

**PEMBUATAN EKOR PENGARAH DAN MODIFIKASI
BALING-BALING PADA KINCIR ANGIN MULTI BLADE**

PROYEK AKHIR

*Diajukan Kepada Tim Penguji Jurusan Teknik Mesin,
Untuk Mendapatkan Gelar Diploma Tiga (D III)*



Oleh :

RAFIUL HADI

1104985 / 2011

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2015**

HALAMAN PERSETUJUAN PROYEK AKHIR
PEMBUATAN EKOR PENGARAH DAN MODIFIKASI BALING-BALING
PADA KINCIR ANGIN MULTI BLADE

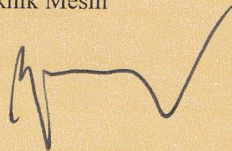
Oleh :

Nama : RAFIUL HADI
BP/NIM : 2011/1104985
Konsentrasi : Konstruksi
Jurusan : Teknik Mesin
Program Studi : Diploma III
Fakultas : Teknik

Disetujui :

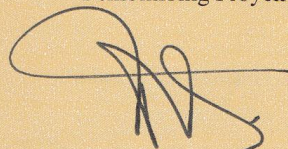
Padang, 29 Januari 2015

Ketua Program D III,
Teknik Mesin



Zonny Amanda Putra, ST. MT
NIP.19651023 199601 1 001

Mengetahui,
Pembimbing Proyek Akhir



Drs. Hasanuddin, M.S
NIP.19550520 198003 1 005

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Drs. Nelvi Erizon, M.Pd
NIP. 1962_0208 198903 1 002

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN PROYEK AKHIR

Dengan ini menyatakan bahwa proyek akhir yang berjudul :

“PEMBUATAN EKOR PENGARAH DAN MODIFIKASI BALING- BALING PADA KINCIR ANGIN MULTI BLADE”

Oleh :

Nama	: RAFIUL HADI
BP/NIM	: 2011/1104985
Konsentrasi	: Konstruksi
Jurusan	: Teknik Mesin
Program Studi	: Diploma III
Fakultas	: Teknik

Dinyatakan **LULUS** Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Proyek
Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri
Padang Pada Tanggal, 29 Januari 2015

Padang, 29 Januari 2015

Tim Penguji,

1. Drs. Hasanuddin, M.S
2. Drs. Purwantono, M.Pd
3. Hendri Nurdin, MT

Tanda Tangan

1.....
2.....
3.....

HALAMAN



PERSEMBAHAN

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Maka apabila kamu telah selesai dari (sesuatu urusan). Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanlah hendaknya kamu berharap.

(Qs. Alam Nasyrah 6-8)

Dan apabila dikatakan : Bangunlah (berdirilah) kamu, Niscaya Allah akan meningkatkan orang-orang Yang beriman diantara kamu .Dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat. Sesungguhnya Allah Yang Maha Mulia Mengetahui Apa yang kamu kerjakan.

(Qs. Al-Mujadalah)

Puji dan syukur pada-MU Ya Allah Berkat rahmat-Mu,

tersusun sebuah karya kecil, Namun bermakna besar bagiku. Ya Allah.

Tiada tempat berlindung Bagiku, selain dibawah naungan belas kasih-Mu. Aku tahu, tidak mudah bagiku menjalani hidup yang penuh tantangan. Itu hanya sebuah keteguhan hati dan Karena itu Aku datang dan memohon rahman dan rahim-Mu. Bila Engkau berkenan memeberikan ujian padaku, berilah keteguhan hati dan kesabaran, bangunkanlah aku ditengah malam,

gerakkanlah bibirku untuk menyebut kalimat-kalimat yang membesarkan asma-Mu.

Basahi sajadahku dengan airmata khusukan. Dikala aku merintih dihadapan-Mu dan jadikanlah saat-saat seperti ini saat yang paling menentramkan dihatiku.

Ya Robbiku cintakan aku dan biasakanlah iman itu pada jantungku.

Bencikan aku pada kekhufuran, kegelisahan Dan kemaksiatan.

Harapanku, semoga aku tidak tersingkir dari pintu rahmatMu.

Ya TuhanKu...terhadap keagunganMu. Engkau Maha mengetahui kepada hambaMu, yang terbelenggu oleh rantai besi dosa-dosa. Engkau penolong hamba-Mu yang memohon pertolongan. Tiada tempat untuk melepaskan dahaga, selain lautan maafMu. Dan tiada pintu yang kutuju selain rahmat-Mu.

Kupersembahkan Karya ku Ini Buat :

Ayahanda Tercinta (Syafuruddin. S) dan Ibunda Tercinta (Irmalis)

Terimalah Karya ku ini sebagai bhakti dan terima kasihku.

Atas segala cinta dan pengorbanan yang telah diberikan demi mencapai.

Impian ananda dimasa depan, semoga karya kecil ku ini dapat menghapus

Setiap tetes keringat, mengobati setiap luka yang tergoreskan dan

menjawab setiap doa dan harapan ibunda dan

ayahanda tercinta.

Thank's to :

My Sister's (Ika Irsuryani)

Atas segala perhatian dan support yang diberikan, aku bisa seperti ini.

Semoga aku bisa Menjadi harapan dan sebagai adik yang baik,

dimata kalian, dimata ibunda Tercinta Dan Ayahanda Tercinta.

Terima kasih telah yang memberikan semangat kepadaku dan sebagai motivator agar aku dapat menyelesaikan studi diploma ini dengan segera.

Thank's to My friend's :

Teman yang telah bersama, selama itu pula sakit dan senang kita rasakan bersama :

Sheila Ramadianti (Sayangku yang selalu hadir untuk memberi semangatku, Terima kasih sayang)

Bg Stevand R(senior teknik, terima kasih atas bantuannya selama ini)

Fikri Tembilahan dan Meri Pasaman (Teman seperjuanganku, terima kasih atas segala masukan dan suportnya)

Allan, Irsad, Fadli (Kawan wak la wisuda dulu, terima kasih atas masukan dan suportnya)

Athem Spilger (Kawan wak yang la wisuda lo, terima kasih atas segala masukan dan suportnya)

Fahrid, Lutfi, Dana(terima kasih atas segala masukan dan suportnya)

Whidyanra (Kawan kps, bilo main kps lai widi suntuak a... terima kasih atas segala waktunya)

Remon, Wanda, Fadli, Gino (Terima kasih atas segala masukan dan suportnya)

Bonix, Wan Fakru (Terima kasih atas segala masukan dan suportnya)

Togar, Zendri Botak Nofriki ucoK, Bernal (Terima kasih atas segala masukan dan suportnya)

Terima kasih kepada Saudara-saudaraku, Abang, Kakak, dan Teman-teman ku seperjuangan yang tidak bisa ku sebutkan satu persatu...!



Dengan berakhirnya selangkah perjalanan ini semoga menjadi langkah awal untuk meraih sukses dimasa depan. Amin

Sahabatku.

Tautan hati memuat makna hati.

Lembaran Kesunyian isyaratkan impian

Usapan tawa, tangisan kita raih bersama

Aliran sunyi senyap mengalunkan melodi diri

Terlatih kita pernah kita lupa

Alunan makna kita takkan terulang.

Pertenggaran adalah suatu hiasan diri

Bahikan kita kan selalu disini.

Sahabat.

Pernah terlupakan

Bahwa kita selalu sejawat

Merepik makna lewatkan emosi.

Baik kita lupakan sejenak.

Berjalan, bernyanyi, di atas

Suatu lingkaran hati

Tak perlu perih mimpi itu.

Semua hanya untuk impian.

Dalam keegoisan nurani diri.

Sahabatku semuanya.

Serendah tutur kata nan terucap bagaikan rendahnya palung di dasar lautan,

Terima kasih ku ucapkan dari lubuk hati yang terdalam.

Allan (kuku balang), Adi (manen), Atim (teman), Farid (FFA Game's), Khai (manyuak), Rocky (kiri), Lutfhi (kw), Andre (ajo), Irsaf (mandan).

In my best friends semoga kita selalu menjadi yang terbaik untuk waktu yang terus berjalan,

Bersama melangkah dalam iringan waktu.

*Alfajri (pajid), Anzar (aan), Dony (pardy), Bg aik (ganteng) , Nanda (musisi), Yoga (bulleK),
Widhyandra.*

Dan semua sahabat yang tak disebutkan namanya satu persatu.

Sahabat semua harus dikejar, hingga semua dapat diraih.

Semoga mimpi indah kita akan nyata adanya.

Amin.....



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Jln. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar, Padang 25131 Telp. 0751-7053363

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RAFIUL HADI
NIM/TM : 1104985/2011
Program Studi : Diploma Tiga (D3)
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : TEKNIK

Dengan ini menyatakan, bahwa Proyek Akhir saya dengan judul **“PEMBUATAN EKOR PENGARAH DAN MODIFIKASI BALING-BALING PADA KINCIR ANGIN MULTI BLADE”** adalah benar hasil karya saya dan bukan merupakan karya dari orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat, maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun masyarakat dan Negara. Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 29 Januari 2015

Saya yang menyatakan



Rafiul Hadi

NIM. 1104985

ABSTRAK

Rafiul Hadi. 2015. Pembuatan Ekor Pengarah dan Modifikasi Baling-baling pada Kincir Angin Multi Blade

Dalam upaya pemanfaatan energi angin ini masih belum optimal, karena terbatas dalam mendapatkan suatu bentuk sistem yang memberikan solusi atas sejumlah kelemahan-kelemahan pada energi angin, seperti: tidak kontinu dan konstannya energy kinetic angin dari gerak/kecepatannya (berfluktuasi), rendah dan terbatasnya kapasitas energi yang bisa dimanfaatkan. Selain itu, kelemahan-kelemahan dari aspek potensi juga masih terbatas dan belum didapatkannya model dan desain sistem konversi energi yang optimal, seperti: besarnya diameter rotor, ketinggian penempatannya diatas permukaan tanah, transmisi putaran dan tenaga untuk meningkatkan *revolutionary energy*.

