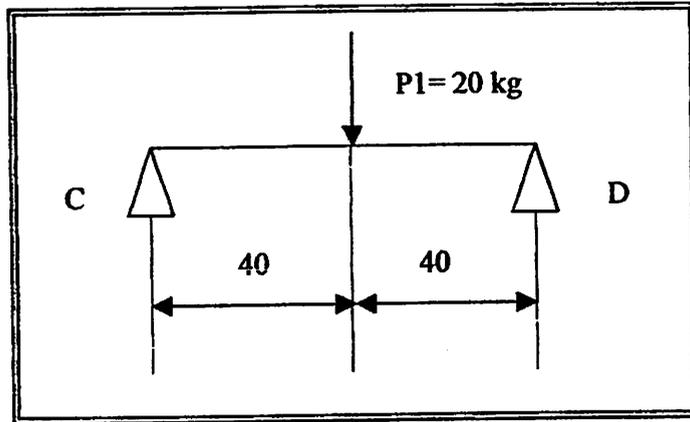
$$= 7,5 \cdot 80 - 20 \cdot 40 = 0 \text{kgcm}$$



Gambar 3.4

Bidang Momen dan gaya lintang pada titik A dan E dan B

3.3.3. Pembebanan pada titik C dan F dan D



Gambar 3.5.

Pembebanan pada titik C dan F dan D

(Catatan satuan panjang cm)

- Perhitungan reaksi dititik C dan F dan D

$$\sum MC = 0$$

$$RE \cdot 40 + P \cdot 40 = 0$$

$$RA = \frac{P1 \cdot 40}{80} = \frac{20 \cdot 40}{80} = 7,5 \text{ kg}$$

$$\sum MD = 0$$

$$RD \cdot 40 + P \cdot 40 = 0$$

$$RF = \frac{P1 \cdot 40}{80} = \frac{20 \cdot 40}{80} = 7,5 \text{ kg}$$

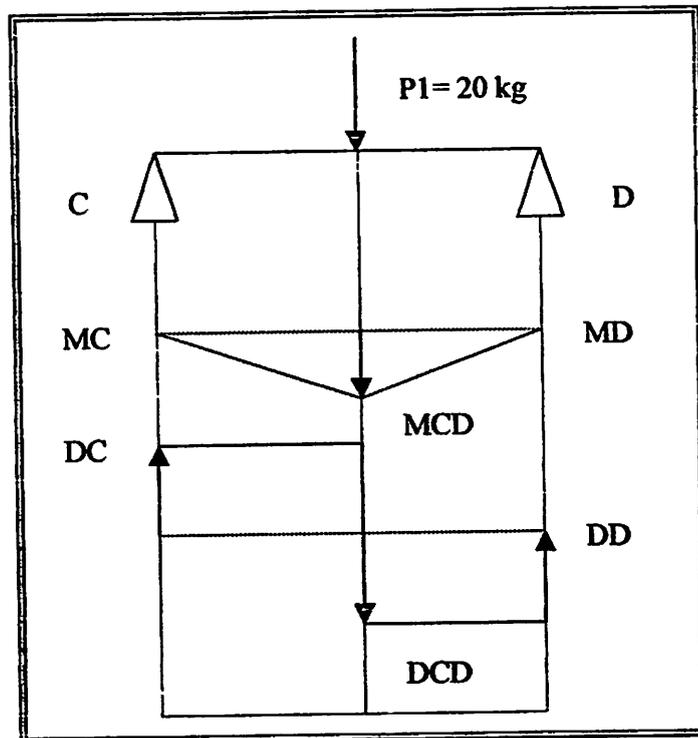
- Perhitungan momen dititik C dan D

$$MC = 0 \text{ kg cm}$$

$$MCD = RC \cdot 40 = 7,5 \cdot 40 = 300 \text{ kgcm}$$

$$MD = RD \cdot 80 - P1 \cdot 40$$

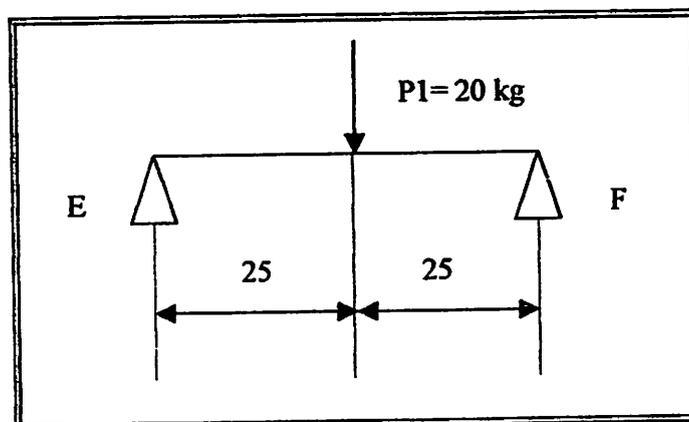
$$= 7,5 \cdot 80 - 20 \cdot 40 = 0 \text{ kgcm}$$



Gambar 3.6

Bidang Momen dan gaya lintang pada titik C dan D

3.3.4. Pembebanan pada titik E dan F



Gambar 3.7.

Pembebanan pada titik E dan F

(Catatan satuan panjang cm)

- Perhitungan reaksi dititik E dan F

$$\sum ME = 0$$

$$RE \cdot 25 + P \cdot 25 = 0$$

$$RE = \frac{P \cdot 25}{50} = \frac{20 \cdot 25}{50} = 10 \text{ kg}$$

$$\sum MF = 0$$

$$RF \cdot 25 + P \cdot 25 = 0$$

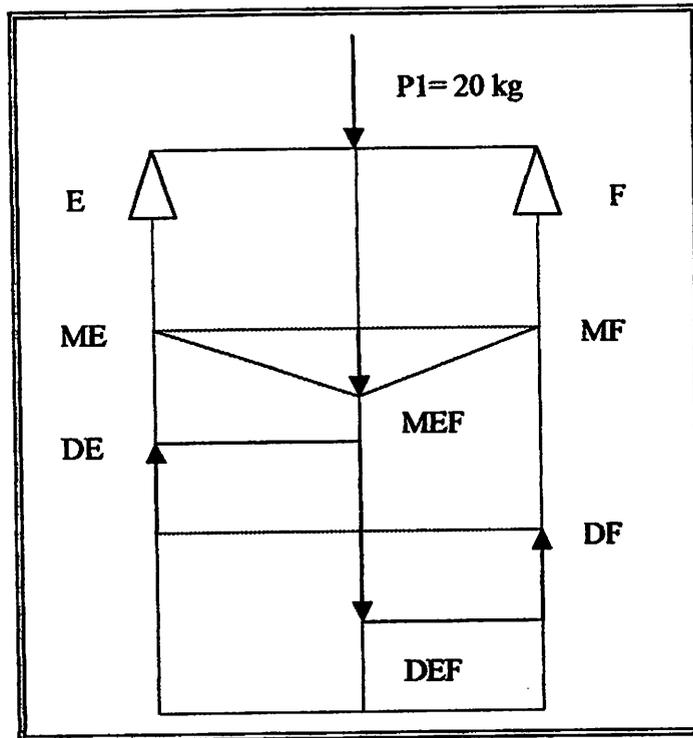
$$RF = \frac{P \cdot 25}{50} = \frac{20 \cdot 25}{50} = 10 \text{ kg}$$

- Perhitungan momen dititik E dan F

$$ME = 0 \text{ kg cm}$$

$$MEF = RE \cdot 25 = 10 \cdot 25 = 250 \text{ kgcm}$$

$$\begin{aligned} MF &= RF \cdot 20 - P \cdot 25 \\ &= 10 \cdot 20 - 20 \cdot 25 = 0 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

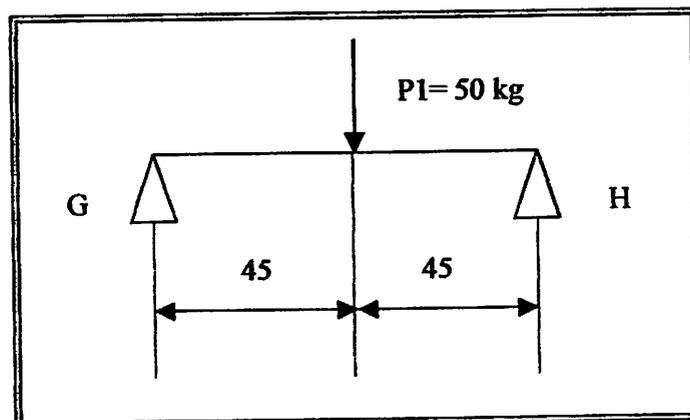


Gambar 3.8

Bidang Momen dan gaya lintang pada titik E dan F

3.2.5. Pembebanan yang terjadi pada titik AC dan BD sama dengan pembebanan yang terjadi pada titik EF = 10 kg dan momen gayanya adalah = 0 kgcm

3.2.6. Pembebanan pada titik G dan K dan H



Gambar 3.9 Pembebanan pada titik G dan H

- (catatan satuan panjang cm)
- Perhitungan reaksi dititik G dan H

$$\sum MG = 0$$

$$RG.45 + P.45 = 0$$

$$RG = \frac{P1.45}{90} = \frac{50.45}{90} = 22,2kg$$

$$\sum MH = 0$$

$$RH.45 + P.45 = 0$$

$$RH = \frac{P1.45}{90} = \frac{50.45}{90} = 22,2kg$$

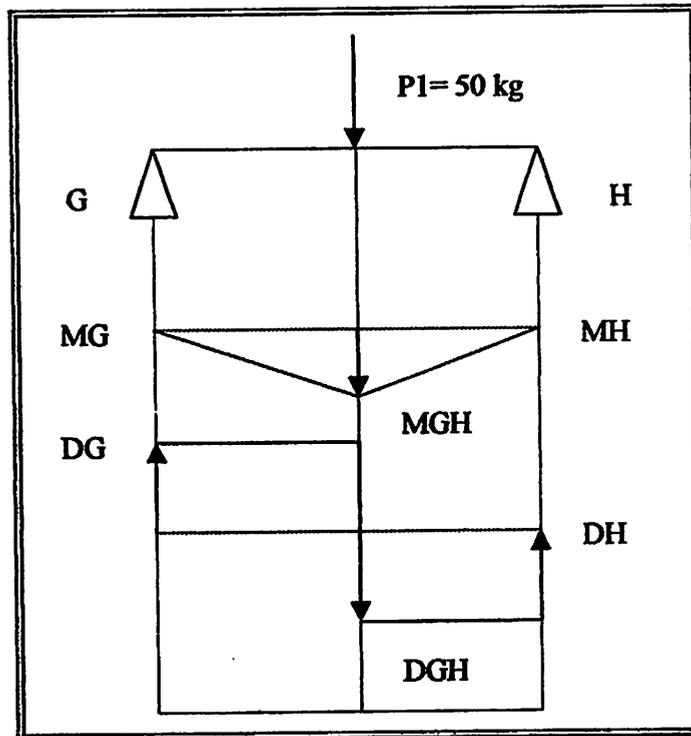
- Perhitungan momen dititik G dan K dan H

$$MG = 0 \text{ kg cm}$$

$$MGH = RG.45 = 50.45 = 1000 \text{ kgcm}$$

$$MH = RH.90 - P1.45$$

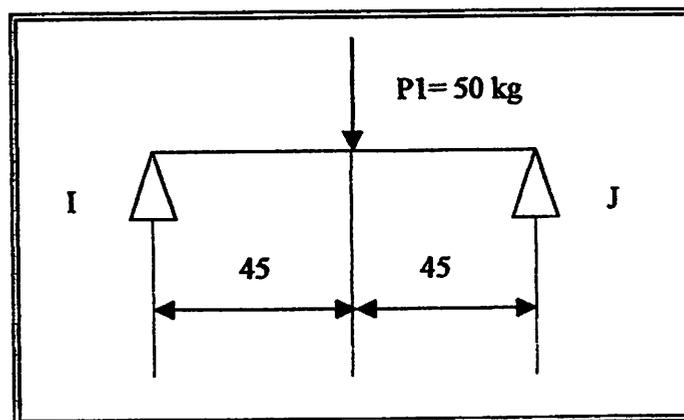
$$= 22,5.90 - 50.45 = 0 \text{ kgcm}$$



Gambar 3.10

Bidang Momen dan gaya lintang pada titik G dan H

3.2.7. Pembebanan pada titik I dan L dan J



Gambar 3.11

Pembebanan pada titik I dan J

(Catatan satuan panjang cm)

- Perhitungan reaksi dititik I dan J

$$\sum MI = 0$$

$$RI.45 + P . 45 = 0$$

$$RI = \frac{P1.45}{90} = \frac{50.45}{90} = 22,2kg$$

$$\sum MJ = 0$$

$$RJ.45 + P . 45 = 0$$

$$RJ = \frac{P1.45}{90} = \frac{50.45}{90} = 22,2kg$$

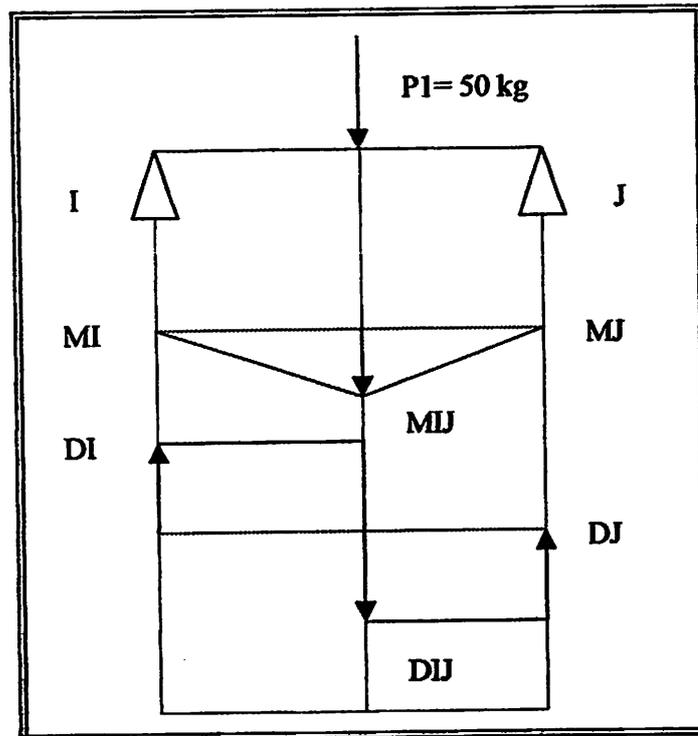
- Perhitungan momen dititik I dan J

$$MI = 0 \text{ kg cm}$$

$$MIJ = RI.45 = 22,2 . 45 = 999 \text{ kgcm}$$

$$MJ = RJ.90 - P1 . 45$$

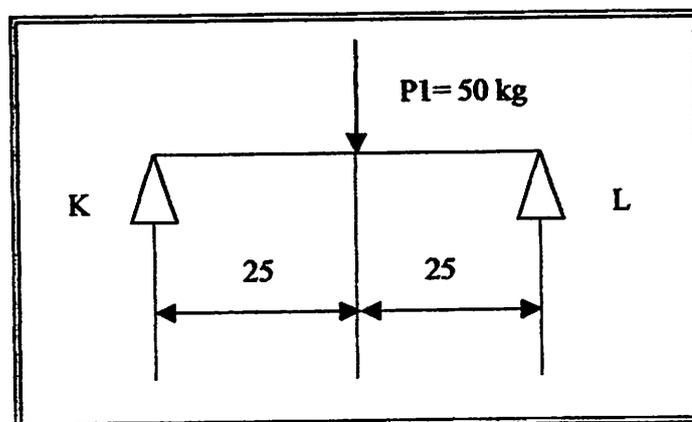
$$= 22,2 . 90 - 50.45 = 0 \text{ kgcm}$$



Gambar 3.12

Bidang Momen dan gaya lintang pada titik I dan J

3.8. Pembebanan pada titik K dan L



Gambar 3.13.

Pembebanan pada titik K dan L

(Catatan satuan panjang cm)

*. Perhitungan reaksi pada K dan L

$$\sum MK = 0$$

$$RK.25 + P . 25 = 0$$

$$RG = \frac{P1.25}{50} = \frac{50.25}{50} = 25kg$$

$$\sum ML = 0$$

$$RL.25 + P . 25 = 0$$

$$RB = \frac{P1.25}{50} = \frac{50.25}{50} = 25kg$$

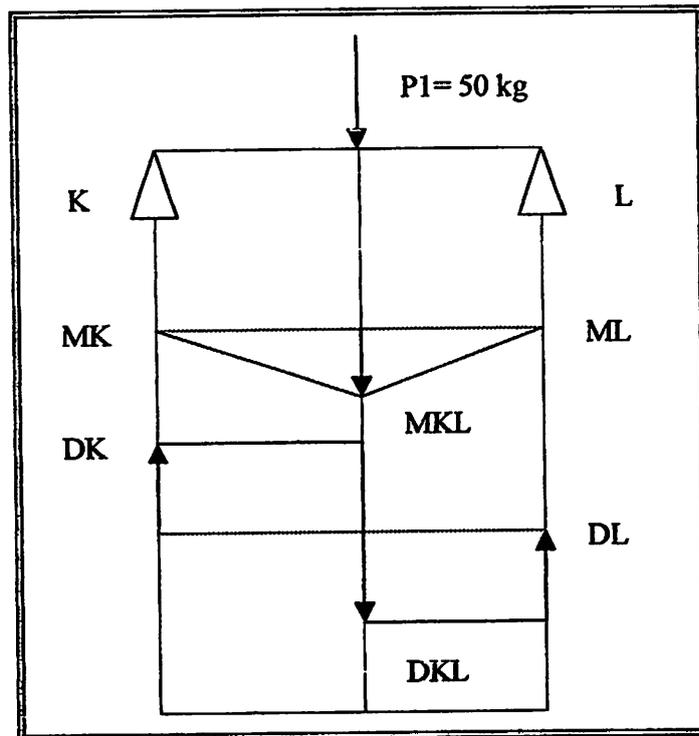
• Perhitungan momen dititik K dan L

$$MK = 0 \text{ kg cm}$$

$$MKL = RK.25 = 25 . 25 = 625 \text{ kgcm}$$

$$ML = RL.50 - P1 . 50$$

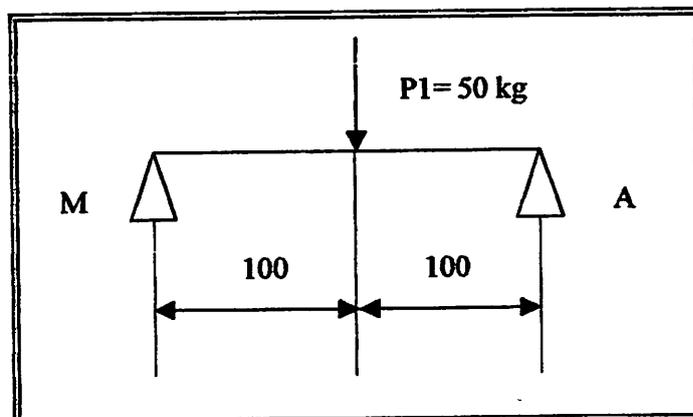
$$= 25 . 50 - 50.20 = 0\text{kgcm}$$



Gambar 3.14.