Pembuatan ini bersifat pengembangan dan memodifikasi kincir angin yang telah di buat sebelumnya. Kincir angin ini nantinya akan diterapkan dan dibatasi penempatannya, yaitu pada kawasan pesisir pantai kota Padang, terutama daerah pesisir pantai yang memiliki potensi angin yang bagus. Aspek-aspek yang dirancang pada kincir angin ini antara lain berkaitan dengan ukuran diameter rotor kincir, ekor pengarah, transmisi roda gigi, poros penghubung, transmisi sabuk, dan kontruksi menara.

Berdasarkan data kecepatan angin dari BMKG Maritim teluk bayur padang, rata-rata kecepatan angin dikawasan pesisir pantai kota Padang setiap harinya adalah 5,5 m/s (data diambil tanggal 10 mei 2014). Pada kecepatan angin 5,5 m/s, kincir angin yang cocok dan akan direncanakan adalah kincir angin multiblade, dengan rancangan diameter rotor kincir sebesar 4300 mm, jumlah sudu-sudu 16 buah dan dipasang pada menara ketinggian 8400 mm dimana kapasitas daya yang dihasilkan adalah sebesar 461,44 Watt serta putaran rotor kincir tersebut sebanyak 24,30 rpm. Kemudian dengan menggunakan sistem transmisi roda gigi planet diferensial gardan mobil dengan perbandingan giginya sebesar 6,5. Sehingga putaran *output* dari poros kincir angin menjadi 157,95 rpm. Kemudian untuk memperbesar momen putaran *output* digunakan transmisi puli dan sabuk dengan perbandingan diameter puli ini sebesar 3,2 sehingga putaran *output* kincir angin untuk memutar generator listrik tersebut menjadi 505,44 rpm.

KATA PENGANTAR



Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat mengajukan proyek akhir ini dengan judul **“Pembuatan Ekor Pengarah dan Modifikasi Baling-baling Pada Kincir Angin Multi Blade”** Shalawat beriring salam tak lupa juga penulis sampaikan kepada arwah junjungan Nabi Besar Muhammad Sallallahu A'laihi Wassallam yang telah membawa kita dari alam kegelapan ke alam yang penuh dengan peradaban seperti yang kita rasakan saat ini.

Proyek akhir ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi Diploma Tiga (D III) di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Proses proyek akhir ini penulis banyak mendapat bantuan berupa pemikiran, pengarahan, dorongan moril dan materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Nelvi Erizon, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin FT UNP.
2. Bapak Arwizet K, ST.MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin FT UNP.
3. Bapak Zonny Amanda Putra, ST.MT selaku ketua prodi D3 Teknik Mesin FT UNP.

4. Bapak Drs. Hasanuddin, M.S selaku Pembimbing Proyek Akhir yang telah meluangkan banyak waktu untuk membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.
5. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd selaku dosen penguji.
6. Bapak Hendri Nurdin, MT selaku dosen penguji.
7. Staf Dosen dan Teknisi Jurusan Teknik Mesin FT UNP.
8. Teristimewa kepada kedua orang penulis yang selalu memberikan do'a restu dan motivasi penuh sehingga penulis bisa menyelesaikan Proyek Akhir ini, terima kasih.
9. Semua sahabat, teman dan rekan-rekan Teknik Mesin yang telah banyak membantu dan semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung demi terselesaikannya proyek akhir ini. Semoga segala amal kebaikan secara berlipat ganda oleh Allah Subhanahu Wata'ala Amin ya rabbal'alamin.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan proyek akhir ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca dan semua pihak demi kesempurnaan proyek akhir ini pada masa yang akan datang.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan berharap semoga proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi diri penulis sendiri dan bagi semua para pembaca Amin ya rabbal'alamin.

Padang, 26 Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PROYEK AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN PROYEK AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN.....	viii
ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Proyek Akhir	4
F. Manfaat Proyek Akhir.....	5
G. Metodologi Penulisan Proyek Akhir	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Umum.....	6
B. Prinsip Kerja Kincir Angin.....	11
C. Jenis-jenis Kincir Angin	11
D. Bentuk Ekor Pengarah Tipe Multi Blade	13
E. Definisi Ekor Pengarah dan Baling-baling	14
F. Tujuan Dasar Perancangan.....	19
G. Dasar Pemilihan Bahan	20
H. Identifikasi Alat dan Mesin Yang Digunakan	22

BAB III. METODE PEMBUATAN

A. Komponen Kincir Angin.....	44
B. Waktu dan Tempat.....	45
C. Pembuatan Gambar.....	46
D. Tahapan Proyek Akhir.....	46
E. Desain CAD.....	46
F. Proses Pembuatan.....	48
G. Proses <i>Finishing</i>	53
H. Rancangan Anggaran Biaya	54

BAB. IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pembuatan Ekor Pengarah dan Modifikasi Baling-baling.	57
B. Pengujian.....	58
C. Perhitungan.....	60
D. Perawatan dan Perbaikan Secara Umum.....	64
E. Perawatan dan Perbaikan Ekor Pengarah dan Baling-baling.....	65

BAB. V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	67
B. Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kincir Angin Sumbu Horizontal dan Sumbu Vertikal	13
2. Ekor Pengarah Tipe <i>Multi Blade</i>	14
3. Mistar Baja	23
4. Mistar Gulung	24
5. Mistar Siku	24
6. Pengukuran Benda Kerja Yang Tidak Rata	25
7. Cara Melakukan Pengukuran Dengan Siku	25
8. Penggores	25
9. Penitik Garis	26
10. Penitik Pusat Meja Rata	26
11. Meja Rata	27
12. Palu	27
13. Mesin Gerinda Potong	28
14. Mesin bor <i>Portable</i>	29
15. Mesin Bor Meja	29
16. Mata Bor	31
17. Perlengkapan Mesin Las	34
18. Pemegang Elektroda	36
19. Klem Masa	36
20. Palu Terak	37
21. Sikat Baja	37
22. Kacamata Las	38
23. Sarung Tangan	38
24. Elektroda Terbungkus	38
25. Gerinda <i>Portable</i>	43
26. Komponen-komponen Kincir Angin	44
27. Ekor Pengarah	47
28. Bentuk Baling-baling	48

29. Ekor Pengarah Kincir Angin	48
30. Baling-baling	51
31. Bentuk Ekor Pengarah	57
32. Bentuk Baling-baling	58
33. Rotor Kincir	60
34. Sudu kincir	62
35. Ekor pengarah angina	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kondisi Angin dan Tingkat Kecepatan Angin 10 Meter Di Atas PermukaanTanah.....	8
2. Batas Minimum dan Maksimum Energi Angin Yang Dapat Dimanfaatkan Untuk Menghasilkan Energi Listrik.....	9
3. Hubungan Daya Kincir, Diameter Rotor Sudu dan Kecepatan Angin Untuk KincirA Dengan Banyak Sudu (<i>Multi Blade</i>).....	17
4. Macam-macam Sudut Mata Bor dan Kegunaannya.....	32
5. Pemilihan Arus Listrik.....	42
6. Biaya Pembelian Alat dan Bahan.....	55
7. Biaya Keperluan Lain-lain.....	55
8. Total Biaya Keseluruhan.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya energi yang sangat melimpah, salah satunya adalah sumber energi angin. Indonesia yang merupakan negara kepulauan terbesar dan salah satu negara yang terletak di garis khatulistiwa merupakan faktor bahwa Indonesia memiliki potensi energi angin yang melimpah, khususnya kawasan pesisir pantai termasuk kawasan pesisir pantai barat pulau Sumatra.

Berdasarkan data dari DESDM (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral), Indonesia yang memiliki pantai sepanjang 80.791,42 km, merupakan wilayah potensial untuk pengembangan PLTA. Kecepatan angin di Indonesia secara umum antara 4 m/s hingga 5 m/s. Di daerah pantai kecepatan anginnya dapat mencapai 10 m/s. Dengan kecepatan tersebut, pembangunan pembangkit listrik tenaga angin masih kurang ekonomis. Namun, jika dibangun dengan ketinggian tertentu dan diameter Baling-baling yang besar dapat dihasilkan energi listrik dengan potensi kapasitas 10 – 100 kW.

Potensi energi angin di Indonesia umumnya di bawah dari kecepatan rata-rata 5,9 m/s dimana secara ekonomis kurang layak untuk dikembangkan untuk pembangkit listrik. Namun, bukan berarti hal ini tidak bermanfaat kata Kepala Penelitian dan Pengembangan Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, ketika membacakan pidato Menteri ESDM dalam rangka seminar

Teknologi dan Pemanfaatan Energi Angin sebagai peluang usaha baru di Bogor
(Kompas, 2007 dalam www.energi.lipi.go.id).

Sementara berdasarkan perolehan data dari Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur Padang, kecepatan angin di wilayah ini rata-rata 5,5 m/s setiap harinya (data diambil 10 Mei 2014). Kecepatan angin dengan kisaran antara 5,5 m/s ini tergolong skala menengah, dimana untuk ukuran skala rumah tangga kecepatan angin pada kisaran tersebut dimungkinkan untuk dimanfaatkan, dengan perkiraan daya listrik yang dapat dibangkitkan antara 100 - 300 Watt dengan rancangan diameter kincir angin sebesar 4 meter dan kincir angin yang digunakan adalah jenis *Multi Blade*. Untuk mendapatkan kecepatan angin dan daya listrik pada kisaran tersebut, maka pada umumnya diperlukan pemasangan kincir pada ketinggian menara antara 5 - 15 m dimana perkiraan kecepatan angin menerpa bagian ujung sudu-sudu kincir lebih besar dibandingkan bagian pangkal Sudu-sudu.

Dengan demikian Padang memiliki potensi untuk pengembangan Teknologi Energi Angin. Maka dari itu melihat potesi angin yang dimiliki kami selaku Mahasiswa Universitas Negeri Padang (UNP) yang mendalami ilmu di Teknik Mesin (Fakultas Teknik) akan mencoba melakukan suatu terobosan yaitu membuat dan memodifikasi sebuah kincir angin (windmill) yang sudah ada di blok mesin dengan menggunakan banyak sudu (*Multi Blade*) yang dapat berputar dengan angin kecepatan rendah. Dalam rancangan ini penulis bersama tim mencoba membuat “ **Rancang Bangun Kincir Angin Multi Blade dengan Transmisi Roda Gigi Planetary**”. Dalam rancangan ini penulis membahas

mengenai “ *Pembuatan Ekor Pengarah dan Modifikasi Baling- baling pada Kincir Angin Multi Blade*”.

Nantinya diharapkan alat ini dapat menjadi sebuah terobosan dalam pemanfaatan energi angin sebagai salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan untuk kebutuhan energi yang terus meningkat.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada pembuatan “*Rancang Bangun Kincir Angin Multi Blade dengan Transmisi Roda Gigi Planitary*”:

1. Angin mempunyai potensi begitu besar namun belum begitu termanfaatkan secara optimal untuk dijadikan sebagai sumber energi.
2. Sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil sudah semakin menipis cadanganya, sehingga perlu dicari alternatif lain sumber energi yang keberadaanya dapat diperbarui sehingga tidak akan habis seperti energi angin.
3. Banyak tepe dan model dari kincir angin, namun yang standarnya tepat digunakan untuk kondisi angin di kota padang belum ada.

C. Batasan Masalah

Mengingat bahasan tentang kincir angin ini mempunyai ruang lingkup yang cukup luas, dan beberapa tipe sudah pernah dibuat, namun belum dapat berkerja secara optimal untuk kondisi angin yang ada di kota Padang. Maka penulis bersama anggota lain merancang dan membuat kincir agin dengan munggunakan tipe *Multi Blade*. Pembuatan kincir angin ini melibatkan

beberapa personil untuk itu penulis memberikan batasan-batasan perencanaan sesuai dengan pembagian tugas yang telah disepakati dengan anggota-anggota tim yang lain. Adapun batasan- batasan tersebut antara lain :

1. Modifikasi Baling- baling.
2. Pembuatan Ekor Pengarah Kincir.

Sedangkan untuk komponen-komponen yang lainnya dibahas oleh anggota tim yang lain.

D. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah yang dibahas pada pembuatan kincir angin ini adalah sebagai berikut :

1. Memodifikasi bentuk Baling-baling yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi angin yang ada.
2. Membuat ekor pengarah Kincir Angin agar dapat berfungsi untuk mengarahkan Baling-baling sesuai dengan arah pergerakan angin.

E. Tujuan Proyek Akhir

Dalam pembuatan kincir angin ini tentunya penulis memiliki beberapa tujuan diantaranya adalah:

1. Membuat bentuk ekor pengarah kincir Angin agar dapat mengerakkan Baling- baling sesuai dengan pergerakan angin.
2. Modifikasi bentuk Baling-baling yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi angin yang ada seperti yang telah direncanakan.

F. Manfaat Proyek Akhir

Adapun manfaat dalam pembuatan Proyek ahir ini adalah :

1. Sebagai salah satu alat untuk memanfaatkan sumber Energi Angin.
2. Ikut berpartisipasi dalam menjalankan program pemerintah tentang Desa Mandiri Energi.
3. Sebagai langkah awal pemikiran sumber-sumber Energi Alternatif dan ramah lingkungan.
4. Sebagai salah satu alat percontohan untuk pemanfaatan Energi Angi.

G. Metodologi Penulisan Proyek Akhir

1. Pencarian data, yaitu penulisan yang didasarkan pada teori-teori yang didapat dibangku kuliah dan dari berbagai buku sumber atau penulisan yang didasarkan pada kajian teori secara umum.
2. Perencanaan, yaitu penulisan yang didasarkan pada ide-ide yang timbul setelah mengetahui kajian teori secara umum dan pengambilan data lapangan.
3. Pembuatan, yaitu proses yang dilakukan di workshop produksi FT- UNP setelah dilakukan perancangan.
4. Pengujian, yaitu pengujian hasil yang telah dibuat.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Umum

1. Pengertian Angin

Angin merupakan udara yang bergerak dari wilayah yang mempunyai tekanan Atmosfir tinggi menuju ke daerah yang mempunyai tekanan rendah. Makin besar perbedaan didalam tekanan, maka semakin cepat udara bergerak. Udara yang bergerak inilah yang merupakan energi yang dapat diperbarui, yang dapat memutar Baling-baling dan ahirnya dapat menghasilkan tenaga listrik. Menurut Wikipedia Indonesia (2007), angin adalah udara yang bergerak yang di akibatkan oleh rotasi bumi dan juga kerena adanya perbedaan tekanan udara (tekanan tinggi ketekanan rendah) disekitarnya.

Angin juga sumber energi yang ramah ligkunga dan tak akan pernah habis (*Renewable Energy*) atau sumber energi terbarukan, pemanfaatan angin sebagai salah satu sumber energi di Indonesia dimasa mendatang perlu segera direalisasikan. Hal ini penting karena penggunaan sumber energi fosil, seperti minyak bumi dan batu bara yang banyak menggemisihkan gas buang yang beracun dan menimbulkan efek rumah kaca. Diharapkan pemanfaatan angin sebagai sumber energi dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil, sehingga pada ahirnya dampak yang ditimbulkan pada energi fosil dapat dikurangi tahap demi tahap.

Energi angin adalah energi yang berasal dari alam, pada dasarnya energi angin terjadi karena ada perbedaan temperatur antara udara panas dan udara dingin. Energi angin merupakan energi terbarukan yang sangat fleksibel. Energi angin dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan misalnya pemompaan air untuk irigasi, pembangkit listrik, pengering atau pencacah hasil panen, aerasi tambak ikan/udang, pendingin ikan pada perahu-perahu nelayan dan lain-lain. Selain itu, pemanfaatan energi angin dapat dilakukan di mana-mana, baik di daerah landai maupun dataran tinggi, bahkan dapat di terapkan di laut (Alireza Khaligh, 2010).

Tabel 1. Kondisi Angin Dan Tingkat Kecepatan Angin 10 Meter Di Atas Permukaan Tanah.

Kondisi Angin			
Kelas Angin	Kecepatan Angin (m/s)	Kecepatan Angin (km/jam)	Kecepatan Angin (knot/jam)
1	0.3 ~ 1.5	1 ~ 5.4	0.58 ~ 2.92
2	1.6 ~ 3.3	5.5 ~ 11.9	3.11 ~ 6.42
3	3.4 ~ 5.4	12.0 ~ 19.5	6.61 ~ 10.5
4	5.5 ~ 7.9	19.6 ~ 28.5	10.7 ~ 15.4
5	8.0 ~ 10.7	28.6 ~ 38.5	15.6 ~ 20.8
6	10.8 ~ 13.8	38.6 ~ 49.7	21 ~ 26.8
7	13.9 ~ 17.1	49.8 ~ 61.5	27 ~ 33.3
8	17.2 ~ 20.7	61.6 ~ 74.5	33.5 ~ 40.3
9	20.8 ~ 24.4	74.6 ~ 87.9	40.5 ~ 47.5
10	24.5 ~ 28.4	88.0 ~ 102.3	47.7 ~ 55.3
11	28.5 ~ 32.6	102.4 ~ 117.0	55.4 ~ 63.4
12	>32.6	>118	63.4
Sumber : http://www.getsttpln.com/2014/03/karakteristik-angin3090.html			

2. Kekuatan Angin

Angin kelas 3 adalah batas minimum dan angin kelas 8 adalah batas maksimum energi angin yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Kekuatan angin ditentukan oleh kecepatannya, makin cepat angin bertiup maka makin besar kekuatannya. Untuk lebih jelasnya dijelaskan pada table berikut :

Tabel 2. Batas minimum dan maksimum energi angin yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Tingkat Kecepatan Angin 10 meter di atas permukaan Tanah		
Kelas Angin	Kecepatan Angin (m/s)	Kondisi Alam Di Daratan.
1	0.00 ~ 0.02	-----
2	0.3 ~ 1.5	angin tenang, asap lurus keatas.
3	1.5 ~ 3.3	asap bergerak mengikuti arah angin.
4	3.4 ~ 5.4	wajah terasa ada angin, daun daun bergoyang pelan. petunjuk arah angin bergerak.
5	5.5 ~ 7.9	debu jalan, kertas beterbangan.
6	8.0 ~ 10.7	ranting pohon bergoyang, bendera berkibar.
7	10.8 ~ 13.8	ranting pohon bergoyang air plumpang berombak kecil.
8	13.9 ~ 17.1	ujung pohon melengkung, hembusan angin terasa di telinga.
9	17.2 ~ 20.7	dapat mematahkan ranting pohon, jalan berat melawan arah angin.
10	20.8 ~ 24.4	dapat mematahkan ranting pohon, rumah rubuh.
11	24.6 ~ 28.4	dapat merubuhkan pohon, menimbulkan kerusakan.
12	28.5 ~ 32.6	menimbulkan kerusakan parah.
13	32.7 ~ 36.9	Tornado.
Sumber : (http://www.getsttpln.com/2014/03/karakteristik angin_3090.html)		

3. Arah Angin

Arah angin akan dipengaruhi oleh putaran bumi dan bergerak sejajar dengan garis isobar. Pada belahan bumi utara angin berputar melawan putaran arah jarum jam, sementara di belahan bumi selatan angin berputar searah putaran jarum jam. Arah angin diteruskan oleh arah darimana angin itu berhembus jadi angin barat berarti angin yang berhembus dari barat ke timur demikian pula angin tenggara berarti angin yang berhembus dari tenggara ke barat daya.