Bidang Momen dan gaya lintang titik K dan L

3.9. Pembebanan pada titik M dan A = C dan O



Gambar 3.15.

Pembebanan pada titik M dan A

(Catatan satuan panjang cm)

*. Perhitungan reaksi ditiik M dan A

$$\sum MM = 0$$

$$RM . 200 + P . 100 = 0$$

$$RF = \frac{P1.100}{200} = \frac{50.100}{200} = 25kg$$

$$\sum MA = 0$$

$$RA . 200 + P . 100 = 0$$

$$RA = \frac{P1.100}{200} = \frac{50.100}{200} = 25kg$$

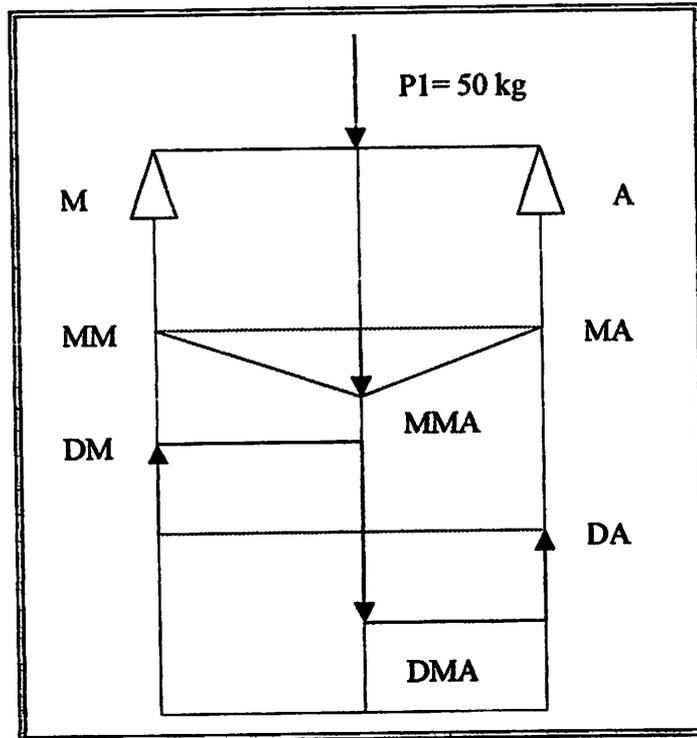
• Perhitungan momen dititik M dan A

$$MM = 0 \text{ kg cm}$$

$$MMA = RM . 100 = 25 . 100 = 2500 \text{ kgcm}$$

$$MA = RA . 200 - P1 . 100$$

$$= 25 . 200 - 50 . 100 = 0 \text{ kgcm}$$

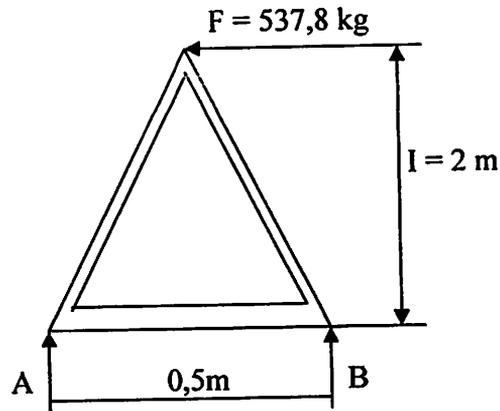


Gambar 3.16.

Bidang momen dan gaya lintang titik M dan A

3.2. Perhitungan Momen akibat daya dorong angin

3.2. 1. Perhitungan di A dan B pada pembebanan horisontal



Dimana :

$$F \text{ adalah daya total angin : } \frac{P \cdot A(V)^2}{2 \cdot x \cdot g \cdot c} \text{ kg}^2 / \text{m}^2$$

$$P = \text{Densitas udara } 1.1484 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \text{Kecepatan angin maksimum diasumsikan (} 9,5 \text{ m/s)}$$

$$G_c = \text{konstanta} = 1$$

Kecepatan angin diambil rata – rata selama satu tahun, lihat data klimatologi tahun 2003. menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Dr. Ir. Harijono . Djodiharjomenyatakan bahwa kecepatan angin yang terdapat diindonesia berkisar antara 2 s/d 11m/s. pada kecepatan ini diambil kecepatan angin rata – rata sebesar 9,5 m/s.

- Untuk luas penampang sudu kincir angin (A)

$$A = P \cdot L \cdot b$$

Dimana :

$$A = \text{Luas penampang (m}^2 \text{)}$$

$$P = \text{Panjang sudu (m)}$$

L = Lebar sudu (m)

b = Jumlah sudu (4 sudu)

Panjang dan lebar sudu yang direncanakan adalah 90 cm x 60cm

Jadi luas penampang sudu kincir angin adalah

$$A = P \times L \times b$$

$$= 90 \times 60 \times 2$$

$$= 10800 \text{ cm}^2$$

- . Untuk daya total angin adalah

$$\frac{P.A(V)^2}{2\rho g c}$$

$$= \frac{1.1484.1,08.(9,5)^3}{2.1.}$$

$$= \frac{1.1484.1,08.857,375}{2}$$

$$= 537,8 \text{ kgm}^2/\text{s}^2$$

Sehingg $F = 537,8 \text{ kgm}^2/\text{s}^2$

- Perhitungan reaksi di A dan B

$$\sum M = 0$$

$$F \cdot 1 - RB \cdot 0,5 = 0$$

$$537,8 \times 2 - RB \cdot 0,5 = 0$$

$$RB = \frac{537,8 \times 2}{0,5} = 2151,2 \text{ kg}$$

Untuk momen yang terjadi akibat dorongan angin adalah :

$$\begin{aligned} \text{Momen} &= \text{Gaya} \times \text{jarak} \\ &= 537,8 \times 2 \\ &= 1075,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

3.3. Sambungan mur baut pada pondasi dengan tower

Dimana :

Beban ; $W = 738,4 \text{ kg}$

Baut ulir kasar metris M 18

Diameter luar, $d = 18000 \text{ mm}$

Diameter efektif, $= 16,376 \text{ mm}$

Diameter inti, $d_1 = 15,294 \text{ mm}$

P (jarak bagi) $= 2,5 \text{ mm}$

$H =$ tinggi kaitan $= 1,353 \text{ mm}$

1. Tegangan tarik baut (τ_{tb})

$$\begin{aligned} \tau_{tb} &= \frac{W}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,8 \cdot d)^2} \\ &= \frac{738,4}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,8 \cdot 18)^2} \\ &= \frac{738,4}{226,08} = 3,266 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

2. Tegangan tarik ijin (τ_{ijin})

$$(\tau_{ijin}) = \frac{\tau_B}{SF}$$

Dimana:

$$\tau_B = \text{Tegangan tarik bahan} = (37 \text{ kg/mm}^2)$$

Sf = Safety faktor

$$\tau_{ijin} = \frac{37}{6} = 6,16 \text{ kg/mm}^2$$

Jadi tegangan tarik baut lebih kecil terhadap tegangan tarik ijin, ($3,266 \text{ kg/mm}^2 < 6,16 \text{ kg/mm}^2$).

Maka baut dan mur aman terhadap tegangan tarik yang terjadi.

3. Tegangan geser baut (τ_s baut)

$$\tau_s \text{ baut} = \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot z}$$

Dimana:

$$W = \text{Beban} = 738,4 \text{ kg}$$

$$K = \text{Tebal akar ulir baut} = 0,84$$

$$D_1 = \text{diameter inti baut} = 15,294 \text{ mm}$$

$$P = \text{Jarak bagi} = 2,5 \text{ mm}$$

$$Z = \text{Jumlah baut} = 6 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \tau_s \text{ baut} &= \frac{738,4}{\pi \cdot 15,294 \cdot 0,84 \cdot 2,5 \cdot 6} \\ &= \frac{738,4}{605,09} = 1,22 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. Tegangan geser mur ($\tau_{S \text{ mur}}$)

$$\tau_{S \text{ m}} = \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot J \cdot P \cdot Z}$$

Dimana :

D_1 = diameter inti baut = 15,294 mm

J = Tebal akar ulir baut = 0,75

W = Beban 738,4 kg

P = Jarak bagi = 2,5 mm

Z = Jumlah baut = 6 buah

$$\begin{aligned} \tau_{S \text{ m}} &= \frac{738,4}{\pi \cdot 15,294 \cdot 0,75 \cdot 2,5 \cdot 6} \\ &= \frac{738,4}{540,26} = 1,366 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

5. Tegangan geser ijin ($\tau_{S \text{ ijin}}$)

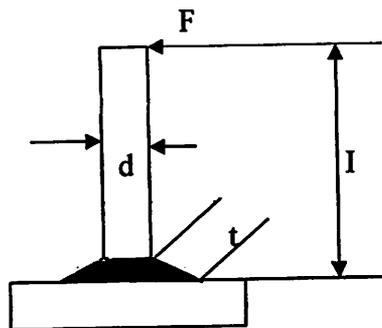
$$\begin{aligned} \tau_{S \text{ ijin}} &= (0,5 - 0,75) \times \tau_{i \text{ ijin}} \\ &= 0,5 \times 6,16 = 3,08 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi tegangan geser yang terjadi pada baut dan mur lebih kecil dari tegangan

geser ijin ($\tau_{S \text{ baut}} < \tau_{S \text{ ijin}}$; $\tau_{S \text{ m}} < \tau_{S \text{ ijin}}$) atau ($1,22 \text{ kg/mm}^2 < 3,08$

kg/mm^2) dan ($1,366 \text{ kg/mm}^2 < 3,08 \text{ kg/mm}^2$)

3.4. Sambungan las batang pada plat pondasi



Dimana:

$$F = \text{Gaya} = 738,4 \text{ kg}$$

$$D = \text{diameter pipa} = 42 \text{ mm}$$

$$I = \text{Panjang pipa} = 5 \text{ mm}$$

$$a = \text{ketebalan pipa} = 3 \text{ mm}$$

$$t = \text{tebal las} = 6 \text{ mm}$$

1. Luas lasan (A)

$$\begin{aligned} A &= 1.414 \cdot \pi \cdot t \cdot r \\ &= 1.414 \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 21 \\ &= 559,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Tegangan geser (σ_s)

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{2 \cdot F}{0,7 \cdot I \cdot (d)^2} \\ &= \frac{2 \cdot 738,4}{0,7 \cdot 6 \cdot 42} \\ &= 0,019 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

3. Momen bending (MB)

$$MB = F.l$$

$$\begin{aligned} MB &= 738,4 \cdot 4000 \\ &= 2,953600 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

4. Tegangan bending

$$\sigma_B = \frac{MB}{Z}$$

Dimana:

$$Z = \text{Modulus panjang} = \pi r^2 \cdot a$$

$$Z = \pi \cdot (21)^2 \cdot 3$$

$$= 3,14 \cdot (42) \cdot 3$$

$$= 4154,22 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_B = \frac{2,953600}{4154,22} = 710,98 \text{ kg/mm}^2$$

5. Tegangan geser maksimum lasan σ_s maks

$$\begin{aligned} \sigma_s \text{ maks} &= 1/2 \sqrt{\sigma_B^2 + 4 \cdot \sigma_s^2} \\ &= 1/2 \sqrt{(710,98)^2 + 4 \cdot (0,019)^2} \\ &= 1/2 \sqrt{505492,5 + 0,001444} \\ &= 1/2 \sqrt{505492,50} \\ &= 355,485 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

BAB IV

PROSES PEMBUATAN KERANGKA

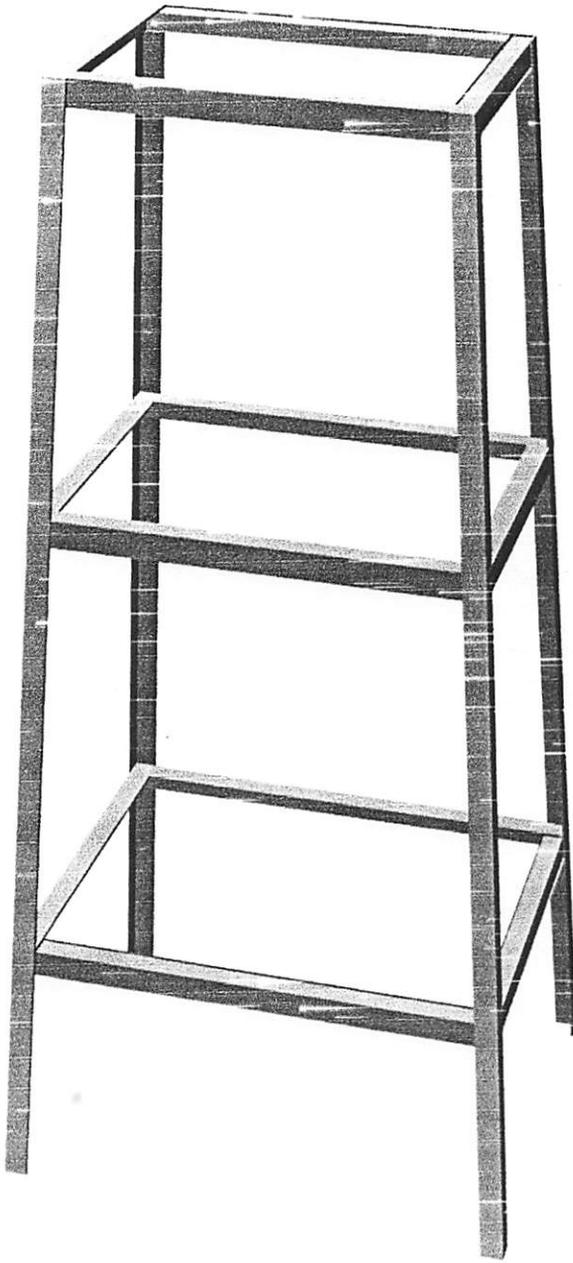
4.1. Pengelasan Pada Kerangka

Proses pembuatan kerangka menggunakan las listrik, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yang bisa mempengaruhi pengelasan yang menggunakan las listrik contohnya harga lebih murah, pemakaian tenaga tanpa beban cukup sedikit dan ongkos perawatan kecil.

Sedangkan bahan kawat yang diperlukan dalam pengelasan ini adalah elektroda baja lunak (mil steel) misalnya ST 37, ST 42 dan las yang dihasilkan dapat atau mempunyai sifat – sifat sama dengan yang dimiliki oleh logam induk sehingga kemungkinan terjadi retak, koreksi dan lain –lain kecil. Jadi pengelasan dengan elektroda ini lebih hemat dan efisien.

Pada pengelasan ini menggunakan jenis elektroda terbungkus dengan pemanasan 300°c pada baja ST 37 saja. Ukuran pemotongan baja profil L sesuai dengan bahan yang diperlukan untuk konstruksi kerangka kincir angin adalah:

1. kerangka atas panjang 80 cm lebar 50
2. Kerangka bawah panjang 90 cm lebar 50
3. Tinggi kerangka 200 cm dan tinggi kaki 40 cm

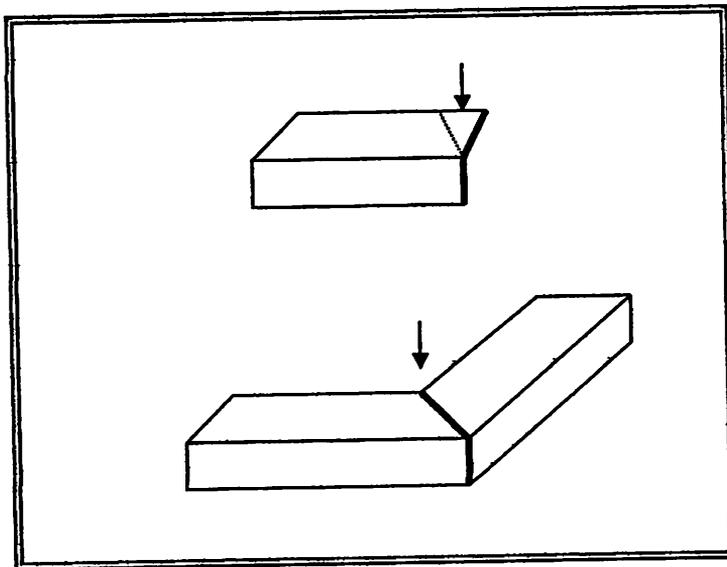


Gambar 4.1

Kerangka kincir angin pembangkit listrik rumah tangga

Pengelasan kerangka dapat terjadi dalam beberapa tahap yaitu:

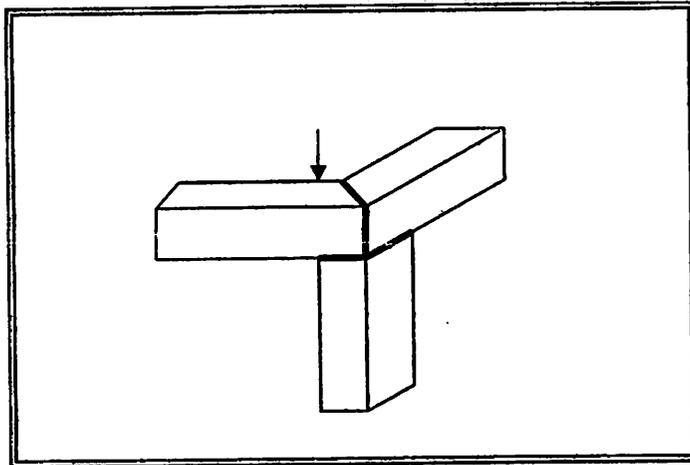
Tahap I konstruksi bagian atas yang terdiri dari empat potong rangka 1A, 2A, 3A, 4A dilas dengan las busur listrik yang terlebih dahulu pada masing-masing ujung potongan dipotong agar menempatkan pada posisi yang siku-siku antara potongan yang satu dengan potongan yang lain seperti gambar 4.2 . Dengan menggunakan pengelasan posisi datar, diameter elektroda 3 mm, voltase 17-21 volt serta arus 110-135 amper.



Gambar 4.2.