4. Pengukur Kecepatan Angin

Kecepatan angin dapat diukur dengan menggunakan suatu alat bernama Anemometer. Selain untuk mengukur kecepatan angin Anemometer juga dapat digunakan untuk mengetahui dari mana datangnya arah angin. Selain melalui pengukuran dengan Anemometer, kecepatan angin juga dapat diperkirakan melalui penaksiran kecepatan benda-benda yang dapat bergerak dengan angin. Hal ini berpedoman kepada skala bilangan Beaufort. Dalam perancangan kincir angin juga berpedoman kepada skala bilangan Beaufort untuk ketahanan umur kincir angin yang dibuat.

5. Potensi Tenaga Angin

Angin bertiup akan membawa sejumlah energi, yang tergantung pada kecepatannya dan luas permukaan bidang lintasannya. Kebanyakan instalasi tenaga angin modern saat ini digunakan untuk menghasilkan energi listrik dengan mengubah energi putaran (Revolusi Energi) menjadi energi listrik melalui alat Generator atau Alternator.

Untuk pemanfaatan energi angin itu sendiri, pada kecepatan angin yang relatif rendah biasanya digunakan dan direncanakan kincir angin dengan banyak sudu (*Multi Blade*) dan diameter yang agak lebih besar. Sementara pada kecepatan angin yang cukup tinggi direncanakan untuk kincir jenis Propeller dengan sudu berprofil Aerofoil dan dikenal dengan nama turbin angin. Umumnya kincir angin jenis *Multi Blade* tersebut akan menghasilkan torsi yang besar dan putaran agak lambat, sedangkan pada jenis Propeller putarannya lebih cepat sementara torsiya lebih kecil.

B. Prinsip Kerja Kincir Angin

Memanfaatkan energi angin untuk memutar rotor *Blade*, dimana rotor *Blade* yang dipakai di kincir angin ini sebanyak 16 buah, dengan diameter 4,2 Meter, maka akan di dapatkan putaran yang maksimal, kemudian diteruskan ke *Gearbox* melalui perantara poros Horizontal dengan memanfaatkan roda gigi *Planitary*, dari *Gearbox* terus ke *Pully* melalui poros Vertikal dari *Pully* terus ke Generator atau Alternator dengan perantara sabuk, kemudian dihubungkan dengan kabel ke dinamo cas.

C. Jenis-jenis Kincir Angin

Telah kita ketahui bersama bahwa kincir angin ini umumnya ada 2 (dua) jenis, yaitu kincir angin sumbu horizontal dan kincir angin sumbu vertikal.

1. Kincir Angin Sumbu Horizontal

Kincir angin sumbu Horizontal umumnya poros rotor dan generatornya berada di puncak menara dan rotor kincir harus selalu

menghadap sesuai arah angin. Energi angin yang ditangkap oleh Baling-baling sudu menghasilkan putaran yang rendah pada hubungannya. Oleh karenanya, sebagian besar kincir angin menggunakan kotak roda gigi (*Gearbox*) untuk mengubah putaran rendah yang dihasilkan bilah sudu menjadi lebih cepat sehingga dapat memutar Generator listrik. Baling-baling yang digunakan biasanya terbuat dari bahan yang kuat dan kaku supaya Baling-baling tersebut tidak lentur, ini untuk menghindari bila Baling-baling tersebut terdorong dan mengenai menara ketika berputar pada saat angin kencang bertiup.

Kelebihan kincir angin jenis sumbu Horizontal ini adalah dengan menara yang tinggi dapat memperoleh akses tiupan angin yang lebih kuat di tempat-tempat yang memiliki geseran angin. Di sejumlah lokasi geseran angin, setiap sepuluh meter ke atas, kecepatan angin meningkat sebesar 20% (http://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_angin).

2. Kincir Angin Sumbu Vertikal

Kincir angin sumbu Vertikal umumnya memiliki poros atau sumbu rotor utama yang di desain tegak lurus. Kelebihan utamanya adalah tidak harus diarahkan ke arah angin agar menjadi efektif. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. Kincir angin ini mampu mendapatkan angin dari berbagai arah. Dengan sumbu yang Vertikal, Generator serta *Gearbox* bisa di tempatkan di tanah atau bagian bawah kincir, jadi menara tidak perlu menyokongnya dan lebih mudah diakses untuk keperluan perawatan.

Ada beberapa kelebihan yang dimiliki oleh kincir sumbu Vertikal itu adalah aman, mudah membangunnya, bias dipasang tidak jauh dari tanah, dan lebih baik dalam menangani turbulensi angin. Generator dan *Gearbox* bias di tempatkan tidak jauh dari permukaan tanah. Hal ini meringankan beban tower dan perawatannya mudah dilakukan.

Kincir angin sumbu Vertikal yang lazim digunakan adalah *Savonius* dan *Darrieus*. (http://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_angin).



Gambar 1. Kincir angin sumbu Horizontal dan sumbu Vertikal

D. Bentuk Ekor pengarah tipe Multi Blade

Dalam pembuatan ekor pengarah pada kincir angin ini sebenarnya tidak harus terlalu banyak perhitungan dan model dalam pembuatan, tetapi harus memperhatikan alat dan bahan yang bagus untuk dijadikan ekor pengarah sehingga dapat mengarahkan baling-baling secara otomatis sesuai dengan arah pergerakan angin. Adapun beberapa bentuk ekor pengarah yang biasa dipakai

dalam kincir angin tipe *Multy Blade* yaitu ekor yang mendapat tumbukan angin dari atas poros Horizontal, sejajar dngan poros Horizontal dan di belakang bawah poros Horizontal Baling-baling. Pembuatan ekor pengarah untuk desain model bisa dilakukan sesuai dengan keinginan perencanaan, hanya saja mempertimbangkan berat dari ekor pengarah agar mampu ditahan oleh menara kincir angin.

Pada gambar dibawah ini contoh-contoh dari ekor pengarah yang tunbukan anginya diatas poros Horizontal Baling-baling, sejajar dengan poros Horizontal dan di bagian bawah poros Horizontal.



Gambar 2. Ekor Pengarah Tipe *Multi Blade*

E. Definisi Ekor Pengarah dan Baling-baling

1. Ekor Pengarah

Seperti diketahui bahwa sifat dari angin ini tidak selalu konstan dan

datang dari berbagai arah, oleh karena itu dalam perencanaan kincir angin diperlukan ekor pengarah. Ekor pengarah ini berfungsi untuk menghadapkan atau mengarahkan Baling-baling kincir sesuai dengan arah angin sehingga kincir angin tersebut dapat terus berputar sesuai dengan kecepatan angin yang menerpanya. jadi pengarah angin ini juga merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada kincir angin, jika komponen ini tidak ada maka rotor kincir atau Baling-baling sewaktu-waktu tidak akan berputar karena tidak mengarah sesuai dengan arah hembusan angin.

Dalam pembuatan ekor pengarah ini, ekor pengarah dibuat sejajar dengan poros Horizontal putaran Baling-baling dengan bentuk bidang persegi panjang, dimana dengan bentuk ini ekor pengarah mudah dibuat dan dapat dikerjakan dibengkel umum biasa dan biaya pembuatanyapun juga relatif murah.

Berdasarkan uraian di atas maka luas permukaan ekor pengarah angin tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$A = l \times h \text{ (m}^2\text{)}$$

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

$l = \text{Panjang ekor (m)}$

$h = \text{Tinggi ekor (m)}$

Besar gaya angin yang bekerja pada ekor pengarah dapat dihitung dengan menggunakan rumus gaya tumbukan angin yang bekerja pada pelat bidang datar (Modul Praktek Fenomena) adalah :

$$F = \rho \times A \times V^2 \text{ (N)}$$

Dimana, F = Gaya yang bekerja pada sudu (N)

A = Luas penampang sudu (m^2)

V = Kecepatan angin (m/s)

ρ = Massa jenis angin (1.29 kg/m^3)

2. Baling – baling

Putaran kincir ditentukan oleh konstruksi sudu. Aliran angin dalam kecepatan tertentu mendorong sudu dan membentuk gaya putar tegak lurus dengan poros akibat bentuk sudu yang menyudut. Dalam konstruksi kincir angin dengan kecepatan angin yang tinggi biasanya menggunakan dua atau tiga buah sudu, sedangkan kincir angin dengan bayak sudu (*Multi Blade*) digunakan untuk jenis angin dengan kecepatan rendah, yaitu berkisar 2 m/s sampai 3 m/s, dengan kecepatan putar awal rotor relatif tinggi. Jadi mengingat kecepatan rata-rata angin di kawasan pesisir pantai Sumbar yang berkisar 5,5 m/s, maka pada perencanaan ini jenis sudu yang digunakan adalah jenis *Multi Blade*, dimana sudu jenis *Multi Blade* ini dapat berputar pada angin kecepatan rendah.

Hubungan daya kincir, diameter rotor dan kecepatan angin untuk kincir angin dengan banyak sudu ini dapat kita lihat dalam tabel berikut ini:

Table 3. Hubungan daya kincir, diameter rotor sudu dan kecepatan angin untuk kincir angin dengan banyak sudu (*Multi Blade*).