Potongan profil

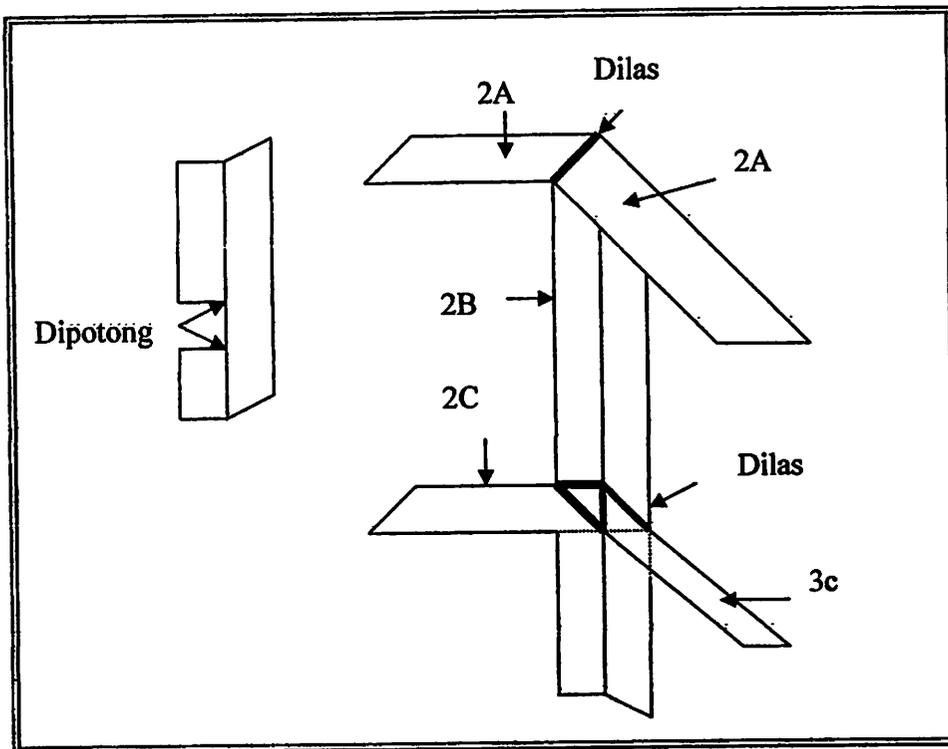
Tahap 2 : untuk pengelasan konstruksi kaki sebagai penopang dari pada bagian atas rangka. Potongan rangka kaki masing-masing 1B, 2B, 3B, 4B dipasang pada tiap-tiap sudut las rangka atas dengan posisi tegak lurus seperti gambar 4.3. pengelasan ini dengan menggunakan diameter elektroda 3 mm dengan voltase 17- 21 volt, arus 110- 135 Amper dan kecepatan 6-8 meter/jam.



Gambar 4.3

Posisi Sambungan Rangka Kaki Dengan Bagian Atas Rangka

Tahap 3 : untuk konstruksi akhir terbagi dalam pengelasan . untuk rangka NO 1C , 2C, 3C dan 4C pengelasannya seperti rangka atas yang pada setiap sudutnya dilas kembali kerangka kaki IB, 2B, 3B, 4B. sehingga terbentuk seperti gambar 4.4. namun rangka kaki no 3B dan dipotong sedemikian rupa agar dapat menyangga rangka 3C dan 1C(gambar 4.4) dan rangka 1C dan 3C dimasukkan kedalam potongan rangka 3B dan 4B seperti gambar 4.5. ditambah lagi rangka no 5C dan 6C untuk posisi memanjang seperti gambar 4.8. sebagai tumpuan motor. Pengelasan yang digunakan adalah las busur listrik dengan posisi datar, berdiameter elektroda 3mm arus 110-135 Amper, voltase 17-21 volt. dan posisi datar 70-80° volt dengan kecepatan 6-8 meter/jam



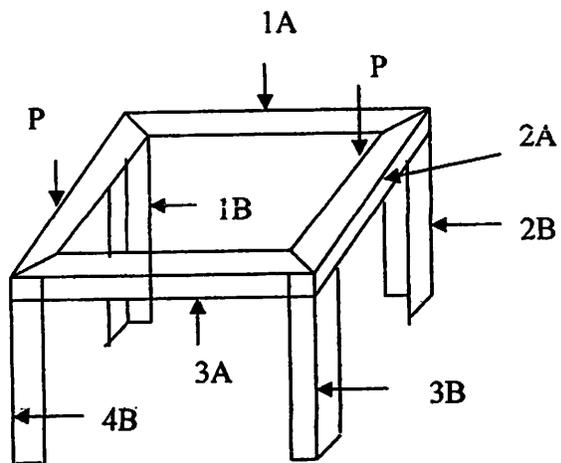
Gambar 4.4.

Sambungan rangka bagian bawah dengan rangka kaki

Gaya –gaya yang terdapat pada sambungan las untuk dianalisa itu tergantung dari operatornya.

Sambungan las terdiri dari dua bagian. Bagian pertama (I) pengelasan bagian atas, dan bagian kedua (II) pengelasan bagian bawah.

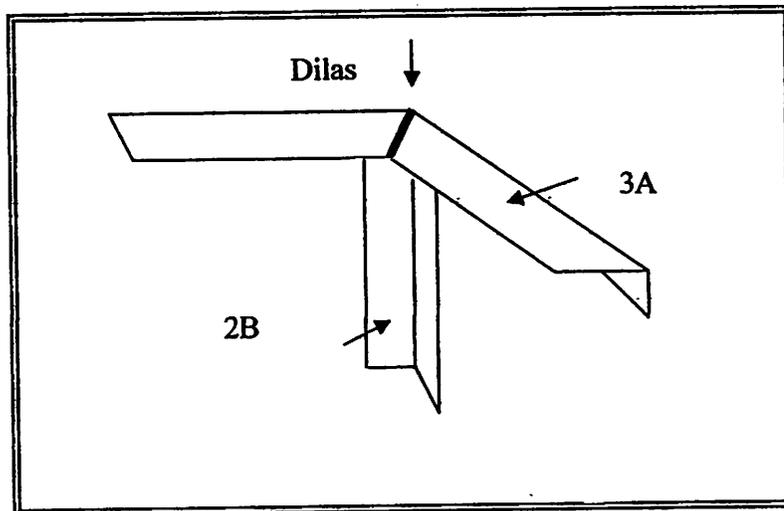
Untuk bagian atas dapat terlihat pada gambar 4.5.dibawah ini:



Gambar 4.5.

Konstruksi rangka atas

Tegangan pada rangka konstruksi rangka bagian atas, dan bearing dapat dipotong oleh rangka kaki yang dapat terlihat jelas pada gambar 4.6.



Gambar 4.6

Sambungan rangka kaki dengan rangka atas

Sehingga untuk las rangka atas kita dapat mengabaikannya, karena gaya dari bearing pada pors sabuk, telah disangga keempat kaki konstruksi.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari perencanaan konstruksi kincir angin pembangkit listrik skala kecil atau untuk rumah tangga, dari uraian diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kincir angin merupakan alat yang dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai suatu alat yang dapat memanfaatkan angin sebagai sumber energi.
2. Dalam pemilihan yang perlu diperhatikan adalah :
 - a) Bahan dasarnya ; bahan yang mempunyai sifat mampu las tinggi
 - b) Bahan las; yang perlu diperhatikan adalah kekuatannya seperti kekuatan tarik las dan mempunyai sifat luluh
 - c) Pada perencanaan ini menggunakan las listrik dengan bahan las jenis elektroda D4301 yang mempunyai kekuatan tarik bahan 43 kg/m^2
3. Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting dalam perencanaan suatu konstruksi. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan atau kerusakan yang perlu diperhatikan adalah bentuk, ukuran dan bahan baut, dan factor yang sangat berpengaruh serta gaya – gaya yang bekerja seperti: Beban statis , beban aksial , dan beban geser
4. Pada konstruksi kincir angin pembangkit listrik skala kecil atau untuk rumah tangga seperti pada gambar 3.1.dapat diketahui. Momen yang paling besar terdapat pada titik M dan A = C dan O dan momen yang paling kecil terdapat pada titik E dan F.

5. Baut yang digunakan ST 37 yang mempunyai kekuatan tarik 43 kg/m^2 dan menggunakan standart baut M 18
6. Tegangan geser baut lebih kecil dari tegangan geser ijin = ($1,22 \cdot 43 \text{ kg/m}^2 < 3,08 \text{ kg/m}^2$ dan untuk mur juga tegangan geser mur lebih kecil dari egangan ijin ($1.366 \text{ kg/m}^2 < 3.08 \text{ kg/m}^2$)

5.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang baik dari perencanaan konstruksi kincir angin pembangkit listrik skala kecil atau untuk rumah tangga sebaiknya kita harus memperhatikan ketelitian pada proses pengelasan kerangka.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Gere & Timoshenko, Mekanika Bahan 2000, Erlangga Jakarta**
2. **G. Nieman 1994, Elemen Mesin, Erlangga Jakarta.**
3. **Harsono Wiryosumarto, 1994, Teknologi pengelasan logam, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.**
4. **J. G. C. Hofsteede, P.J. Kramer, Soemargono 1976, Ilmu Mekanika Teknik, Pradnya Paramita, Jakarta.**
5. **MMEL. Wakil Power Plant, Teknologi Mc. Graw, 1998.**
6. **Sularso, 1997, Elemen Mesin, Pradnya Paramita Jakarta**
7. **Zainun Achmad, 1999, Elemen Mesin I PT . Rafika Additama, Bandung**



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, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 01 Pebruari 2006

Nomor : ITN-30/I.TA/8/06
 Lampiran : _____
 Perihal : *Bimbingan Tugas Akhir.*

Kepada : *Yth. Sdr/i. Ir.-Soeparno Djiwo, MT*
 Dosen Institut Teknologi Nasional
 Di

Malang.