Diameter of the wind wheel in m	Rotation speed in r.p.m		Power in kWatt	
	V = 5 m/s	V = 7 m/s	V = 5 m/s	V = 7 m/s
1 m	95	133	0,018	0,5
2 m	47,5	66,5	0,073	0,40
3 m	31,9	45,5	0,165	0,45
4 m	23,8	33,2	0,295	0,81
5 m	19	26,6	0,46	1,26
6 m	16	22,2	0,67	1,8
7 m	13,6	19	0,92	2,5
8 m	11,9	16,6	1,20	3,3
9 m	1,5	14,8	1,52	4,2
10 m	9,5	13,3	1,87	5,15

(Gourieres: 1982)

a. Menghitung daya yang dihasilkan oleh kincir angin (P)

Daya yang dihasilkan oleh kincir angin dengan jenis *Multi*

Blade dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$P = 0,15. D^2. V^3 \quad (\text{Gourieres: 1982})$$

Dimana, P = Daya kincir (Watt)

D = Diameter rotor kincir (m)

V = Kecepatan angin (m/s)

b. Menghitung jumlah putaran rotor kincir (N).

Jadi jumlah putaran permenit (rpm) yang diperoleh dari

diameter rotor kincir angin, dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$N = \frac{60.V}{\pi.D} = 19 \frac{V}{D} \text{ (rpm)} \quad (\text{Gourieres: 1982})$$

- c. Menghitung torsi pada rotor kincir (T).

$$T = \frac{P}{\omega} \text{ (Nm)} \quad (\text{Gourieres: 1982})$$

Dimana : P = Daya kincir (Watt)

$$\omega = \text{kecepatan sudut} = \frac{2\pi N}{60} \text{ (rad/s)}$$

- d. Menghitung gaya tumbukan angin (F) yang bekerja pada sudu kincir.

Gaya tumbukan angin yang bekerja pada sudu, karena bidang sudunya berbentuk miring, maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (modul Praktek Fenomena) sebagai berikut:

$$F = \rho \times A \times V^2 \times \sin^2 \theta \text{ (N)}$$

Dimana, F = Gaya yang bekerja pada sudu (N)

A = Luas penampang sudu (m^2)

V = Kecepatan angin (m/s)

ρ = Massa jenis angin (1.29 kg/m^3)

θ = Kemiringan bidang ($^\circ$)

- e. Menghitung perbandingan kecepatan ujung rotor kincir (λ).

Perbandingan kecepatan ujung sudu (λ) atau *tip Speed Ratio* (TSR) adalah perbandingan antara kecepatan linier rotor dengan kecepatan angin sebelum sudu, secara matematis dapat ditulis dengan persamaan berikut:

$$\lambda = \frac{\omega \cdot R}{V} \quad (\text{Gourieres: 1982})$$

Dimana, λ = Perbandingan kecepatan ujung sudu

ω = Kecepatan sudut = $2\pi N/60$ (rad/s)

R = Jari – jari rotor kincir (m)

V = Kecepatan angin (m/s)

F. Tujuan Dasar Perancangan

Perancangan adalah fungsi menciptakan perencanaan teknis untuk menyelesaikan suatu masalah. Ini melibatkan analisis dan sintesis, tentang bagaimana hal yang akan dirancang, di buat dan di produksi sesuai dengan fungsi dan kegunaan serta pemeliharaannya.

Pada waktu melakukan sebuah perancangan terlebih dahulu memperhitungkan kekuatan dari sebuah komponen yang akan menentukan apakah komponen itu mampu menahan beban tertentu dan berapa besar ukuran yang akan di perlukan. Berdasarkan ilmu perhitungan, kekuatan bahan dihitung tegangan nominal (*Nominal Stress*) yang disebabkan oleh beban nominal pada tempat-tempat yang kritis dari komponen tersebut dan dibandingkan dengan tegangan yang diizinkan (*Permissible Stress*). Atau sebaliknya dari beban nominal dan tegangan yang diizinkan, dapat ditentukan ukuran–ukuran komponen yang diperlukan pada tempat-tempat kritis tersebut.

Sebuah perhitungan kekuatan bahan akan bermamfaat, bila kondisi kerja dan pembebanan yang timbul untuk komponen tersebut mendekati kenyataan. Serta mendekati komponen yang sesuai dengan kenyataan harus

dapat ditentukan tegangan nominal, kekuatan bahan dan akhirnya dapat ditentukan tegangan yang akan diizinkan.

G. Dasar Pemilihan Bahan

Didalam pembuatan suatu alat, pemilihan bahan merupakan hal yang sangat penting. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebagai faktor pertimbangan dalam pemilihan bahan pembuatan ekor pengarah dan Baling-baling kincir angin yaitu:

1. Harga, Maksudnya dalam pembuatan komponen alat perlu diperhatikan harga yang ditentukan cocok dengan konstruksi yang dibuat.
2. Harus sesuai dengan fungsinya, maksudnya adalah kegunaan dari setiap komponen yang direncanakan sesuai dengan kriteria ketahanan dan fungsi dari bagian yang dibuat.
3. Cara pengerjaan, agar bahan yang digunakan dalam proses pembuatan tidak berubah sifat struktur kimianya dan perlu juga diperhatikan proses pengerjaan apa yang cocok dilakukan terhadap bahan tersebut. (Sularso & Kiyatsu suga, 1997)

Penentuan bahan yang tepat pada dasarnya merupakan kompromi antara berbagai sifat, lingkungan, dan cara penggunaan dan sampai dimana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Adapun sifat teknis yang harus diperhatikan dalam pemilihan bahan adalah :

- a. Sifat mekanik.
 - 1) Modulus elastisitas.
 - 2) Batas ukur.

- 3) Kekuatan tarik.
- 4) Keuletan.
- 5) *Impact*.
- 6) Tahan aus.
- 7) Daya tahan terhadap tekuk, torsi, dan gaya geser.
- b. Sifat yang diperlukan selama pembentukan.
 - 1) Mampu mesin (*Machine Ability*).
 - 2) Mampu las (*Welding Ability*).
 - 3) Karakteristik pengerjaan dingin.
 - 4) Karakteristik pengerjaan panas.
- c. Sifat-sifat yang penting sehubungan dengan pengaruh lingkungan.
 - 1) Daya tahan terhadap korosi.
 - 2) Daya tahan panas.
 - 3) Ketahanan aus.
 - 4) Pelapukan.

Menurut B.H. Amstead (1985: 17), disamping sifat mekanis dari bahan, faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan bahan adalah:

- a. Perencanaan harus sesuai dengan fungsinya

Pemakaian bahan pada alat yang akan dibuat harus sesuai dengan perencanaan.

b. Effisien

Faktor efisien ini tergantung pada bahan dan lingkungan. Kita dapat memilih bahan yang effisiensinya tinggi guna menghasilkan produk yang lebih baik dan punya nilai ekonomis yang tinggi.

c. Mudah didapat

Material pembentukan alat hendaknya berasal dari material yang mudah didapat dan banyak tersedia di pasaran, sehingga jika salah satu komponen mesin ada yang rusak atau sudah aus dan tidak bagus lagi maka dengan mudah untuk dicari.

d. Mudah dalam melakukan perawatan

Material sebaiknya dipilih dari bahan yang mudah perawatannya sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya yang mahal untuk perawatannya.

H. Identifikasi Alat dan Mesin Yang Digunakan

Setelah memahami ukuran dan bahan yang akan digunakan, selanjutnya yang diperlukan adalah identifikasi alat. Hal ini dilakukan karena pada saat proses pengerjaan akan banyak sekali proses pengerjaan yang berbeda-beda dengan menggunakan alat yang berbeda-beda pula, seperti proses menggambar atau pemotongan bahan dasar. Untuk itu sebelum memulai pengerjaan sebaiknya kita mengetahui alat-alat apa yang harus disiapkan guna kelancaran proses pengerjaan dan hasil pekerjaan sesuai yang diharapkan. Alat yang digunakan pada proses pengerjaan rangka mesin pencacah rumput gajah adalah sebagai berikut :

a) Proses pengukuran

Proses pengukuran dilakukan guna memperoleh ukuran dari bahan yang dikerjakan agar sesuai dengan kebutuhan sehingga dimensi akhir dari rangka sesuai dengan keinginan. Adapun alat ukur yang digunakan ialah:

(1) Mistar Baja

Mistar baja atau mistar ukur merupakan alat ukur linier langsung yang paling sederhana. Dengan alat ukur linier hasilnya dapat dibaca langsung pada bagian ukuran (skala) alat ukur tersebut. Mistar baja dibuat dari plat baja yang pada kedua sisi salah satu permukaannya diberi garis-garis skala. Panjang skala ukuran mistar baja tersedia 150 mm- 1000 mm dengan pembagian terkecil skala $\frac{1}{2}$ mm dan 1 mm. (Solih Rohyana, 2009 : 67-68)



Gambar 3. Mistar Baja.

(2) Mistar Gulung

Mistar gulung merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur benda kerja yang panjangnya melebihi ukuran dari mistar baja. Mistar gulung dibuat dari pelat baja yang lebih tipis dari pada mistar baja. Sifatnya lemas/lentur sehingga dapat digunakan untuk mengukur bagian-bagian yang cembung dan menyudut seperti mengukur panjang, keliling bidang lengkung (bundar). Mistar gulung ini mempunyai tingkat

ketelitian $\frac{1}{2}$ mm, sehingga alat ini tidak dapat digunakan untuk mengukur benda kerja secara presisi. (Sumantri,1989: 39)



Gambar 4. Mistar Gulung.