Dengan hormat.

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan **Tugas Akhir** untuk mahasiswa:

Nama : Ardianus Abur
 NIM : 0151112
 Semester : IX (sembilan)
 Jurusan : Teknik Mesin Diploma Tiga (D. III)
 Fakultas : Teknologi Industri

Maka dengan ini pembimbingan Tugas Akhir tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara/i selama 1 (Satu) semester ,sebagai dosen pembimbing pertama / kedua terhitung mulai tanggal *01 Pebruari s/d 01 Juli 2006*

Adapun tugas tersebut untuk memenuhi persyaratan di dalam menempuh Ujian Tugas Akhir Diploma Tiga.

Demikian agar maklum, dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan banyak terima kasih.

Jurusan Teknik Mesin Diploma Tiga (D. III)

Ketua



Ir. Drs. Moch. Trisno, MT. #

NIP.: 130 930165231

Tembusan kepada Yth.:

1. Mahasiswa yang bersangkutan.
2. Arsip.



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, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Nama Mahasiswa | : Ardianus Abur |
| 2. NIM | : 01.51.112 |
| 3. Jurusan | : Teknik Mesin Diploma Tiga (D-III) |
| 4. Konsentrasi | : Manufaktur |
| 5. Program Studi | : Diploma Tiga (D-III) |
| 6. Judul Tugas Akhir | : Perencanaan Konstruksi Kerangka Kincir
Angin Pembangkit Listrik Skala Kecil
Atau Untuk Rumah Tangga. |
| 7. Tanggal Mengajukan Tugas Akhir | : 03 Januari 2006 |
| 8. Tanggal Menyelesaikan Tugas Akhir | : 05 Agustus 2006 |
| 9. Dosen Pembimbing | : Ir. Soeparno Djiwo, MT |
| 10. Telah dievaluasi dengan nilai | : 85 |

Malang, 23 November 2006

Mengetahui,
Dekan F.T.I

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y : 101 8100 036

Dosen Pembimbing

Ir. Soeparno Djiwo, MT
NIP. 101 8600 128

LEMBAR ASISTENSI

Nama : ADIANUS ABUR
NIM : 01.51.112
Jurusan : Teknik Mesin D. III
Konsentrasi : Manufaktur
Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT
Nilai :

NO	Tanggal konsultasi	Materi konsultasi	Tanda tangan
1	21- 02 -2006	Refisi Bab I	
2	22- 02 -2006	ACC Bab I	
3	21 -07 - 2006	Refisi Bab II	
4	25- 07 – 2006	ACC Bab II	
5	27- 07 – 2006	Refisi Bab III	
6	31 – 07 – 2006	ACC Bab III	
7	01 – 08 – 2006	Refisi Bab IV	
8	02 – 08 - 2006	ACC Bab IV	
9			
10			

Lampiran I

Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Konstruksi Kincir Angin

No	Keterangan	Notasi	Hasil	Satuan
1	Perencanaan konstruksi kincir angin pembangkit listrik skala kecil			
	1. Titik A, E dan B			
	a. Reaksi	R	7,5	Kg
	b. Beban	P	20	Kg
	c. Momen	M	300	KgCm
	2. Titik C, F dan D			
	a. Reaksi	R	7,5	Kg
	b. Beban	P	20	Kg
	c. Momen	M	300	KgCm
	3. Titik E dan F			
	a. Reaksi	R	10	Kg
	b. Beban	P	20	Kg
	c. Momen	M	250	KgCm
	4. Titik G, K dan H			
	a. Reaksi	R	22,2	Kg
	b. Beban	P	50	Kg
	c. Momen	M	1000	KgCm
	5. Titik I, L dan J			
	a. Reaksi	R	22,2	Kg
	b. Beban	P	50	Kg
	c. Momen	M	999	KgCm
	6. Titik K dan L			
	a. Reaksi	R	25	Kg
	b. Beban	P	50	Kg
c. Momen	M	625	KgCm	

	7. Titik M dan A = C dan O a. Reaksi b. Beban c. Momen	R P M	25 50 2500	Kg Kg KgCm
2	Pemilihan bahan konstruksi kincir pembangkit listrik skala kecil atau untuk rumah tangga 1. Bahan bakar 2. Tegangan tarik bahan 3. Dimensi	ST σ tarik PxLxT	37 37 35x35x4	
3	Kekuatan sambungan las 1. Luas lasan 2. Tegangan geser 3. Momen banding 4. Tegangan geser maksimal lasan	A σ s MB σ s maks	559,4 0,019 2,95360 355,4	mm ² Kg/mm ² Kg/mm Kg/mm ²
4	Kekuatan sambungan mur dan baut 1. Tegangan tarik bahan 2. Tegangan tarik ijin 3. Tegangan geser mur 4. Tegangan geser σ s ijin	σ tb σ ijin σ s mur σ s ijin	3,266 6,16 1,366 3,08	Kg/mm ² Kg/mm ² Kg/mm ² Kg/mm ²

Tabel 4.2. Macam – macam dan fungsi bahan fluks

Bahan Fluks \ Pengaruh	Peman- tap busur	Pemben- tuk terak	Deoksi- dator	Oksi- dator	Pem- bentuk gas	Penambah- an unsur paduan	Penguat pembung- kus	Pengi- kat fluks
Selulosa			○		○		○	
Lempung Silikat	○	○						
Talck	○	○						
Titanium oksida	○	○						
Ilmenit	○	○						
Feroksida	○	○		○				
Kalsium karbonat	○	○		○	○			
Ferro mangan		○	○			○		
Mangan dioksida		○		○		○	○	
Pasir Silisium		○		○		○		
Kalium silikat	○	○						○
Natrium silikat	○	○						○

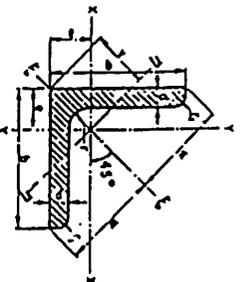
- Fungsi utama
○ Fungsi tambahan

Tabel 4.3. Sifst – sifst meksnik lasan (elektroda terbungkus untuk lasan)

Jenis elektroda	Jenis fluks pembungkus	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Keku- atan luluh (kg/mm ²)	Perpan- jangan (%)	Energi terterap (0°C - V) (kg-m)
D4301	Ilmenit	43	35	22	4,8
D4303	Titania kapur	43	35	22	2,8
D4311	Selusosa tinggi	43	35	22	2,8
D4313	Titan oksida tinggi (rutil)	43	35	17	—
D4316	Hidrogen rendah	43	35	25	4,8
D4324	Titan oksida serbuk besi	43	35	17	—
D4326	Serbuk-besi hidrogen rendah	43	35	25	4,8
D4327	Serbuk besi-besi oksida	43	35	25	2,8
D4340	Serbuk besi khusus	43	35	22	2,8

Tabel 4.4. baja siku sama kaki

pandjang biasa 3 ÷ 15 m



F = penampang
 I = momen kelambatan
 W = momen tahanan
 i = jari-jari kelambatan = $\sqrt{\frac{I}{F}}$
 k = kolisen profil = $\frac{F'}{F} = \frac{F'}{F^2}$