(3)Mistar Siku

Penggaris siku merupakan alat bantu dalam menggambar, berfungsi menandai benda pada saat dipotong atau dilakukan penyambungan supaya hasilnya tidak miring dan membentuk sudut yang benar.(Solih Rohyana, 2009 : 67)



Gambar 5. Mistar Siku

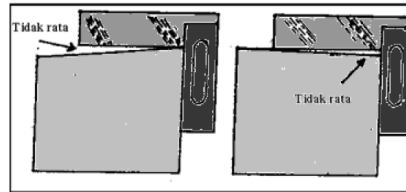
Fungsi penggaris siku/siku sebagai berikut:

- a) Peralatan bantu dalam membuat garis pada benda kerja.
- b) Peralatan untuk memeriksa kelurusan suatu benda.
- c) Peralatan untuk mengukur kesikuan benda.
- d) Peralatan untuk memeriksa kesejajaran benda.
- e) Peralatan untuk mengukur panjang benda. (Sumantri, 1989 144-117)

Agar pengukuran berhasil dengan baik, maka langkah yang harus dilakukan dalam pelaksanaan penyikuan adalah :

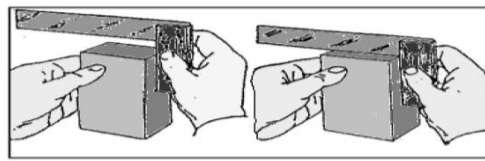
- a) Membersihkan benda kerja dari beram dan kotoran lainnya.

- b) Pengukuran harus menghadap pada daerah yang terang, benar-benar lurus, siku dan rata.



Gambar 6. Pengukuran benda kerja yang tidak rata

- c) Pegang benda kerja dengan tangan kiri dan siku tangan kanan. Gesekkan permukaan pada bagian dalam dari penggaris siku terhadap sudut pada benda kerja yang diukur. (Sumantri, 1989: 117)



Gambar 7. Cara Melakukan Pengukuran Dengan Siku

(4) Penggores

Penggores adalah alat untuk menggores permukaan benda kerja sehingga dihasilkan goresan atau gambar pada benda kerja. Karena tajam maka penggores dapat menghasilkan goresan yang tipis. Bahan untuk membuat penggores ini adalah baja perkakas sehingga penggores cukup keras dan mampu menggores benda kerja. Penggores memiliki ujung yang sangat runcing dan keras.



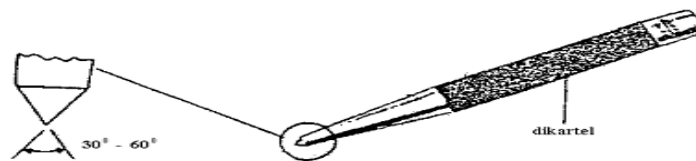
Gambar 8. Penggores

Berdasarkan bentuk, penggores dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu, penggores dengan kedua ujungnya tajam tetapi ujung yang

satunya lurus dan yang lainnya bengkok. Untuk penggores kedua, hanya memiliki salah satu ujung yang tajam. (Sumantri, 1989 : 121).

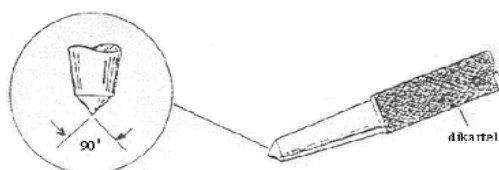
(5)Penitik

Penitik dapat dibedakan menjadi dua jenis menurut fungsinya yaitu penitik garis dan penitik pusat. Penitik garis merupakan penitik yang sudut mata titiknya berkisar 30° - 60° dengan sudut yang kecil maka tanda yang dihasilkan juga tipis sehingga tanda batas pengerjaan dapat dengan mudah dihilangkan pada waktu *finishing* sehingga tidak menimbulkan bekas.(Sumantri, 1989 : 125)



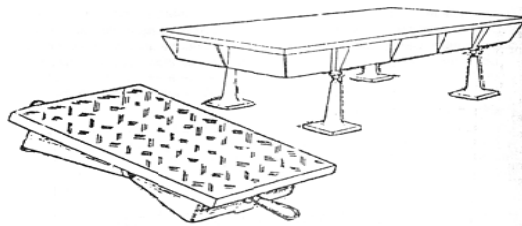
Gambar 9. Penitik Garis

Penitik pusat memiliki sudut yang lebih besar dibandingkan dengan penitik garis yaitu 90° . Sehingga penitik ini akan menimbulkan bekas yang lebar pada benda kerja. Penitik pusat ini sangat baik untuk tanda pengerjaan gurdi, tanda yang dihasilkan penitik pusat akan mengarahkan mata bor untuk tetap pada posisi penggurdian. (Sumantri, 1989 : 127)



Gambar 10. Penitik Pusat Meja Rata

Meja rata merupakan alat bantu yang sangat penting dan harus ada pada pekerjaan pengukuran bahan. Meja rata dibuat dari bahan besi cor yang cukup kuat untuk menerima gesekan atau goresan yang diakibatkan oleh bahan atau alat bantu penanda ukuran seperti penggores. (Sumantri, 1989:113)



Gambar 11. Meja Rata

(6) Palu

Digunakan sebagai alat bantu saat melakukan proses penitikkan.



Gambar 12. Palu

b) Proses Pemotongan

Proses pemotongan dilakukan guna mendapatkan ukuran benda kerja yang sesuai dengan harapan sebagaimana yang tertera pada gambar kerja. Terdapat beberapa macam alat potong yaitu gergaji manual dan mesin gergaji otomatis, kemudian mesin gerinda potong, dapat juga yang menggunakan las potong menggunakan las oksi-asitilin.

Namun, tidak semua jenis alat potong tersebut digunakan karena melihat efisiensi waktu, tenaga, dan biaya maka dipilih menggunakan gergaji manual dan gergaji otomatis.

Mesin gerinda potong, meskipun memiliki efisiensi yang sama baiknya dengan mesin gergaji namun penggunaannya memiliki satu kelemahan dibandingkan dengan mesin gergaji. Kelemahan tersebut berada pada batu gerinda yang digunakan. Pada mesin gerinda potong, proses penyayatan (gerak potong batu gerinda) pada saat melakukan proses pemotongan dilakukan oleh operator mesin gerinda. Dengan demikian, batu gerinda pada mesin gerinda potong memiliki kecenderungan untuk rusak (pecah) apabila operator tidak berhati-hati dalam melakukan proses penyayatan.



Gambar 13. Mesin Gerinda Potong

c) Proses Gurdi (Peroses Pengoboran)

Proses Gurdi (*Drilling*) dilakukan untuk membuat lubang pada bahan rangka sebagai tempat komponen pengencang seperti mur dan baut untuk mengencangkan komponen mesin yang lainnya pada rangka. Macam mesin gurdi yaitu mesin gurdi *portable*, gurdi meja dan gurdi lantai.



Gambar 14. Mesin bor *Portable*

Mesin gurdi *portable* merupakan mesin yang dapat berpindah-pindah atau tidak berkedudukan tetap. Mesin ini dapat didekatkan pada setiap kedudukan sebuah benda dan sangat cocok untuk pekerjaan perakitan di luar bengkel dan juga dapat mengerjakan lubang dengan kedudukan tegak, datar, dan miring.

Mesin bor meja merupakan perangkat yang memang diletakan diatas meja kerja sehingga disebut demikian. Mesin gurdi meja dapat mengerjakan lubang dengan diameter yang lebih besar dibandingkan dengan gurdi *portable*, perangkat pendukung pada mesin gurdi meja terdapat ragam untuk mengencangkan benda kerja yang akan dilubangi. Mesin ini digerakan dengan motor listrik dimana putaran yang dihasilkan dihubungkan dengan *pulley* yang ada di poros utama mesin gurdi. *Pulley* yang ada didisain bertingkat sehingga dapat diatur kecepatan putar dari mesin ini.



Gambar 15. Mesin Bor Meja

Mesin gurdi rantai diletakan di lantai bengkel dengan jalan dikencangkan dengan baut pondasi dengan tujuan agar mesin tidak mengalami getaran yang berlebihan sewaktu dioperasikan. Ukuran mata bor yang dapat dioperasikan pada mesin ini hingga 25 mm dengan perlengkapan bantu dari *drill sleeve*.

Benda kerja : l_w = panjang pemotongan benda kerja(mm)

Pahat : d = diameter gurdi(mm)

Kr = sudut potongan utama

= $\frac{1}{2}$ sudut ujung

Mesin gurdi : n = putaran spindel(r)/min

V_f = kecepatan makan(mm/min)

a) Kecepatan potong :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)} \quad (\text{Taufiq Rochim, 2007: 16})$$

b) Mencari putaran mesin :

$$n = \frac{1000 \cdot c}{\pi \cdot D} = \text{putaran/menit}$$

Keterangan:

n = Putaran, dalam satuan putaran/menit(rpm).

C = Kecepatan sayat, dalam satuan m/menit

D = Diameter mata bor yangdigunakan dalam satuan mm

c) Kedalaman potong :

$$a = d/2 \text{ (mm)}$$

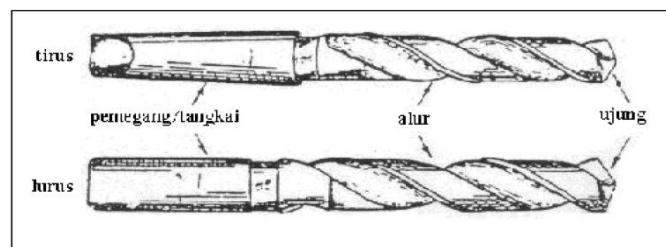
d) Waktu pemotongan

$$lt = \frac{lt}{vf} (\text{min})$$

(Taufiq Rochim, 2007: 17)

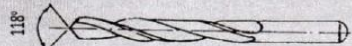
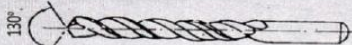
Dimana, $lt = lv + lw + ln$; mm, $ln = (d/2)$; mm

Dalam proses pengeboran hal yang perlu diperhatikan adalah pemilihan mata bor guna memperoleh diameter lubang yang diinginkan. Adapun jenis mata bor harus menyesuaikan bahan atau benda kerja yang akan dibor hal tersebut dimaksudkan agar tidak terjadi kerusakan pada mata bor, benda kerja dan kecelakaan kerja. Pada umumnya mata bor dengan diameter sampai 13 milimeter mempunyai pemegang bentuk lurus/silinder, sedangkan mata bor dengan diameter diatas 13 milimeter mempunyai pemegang berbentuk tirus, sesuai dengan ketirusan pemegang bagian dalam poros utama mesin bor



Gambar 16. Mata Bor

Tabel 4. Macam-Macam Sudut Mata Bor dan Kegunaannya.

No	Sudut Mata Bor	Gunanya untuk Mengebor
1	118° 	Logam ferro, besi tuang, dan baja tempa
2	130° 	Aluminium, tembaga, timah, seng, dan timbel
3 ²	130° 	Kuningan/loyang dan perunggu
4	80° 	Pualam/marmer, batu tulis, fiber, dan ebonit
5	30° 	Karet keras dan semacamnya

(Eka Yogaswara, 2008 : 54)

d) Proses Pengelasan

Proses pengelasan dilakukan guna menyatukan bagian-bagian rangka. Las busur listrik dengan elektroda terbungkus atau sering disebut *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) terjadi karena adanya perubahan arus listrik menjadi panas. Las SMAW menggunakan panas untuk mencairkan bahan dasar dan elektroda, sedangkan panas tersebut ditimbulkan oleh lompatan ion listrik yang terjadi diantara anoda dan katoda yaitu antara ujung elektroda dan permukaan benda yang akan dilas. Panas yang dihasilkan dapat mencapai 4000-4500 derajat celcius. Sumber energi pengelasan SMAW tersedia dalam dua jenis, yaitu:

1. Mesin las menggunakan arus searah / *Direct Current* (DC)

Mesin las DC digerakkan oleh generator atau perubahan dari arus AC ke DC yang dibantu dengan komponen *rectifier* atau dioda yang berfungsi sebagai perubah arus bolak-balik menjadi arus searah. Mesin las DC dibagi menjadi dua macam, yaitu:

(a) *Direct Current Straight Polarity* (DCSP) atau las polaritas lurus

Apabila benda kerja disambungkan dengan kutub positif dan elektroda dihubungkan dengan kutub negatif pada mesin las DC maka cara ini disebut dengan pengelasan polaritas lurus. Busur listrik bergerak dari elektroda ke benda kerja sehingga tumbukan elektron berada di benda kerja yang berakibat panas berada di benda kerja dan panas berada di elektroda. Cara ini akan menghasilkan pencairan bahan dasar yang lebih banyak dibandingkan dengan elektrodanya sehingga hasil las memiliki penetrasi yang dalam, sehingga baik digunakan pada pengelasan yang lambat serta manik las yang sempit dan untuk plat yang tebal.

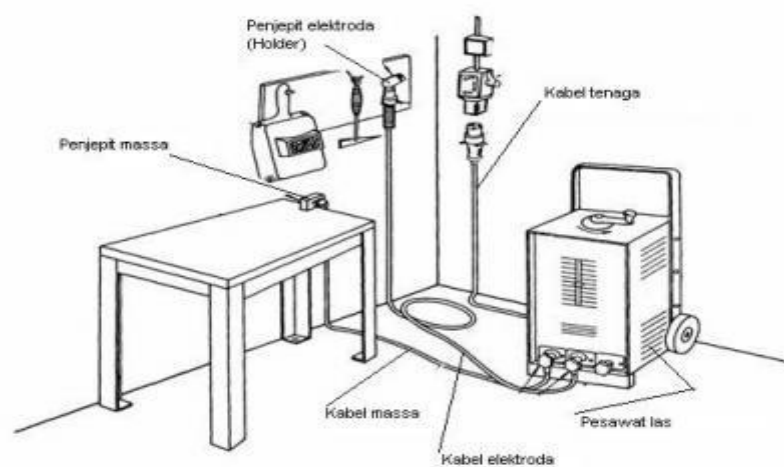
(b) *Direct Current Reversed Polarity (DCRP)* atau las polaritas terbalik.

Proses pengelasan cara ini kebalikan dari proses pengelasan DCSP dimana benda kerja dihubungkan dengan kutub negatif dan elektroda dihubungkan dengan kutub positif dari mesin las DC sehingga busur listrik bergerak dari material dasar ke elektroda dan tumbukan elektron berada di elektroda yang berakibat panas berada di elektroda dan panas di benda kerja. Cara ini menghasilkan pencairan elektroda lebih banyak sehingga hasil las mempunyai penetrasi dangkal, serta baik digunakan pada pengelasan plat tipis dengan manik las yang lebar.

2. Mesin las menggunakan arus bolak-balik / *Alternating Current (AC)*.

Mesin las AC memperoleh busur nyala dari transformator atau trafo las. Pada mesin las jenis ini lompatan listrik diubah menjadi arus

bolak-balik oleh transformator yang sesuai dengan arus yang digunakan dalam pengelasan, pada mesin ini kabel las dapat ditukar pemasangannya dan tidak mempengaruhi suhu pada busur nyala. Perbandingan panas terbagi secara seimbang masing-masing 50% panas disalurkan ke elektroda dan benda kerja.



Gambar 17. Perlengkapan Mesin Las

Pelaksanaan proses pengelasan selain menggunakan mesin las digunakan pula peralatan pendukung lainnya, yaitu:

1) Trafo las

Pemilihan trafo las pada saat akan membeli, harus dipertimbangkan tentang kebutuhan maksimal (beban pekerjaan yang akan dikenakan kepada trafo las tersebut. Apabila beban pekerjaannya besar maka langkah pemilihannya adalah dapat dipertimbangkan tentang tegangan input: 3PH, 2PH atau 1PH; Ampere output, dipertimbangkan dari diameter elektroda yang akan digunakan dan yang paling penting adalah *duty cycle* dari trafo tersebut. Dalam hal ini pilihlah trafo las yang

memiliki *duty cycle* yang tinggi untuk ampere yang tinggi, misal *duty cycle* 100% untuk arus sampai dengan 200 A. Langkah berikutnya gunakan tang ampere untuk mengecek kesesuaian output arus pengelasan pada indikator dengan kenyataannya yang terlihat pada tang ampere. Jenis trafo las juga perlu dipertimbangkan apakah trafo AC atau DC. hal ini terkait dengan jenis elektroda yang akan digunakan. Jika menggunakan multi electrode, pilihlah trafo DC. Cara mengoperasikan trafo las terlebih dahulu harus dilihat instalasinya. Kabel tenaga ke trafo las, kabel massa, kabel elektroda dan kondisi trafo sendiri, apakah pada tempat yang kering atau basah. Setelah diketahui instalasinya baik, maka saklar utama pada kabel tenaga di on kan, selanjutnya saklar pada trafo las di on kan. Pastikan kabel massa dan kabel elektroda tidak dalam kondisi saling berhubungan. Atur arus pengelasan yang dibutuhkan dan selanjutnya gunakan untuk mengelas. Apabila proses pengelasan telah selesai, trafo las dimatikan kembali.

2) Kabel Las

Kabel las biasanya dibuat dari tembaga yang dipilin dan dibungkus dengan karet isolator. Kabel las terdiri dari kabel elektroda, kabel masa, dan kabel tenaga. Kabel elektroda adalah kabel yang menghubungkan pesawat las dengan elektroda. Kabel masa adalah kabel yang menghubungkan pesawat las dengan benda kerja. Kabel tenaga adalah kabel yang menghubungkan antara jaringan listrik dengan pesawat las.

3) Pemegang Elektroda

Pemegang elektroda berfungsi untuk menjepit atau memegang ujung elektroda yang tidak berselaput dan mengalirkan arus dari kabel elektroda.



Gambar 18. Pemegang Elektroda

4) Klem Masa

Klem masa berfungsi untuk menghubungkan kabel masa ke benda kerja atau meja kerja. Selain itu, klem masa juga berfungsi untuk mengalirkan arus listrik dari kabel masa ke benda kerja atau meja kerja. Biasanya klem masa dibuat dari bahan konduktor yang baik.



Gambar 19. Klem Masa

5) Palu Terak

Palu terak digunakan untuk melepas dan mengeluarkan terak las yang menempel pada jalur las dengan cara memukul atau menggoreskan pada daerah las. (Solih Rohyana, 2008 : 23)



Gambar 20. Palu Terak

6) Sikat Baja

baja digunakan untuk membersihkan benda kerja yang akan dilas dan membersihkan terak las yang sudah lepas dari jalur las oleh pukulan palu las. Sikat (Solih Rohyana, 2008 : 23)



Gambar 21. Sikat Baja

7) Kaca mata las/ Topeng Las.

Kaca mata las digunakan untuk melindungi kulit muka dan mata dari sinar las (sinar ultraviolet dan ultra merah) yang dapat merusak kulit atau mata. Sinar las yang sangat terang itu tidak boleh dilihat langsung oleh mata sampai jarak 15 meter. Helm ini biasanya dilengkapi dengan kaca khusus yang dapat mengurangi sinar ultraviolet dan ultraviolet merah tersebut. Untuk melindungi kaca penyaring ini, biasanya pada bagian luar atau dalam dilapisi dengan kaca putih. (Solih Rohyana, 2008 : 24 -25)



Gambar 22. Kacamata Las

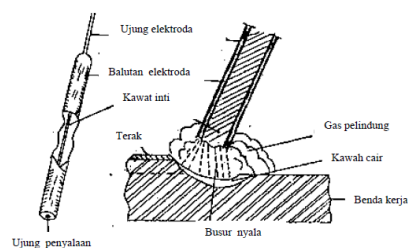
8) Sarung Tangan

Sarung tangan yang digunakan adalah sarung tangan yang terbuat dari kulit atau asbes lunak yang bersifat tidak kaku, tahan api, kuat dan tidak dialiri arus listrik. Sarung tangan berfungsi untuk melindungi tangan dari percikan bunga api dan juga untuk melindungi tangan dari panas saat mengelas.