L	ukuran dalam mm				F cm ²	berat kg/m	jarak titik berat dalam cm			F _x -fy cm ⁴	W _x -Wy cm ³	i _x -fy cm	A _x -Ay
	b	d	r	r ₁			x	y	z				
15-15-3	15	3	3,5	2	0,22	0,64	0,48	1,06	0,67	0,15	0,15	0,43	4,48
15-15-4	15	4	4	2	1,03	0,82	0,51	1,06	0,73	0,19	0,19	0,42	5,81
20-20-3	20	3	3,5	2	1,12	0,88	0,60	1,41	0,85	0,39	0,28	0,59	3,23
20-20-4	20	4	4	2	1,45	1,14	0,64	1,41	0,90	0,48	0,35	0,58	4,38
25-25-3	25	3	3,5	2	1,42	1,12	0,73	1,77	1,03	0,79	0,45	0,75	2,56
25-25-4	25	4	4	2	1,65	1,45	0,76	1,77	1,08	1,01	0,58	0,74	3,38
30-30-3	30	3	3	2,5	2,28	1,77	0,80	1,18	1,13	1,18	0,69	0,72	4,32
30-30-4	30	4	4	2,5	1,74	1,36	0,84	2,12	1,18	1,41	0,85	0,90	2,14
30-30-5	30	5	5	2,5	2,27	1,78	0,89	2,12	1,24	1,61	0,89	0,89	2,65
35-35-4	35	4	4	2,5	2,76	2,18	0,92	2,47	1,30	2,16	1,04	1,04	3,56
35-35-6	35	6	5	2,5	2,67	2,10	1,08	2,47	1,53	2,90	1,18	1,05	2,41
40-40-4	40	4	4	3	3,08	2,42	1,12	2,83	1,58	4,48	1,36	1,21	2,12
40-40-5	40	5	6	3	3,79	2,97	1,16	2,83	1,64	5,43	1,91	1,20	2,44
40-40-6	40	6	6	3	4,48	3,52	1,20	3,18	1,70	6,33	2,26	1,19	3,16
45-45-5	45	5	7	3,5	4,30	3,38	1,28	3,18	1,81	7,83	2,43	1,33	3,29
45-45-7	45	7	7	3,5	5,88	4,60	1,34	3,18	1,92	10,4	3,31	1,33	3,29
50-50-5	50	5	7	3,5	4,80	3,77	1,40	3,18	1,98	10,4	3,31	1,33	3,29
50-50-6	50	6	7	3,5	5,69	4,47	1,45	3,54	2,04	12,8	3,61	1,51	2,10
50-50-7	50	7	7	3,5	6,56	5,15	1,49	3,54	2,11	14,6	4,15	1,59	2,57
55-55-6	55	6	8	4	8,24	6,47	1,56	3,89	2,21	17,9	5,30	1,47	3,08
55-55-8	55	8	8	4	6,21	4,92	1,64	3,89	2,21	17,3	4,40	1,66	2,30
55-55-10	55	10	8	4	8,22	6,46	1,72	3,89	2,32	22,1	5,72	1,62	3,88
60-60-8	60	8	8	4	10,1	7,90	1,72	4,24	2,43	28,8	6,97	1,82	2,09
60-60-10	60	10	8	4	6,91	5,42	1,69	4,24	2,39	22,8	5,29	1,82	2,09
60-60-12	60	12	8	4	9,03	7,09	1,77	4,24	2,59	29,1	6,88	1,80	2,82
65-65-7	65	7	9	4,5	11,1	8,59	1,85	4,60	2,62	31,9	8,41	1,94	3,52
65-65-9	65	9	9	4,5	8,70	6,83	1,85	4,60	2,62	31,9	8,41	1,94	3,52
65-65-11	65	11	9	4,5	11,2	8,52	1,93	4,60	2,81	48,6	10,8	1,91	3,56
70-70-7	70	7	9	4,5	9,40	7,38	1,97	4,95	2,79	42,4	8,43	2,12	2,90
70-70-9	70	9	9	4,5	11,9	9,34	2,05	4,95	2,90	52,0	10,6	2,10	2,70
70-70-11	70	11	9	4,5	14,3	11,2	2,13	4,95	3,01	67,8	12,7	2,08	3,32
75-75-7	75	7	10	5	10,1	7,94	2,09	5,30	2,95	52,4	9,67	2,28	1,95
75-75-8	75	8	10	5	11,5	9,03	2,13	5,30	3,01	58,9	11,0	2,26	2,24
75-75-10	75	10	12	5	14,1	11,1	2,29	5,30	3,12	71,4	13,5	2,25	2,78
75-75-12	75	12	12	5	16,7	13,1	2,29	5,30	3,24	82,4	15,8	2,22	3,40

Tabel. 4.5. Faktor koreksi

Mesin yang digerakkan		Penggerak					
		Momen puntir puncak 200%			Momen puntir puncak > 200%		
		Motor arus bolak-balik (momen normal, sangkar bajing, sinkron), motor arus searah (lilitan shunt)			Motor arus bolak-balik (momen tinggi, fasa tunggal, lilitan seri), motor arus searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah jam kerja tiap hari		
		3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
Variasi beban sangat kecil	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kW) pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Variasi beban kecil	Konveyor sabuk (pasir, batu bara), pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5 kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin percetakan.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variasi beban sedang	Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, gilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Variasi beban besar	Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol, kalender:)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

Tabel 4.6. Elektroda terbungkus untuk baja bejana kuat menurut JIS Z3212 – 1976

(a) Parameter pengelasan

Klasifikasi	Jenis fluks	Posisi pengelasan	Jenis listrik
D 5001	Ilmenit	F, V, OH, H	AC atau DC (\pm)
D 5003	Kapur-titania	F, V, OH, H	AC atau DC (\pm)
D 5016 D 5316 D 5816	Hidrogen rendah	F, V, OH, H	AC atau DC (\pm)
D 5026 D 5326 D 5826	Serbuk besi hidrogen rendah	F, H-Fil	AC atau DC (\pm)
D 5000 D 5300	Jenis khusus	F, V, OH, H H-Fil	AC atau DC (\pm)

- Catatan: 1. F = datar, V = Vertikal, OH = atas kepala
H = horizontal, H-Fil = horizontal sudut,
2. AC: arus bolak balik, DC (\pm): Arus searah polaritas ganda
DC (+): Arus searah polaritas balik

(b) Sifat mekanik

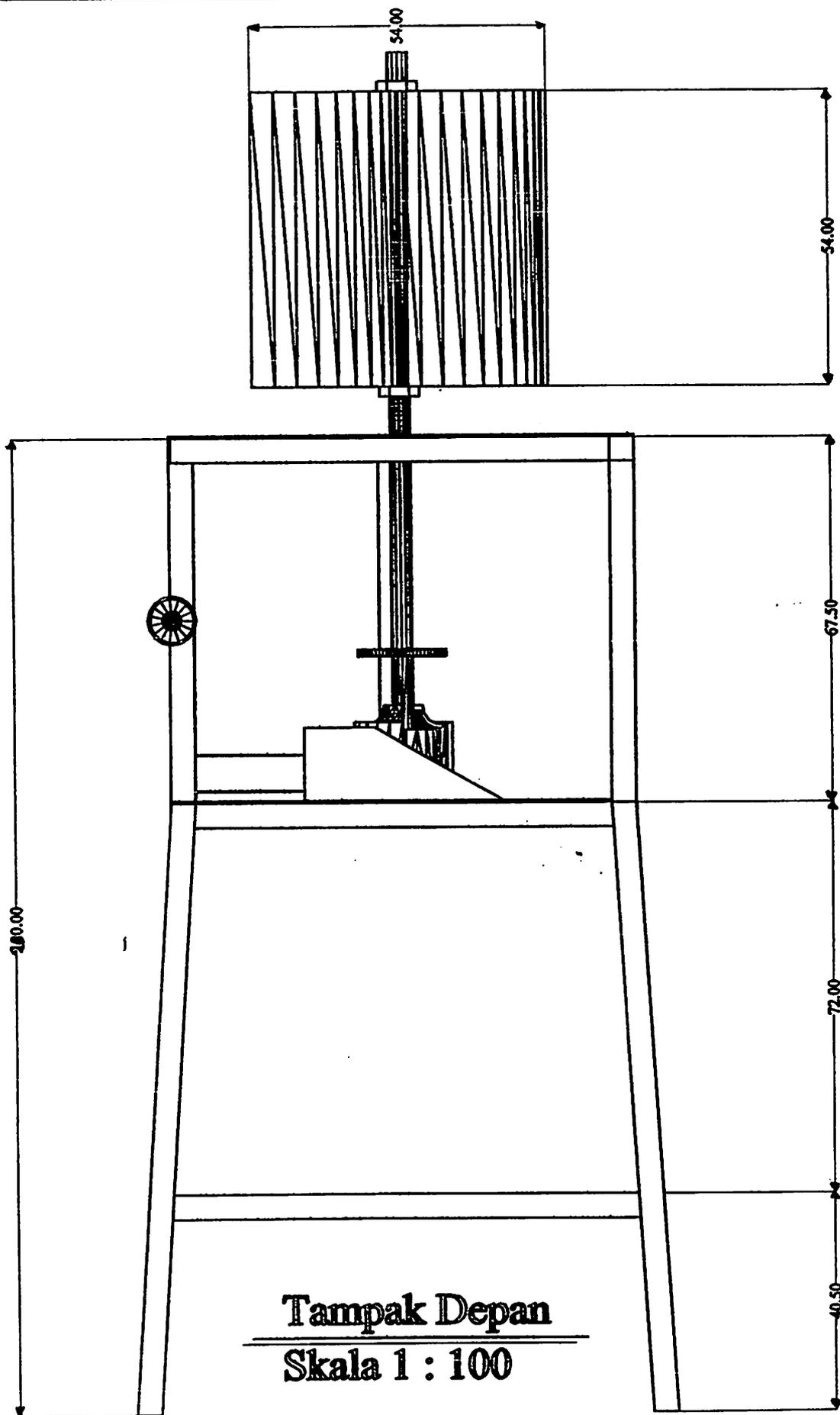
Klasifikasi	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Uji tumbuk	
				Suhu uji (°C)	Energi tersekap (kg-m)
D 5000 D 5001 D 5003	50	50	20	0	4,8
D 5016 D 5026 D 5300	53	42	18	0	4,8
D 5316 D 5326	53	42	20	0	4,8
D 5816 D 5826	58	50	18	-5	4,8

Tabel 4.7. Kecepatan angin di beberapa kota di Indonesia

Stasiun	Kecepatan Angin Rata-rata											Kecepatan Maksimum	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		D
Jawa													
Bandung	17	15	13	7	6	7	7	7	9	9	9	9	40
Jakarta (H)	11	13	11	7	7	7	6	7	7	7	7	7	58
Madiun	28	15	17	15	19	24	28	24	28	24	24	15	53
Jakarta (K)	9	11	7	6	7	7	7	7	7	7	7	9	41
Semarang	22	19	19	15	15	15	13	15	15	13	11	11	41
Sumatera													
Banda Aceh	15	15	13	11	11	13	15	19	15	TA	11	13	50
Bengkulu	6	6	6	6	4	6	4	4	4	7	7	9	41
Medan	13	13	17	13	9	11	11	9	11	11	11	TA	33
Padang	6	6	9	7	7	7	9	7	9	9	9	6	69
Palembang	15	13	13	9	9	9	11	9	9	9	9	9	58
Pangkalpinang	17	13	15	11	11	15	15	17	11	13	9	9	41
Nusa Tenggara													
Denpasar	24	19	15	7	17	19	15	17	19	17	19	9	58 ✓
Pasirpanjang	33	11	10	9	24	31	26	22	22	19	15	11	83

Sumber : Pusat Meteorologi dan Geofisika, Jakarta (1974).

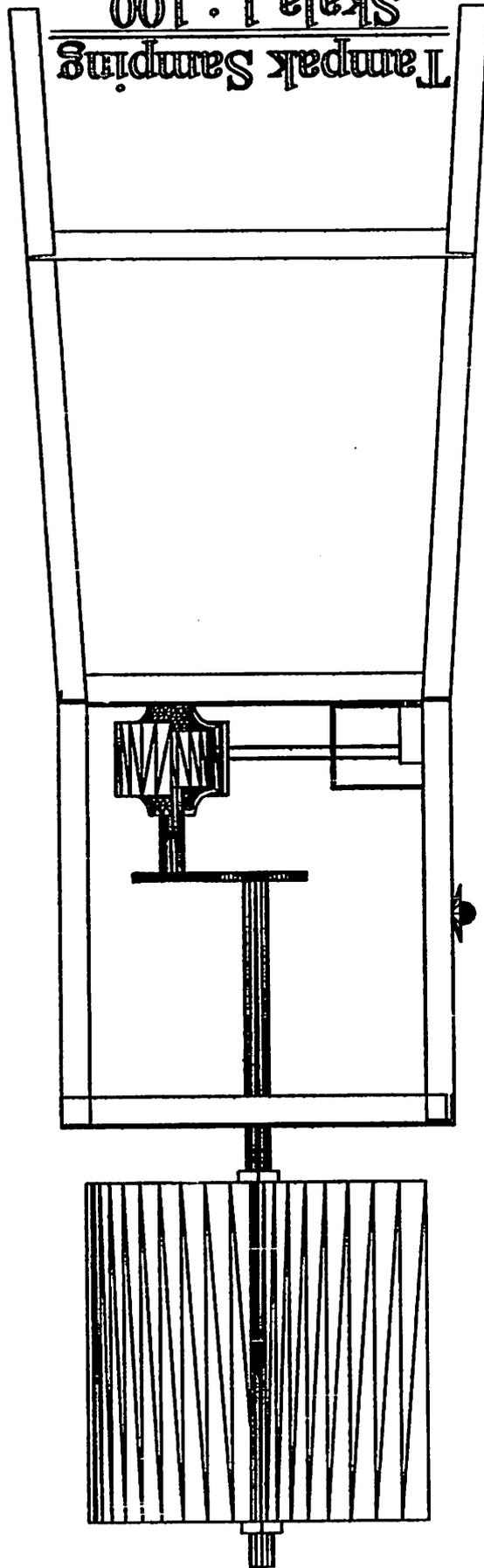
Catatan: H = Halim, K = Kemayoran; TA = Tidak ada data.

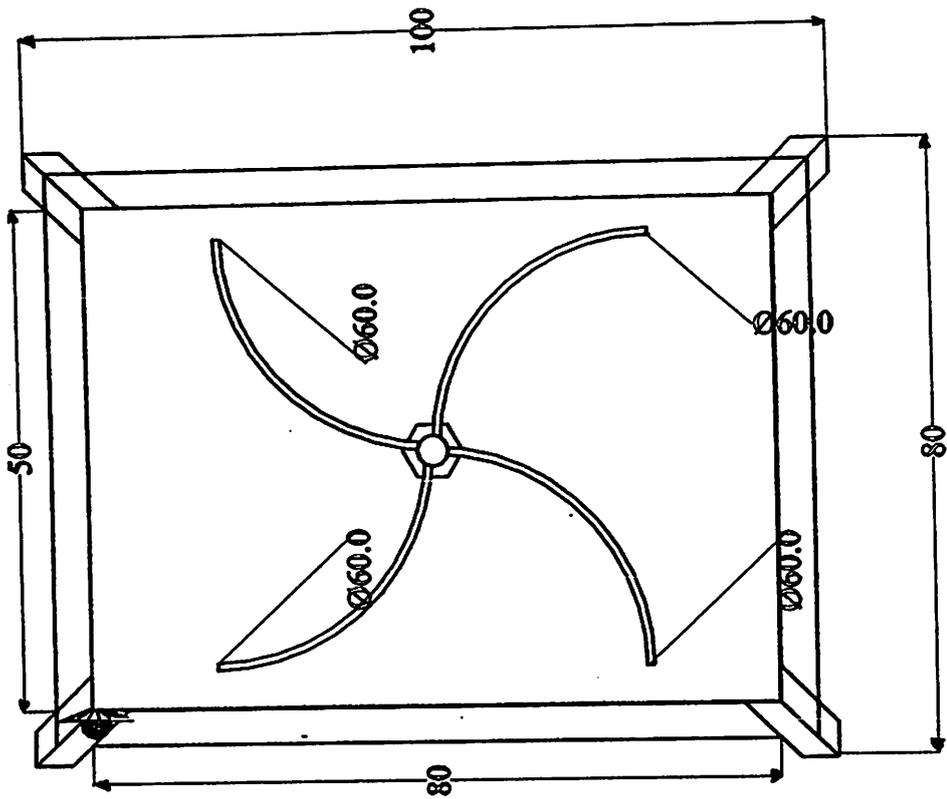


Tampak Depan

Skala 1 : 100

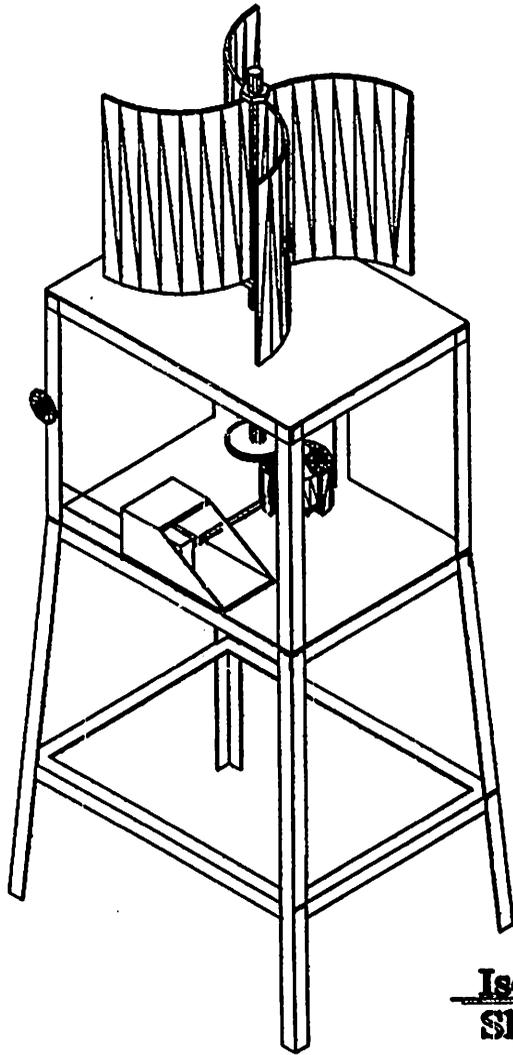
Tampak Samping
Skala 1 : 100



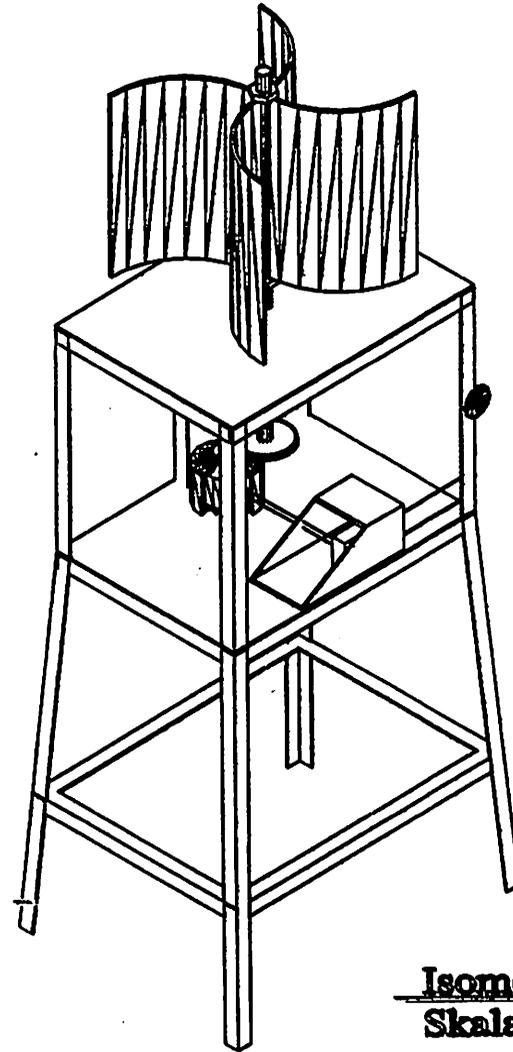


Tampak Atas

Skala 1 : 100



Isometri Kiri
Skala 1 : 150



Isometri kanan
Skala 1 : 150