Gambar 23. Sarung Tangan

9) Elektroda



Gambar 24. Elektroda Terbungkus.

Selaput pembungkus pada elektroda berfungsi sebagai fluks pada elektroda akan terbakar pada waktu proses berlangsung dan gas yang

timbul akan melindungi pengelasan dari kontaminasi udara luar yang akan mengakibatkan terjadinya oksidasi. Cairan pembungkusan terapung dan membeku pada permukaan las yang disebut terak yang dapat dibersihkan dengan mudah.

Fungsi utama dari salutan fluks adalah sebagai berikut :

- a. Fluks memfasilitasi penyalaan busur dan meningkatkan intensitas dan stabilitas busur.
- b. Fluks menimbulkan gas untuk melindungi busur, fluks akan terurai dan menimbulkan gas (CO_2 , CO , H , dan sebagainya) yang mengelilingi busur. Hal ini menjaga bentuk butiran logam dan cairan teroksidasi atau nitrasi yang disebabkan oleh kontak dengan atmosfer.
- c. Slag / terak melindungi logam las dan membantu pembentukan rigi, selama pengelasan, fluks mencair menjadi terak yang melindungi cairan dan rigi las dengan cara menutupinya. Dengan berbagai kekentalan (viskositas) dari terak, memungkinkan untuk melaksanakan pengelasan dalam berbagai posisi dan memperbaiki bentuk dari rigi las.
- d. Fluks menghaluskan kembali logam las dengan deoksidasi, bila pengelasan dilaksanakan pada udara terbuka, logam las tidak bisa terhindar dari oksidasi walau penimbul gas dan pembentuk terak digunakan. Elemen deoksidasi seperti Mn dan Si telah ditambahkan pada fluks, melindungi pembentukan lubang cacing dan meningkatkan kekuatan dan ketangguhan dari logam las.

- e. Fluks perlu ditambahi elemen campuran ke logam deposit, elemen campuran yang tepat yang ditambahkan dari fluks untuk endapan logam akan meningkatkan ketahanan terhadap korosi, panas dan abrasi.
- f. Serbuk besi dalam fluks meningkatkan laju pengendapan dan efisiensi pengoperasian, laju pengendapan dapat ditingkatkan dengan arus las yang tinggi atau diameter elektrode las yang besar. Metode yang lain adalah menambahkan serbuk besi ke salutan fluks pada elektrode las. Contoh khususnya adalah elektroda oksida serbuk besi.
- g. Fungsi isolasi, fluks memberikan isolasi listrik yang baik. Dalam hal elektrode las dengan kurang hati-hati disentuhkan ke permukaan las selama pengelasan, fluks mencegah geretan busur yang tidak terduga, dengan demikian mencegah kerusakan las dan juga kecelakaan terhadap manusia.

Fluks terdiri dari biji alam, serbuk dan oksida perekat, karbonat, silikat, zat organik dan berbagai zat bubuk lainnya kecuali untuk logam, dicampurkan pada perbandingan yang spesifik. Campuran ini ditempelkan / disalutkan ke kawat inti dengan menggunakan air kaca sebagai perekat dan dikeringkan.

1. Pemilihan Elektroda

Pemilihan elektroda berdasarkan :

- a. Material (base metal) composition.
- b. Posisi pengelasan

- c. Bentuk desain sambungan
- d. Arus las, AC atau DC polaritas EP / EN
- e. Persyaratan penetrasi, Heat Input
- f. Biaya operasional, deposition rate
- g. Juru las (Welder Qualification) untuk spesial proses.

Menurut standar AWS elektroda dapat diklasifikasikan berdasarkan kode E XXXX. Huruf E menyatakan elektroda busur listrik sedangkan XX (dua angka) sesudah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam ribuan lb/in². X (angka ketiga) menyatakan posisi pengelasan. X (angka keempat) menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan. Dalam pengelasan dikenal macam – macam sambungan dan kampuh untuk memudahkan dalam proses pengelasan bahan.

Dalam proses pengelasan yang dilakukan selain menentukan jenis dan kampuh yang digunakan, untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik perlu juga dicermati terkait parameter pengelasan yang meliputi:

a. Tegangan Las

Tegangan las merupakan syarat terjadinya arus listrik dalam suatu rangkaian las. Pada pengelasan SMAW tegangan las dapat fluktuatif sehingga mempunyai pengaruh yang signifikan pada hasil pengelasan.

b. Arus Las

Arus las adalah arus listrik yang digunakan untuk melakukan proses pengelasan. Dalam proses pengelasan SMAW, arus las berbanding lurus

dengan kecepatan pengelasan. Jika arus las dinaikkan maka kecepatan pengelasan juga seharusnya naik, begitu pulasebaliknya.

Sedangkan besar arus yang digunakan tergantung pada bahan yang akan dilas, jenis elektroda dan diameter inti elektroda, hal ini dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 5. Pemilihan Arus listrik

Tebal Bahan (mm)	Diameter Elektroda (mm)	Kuat Arus (ampere)
< 1	1,5	20 – 30
1 - 1,5	2	35 – 60
1,5 – 2,6	2,6	60 – 100
2,6 – 4,0	3,2	100 – 120
4,0 – 6,0	4	120 – 180
6,0 – 10	5	180 – 220
10 – 16	6	220 – 300
Diatas 16	8	300 – 400

(sumber: Kenyon, 1985)

c. Jarak Elektroda dengan Benda Kerja

Biasa disebut dengan “*stick-out*” adalah jarak antara titik terujung dari elektroda las dengan benda kerja. Jarak tersebut akan mempengaruhi kualitas hasil pengelasan. Apabila jarak terlalu dekat akan menghasilkan deposit las yang dalam berbentuk cekungan. Sedangkan jarak yang terlalu jauh akan menghasilkan penetrasi yang kurang sehingga deposit las

berbentuk cembung. Jarak optimal yaitu sebesar satu kali diameter elektroda.

d. Kecepatan Pengelasan

Kecepatan pengelasan berbanding secara linier dengan pergerakan busur las sepanjang benda kerja. Parameter ini biasanya dinyatakan dalam meter per menit. Kecepatan pengelasan yang lebih tinggi dapat menggunakan teknik pengelasan maju (*forehand technique*). Dengan meningkatnya ketebalan material, kecepatan harus diturunkan.

e. Proses *Pra-Finishing* dan *Finishing*

Proses *pra-finishing* dilakukan untuk merapikan hasil pekerjaan sebelum dilanjutkan proses *finishing*. Adapun proses *pra-finishing* dapat berupa merapikan hasil pengelasan yang kurang rapi, menghaluskan permukaan yang kasar ataupun meratakan permukaan benda yang tidak rata, serta merapikan permukaan yang tajam pada bagian sudut. Alat perkakas yang digunakan berupa mesin gerinda *portable* karena sifatnya yang mudah dipindah sehingga menjangkau segala posisi sesuai dengan kerumitan bentuk bahan yang digerinda.



Gambar 25. Gerinda *Portable*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dikemukakan pada bab-bab sebelumnya dan dari hasil pembuatan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil Pembuatan Ekor Pengarah untuk Kincir Angin *Multi Blade* Dengan Transmisi Gigi Planitary, Ekor Pengarah tersebut mampu menjadi pengemudi Baling-baling untuk menghadapkan Baling-baling sesuai arah pergerakan angin sehingga Baling-baling Kincir Angin *Multi Blade* dapat berputar.
2. Baling-baling kincir dari bahan Plat Aluminium tebal 2 mm dan jumlah Sudu-sudu yang direncanakan adalah 16 buah dengan diameter rotor kincir adalah 4300 mm dan dipasang pada menara dengan ketinggian 8400 mm dan kapasitas daya yang dapat dihasilkan adalah sebesar 461,44 Watt dengan putaran rotor kincir tersebut sebanyak 24,30 rpm.

B. Saran

Dalam perencanaan kincir angin ini, demi kemajuan dan kesempurnaan dalam pengembangan kincir angin ini dimasa mendatang, ada beberapa saran yang ingin penulis sampaikan, yaitu:

1. Dalam perencanaan Kincir Angin, sebaiknya di periksa dulu potensi angin

yang ada pada kawasan yang akan dibangun kincir angin tersebut, apakah dengan potensi angin demikian memungkinkan untuk dibangun sebuah kincir angin.

2. Dalam perencanaan Kincir Angin juga sebaiknya terlebih dahulu di periksa akan ketersediaan bahan dan alat yang di perlukan dalam perancangan dan pembuatan kincir angin tersebut, termasuk harga dari bahan dan alat tersebut, supaya nanti saat diperlukan nanti tidak tergesa-gesa lagi dalam mencarinya.
3. Seperti kita ketahui bahwa kincir angin bisa multifungsi, maka sebaiknya kincir angin dibangun pada tempat-tempat yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat, sehingga manfaat dari kincir angin nanti dapat dirasakan langsung oleh masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, M. Nanda. (2007). *Kincir angin sumbu Horizontal bersudu banyak. Proyek akhir*. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi – Universitas Sanata Dharma.
- Gamy, A. Kurniawan. (2008). *Perencanaan Baling – Baling dan Ekor Pengarah Kincir Angin. Proyek Akhir*. Padang: FT – UNP.
- Gourieres, LE Desire. (1982). *Wind Power Plants Theory and Design*. Pergamon Press: Federal Republic Of Germany.
- Getsttpln. (2014). *Karakteristik angin*. Online: (http://www.getsttpln.com/2014/03/karakteristik-angin_3090.html).
- International Windmill Corporation, (2006).
- Pramudya. (2012). *Pembangkit listrik tenaga angin*. Online: (<http://jendeladenngabei.blogspot.com>).
- Sularso dan Suga, Kiyokatsu. (2002). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wikipedia. (2014). *Turbin angin*. Online: (<http://id.wikipedia.org/wiki/Turbin-angin>)