

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Prinsip Dasar Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan turbin impuls, yang prinsip kerjanya mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dalam bentuk pancaran air. Pancaran air yang keluar dari mulut nozzel diterima oleh sudu - sudu pada roda jalan sehingga roda jalan berputar^[1].

Turbin Pelton ini mempunyai tiga komponen utama yaitu :

1. Sudu Turbin, komponen turbin yang berbentuk mangkok, yang dipasang di sekeliling roda jalan.
2. *Nozzel*, bagian yang berfungsi untuk mengarahkan pancaran air ke sudu - sudu turbin dan mengatur kapasitas air yang masuk ke turbin.
3. Rumah Turbin, berfungsi sebagai tempat kedudukan roda jalan dan penahan air yang keluar dari sudu - sudu turbin.

2.2. Pemilihan Jenis Turbin

Faktor – faktor yang penting diperhatikan dalam pemilihan jenis turbin adalah ^[2] :

1. Tinggi jatuh air (H)

Tinggi jatuh air total diambil dari selisih tinggi permukaan air dikolam dengan tinggi air di pembuangan.

2. Debit aliran (Q)

Debit aliran air adalah jumlah air yang mengalir melalui turbin dalam m³/det.

3. Kecepatan putaran (n)

Kecepatan poros turbin (dalam rpm)

4. Daya (P)

Besar daya yang akan dibangkitkan juga menentukan jenis turbin yang digunakan, dimana 1 KW = 1,36 HP.

Faktor diatas dapat dirumuskan dalam suatu persamaan yang disebut dengan Kecepatan Spesifik, yang dapat digunakan untuk pemilihan turbin.

$$\text{Kecepatan spesifik ; } N_s = \frac{n \cdot \sqrt{P}}{H^{5/4}}$$

Dimana : N_s = Kecepatan spesifik (rpm)

n = Putaran turbin yang direncanakan (rpm)

P = Daya (KW atau Watt)

Q = Debit aliran (m³/det)

Untuk satuan SI, maka daya P dikali dengan 1,36

$$\text{Sehingga : } N_s = \frac{n \cdot \sqrt{1,36 \cdot P}}{H^{5/4}}$$

2.3. Karakteristik Turbin Pelton

Suatu mesin selalu didisain untuk bekerja dibawah kondisi kerja yang diizinkan.

Suatu turbin mungkin didisain untuk beberapa faktor penting, seperti Head (H), Debit

aliran (Q), Putaran turbin (n), dan Daya (P), tetapi dalam prakteknya mungkin harus bekerja pada kondisi yang berbeda dari kondisi disainnya. Oleh sebab itu untuk mengurangi kemungkinan – kemungkinan kegagalan dalam pembuatan manufaktur perlu diperhatikan cara pengelasan yang baik dan benar, proses – proses pembuatan kerangka dan Turbin Pelton.

2.4. Tipe-Tipe Turbin Pelton

Menurut fluida yang digunakan Turbin dapat di klasifikasikan sebagai berikut ^[5] :

1. Turbin Air
2. Turbin Uap
3. Turbin Gas

A. Turbin Air

Turbin air adalah merupakan mesin penggerak yang merubah energi potensial menjadi energi mekanik dengan air sebagai fluida kerjanya. Air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir).

Beberapa keuntungan dari turbin air ini adalah :

- Efisiensi yang tinggi
- Perawatan yang mudah
- Tidak ada bahan polutan

Turbin air dapat digolongkan menjadikan :

1. Menurut jenis porosnya
 - Turbin air dengan poros tegak
 - Turbin air dengan poros mendatar
 - Turbin air dengan poros miring
2. Menurut tinggi rendahnya terjun air
 - Turbin air dengan tinggi terjun rendah
 - Turbin air dengan tinggi terjun menengah
 - Turbin air dengan tinggi terjun tinggi
3. Menurut kecepatan turbin
 - Turbin dengan kecepatan putar rendah
 - Turbin dengan kecepatan putar menengah
 - Turbin dengan kecepatan putar tinggi
4. Menurut letak atau tempatnya didirikan turbin
 - Turbin air hulu
 - Turbin air hilir
 - Turbin yang dibuat di bawah tanah
 - Turbin air reversible (putar balik)
5. Menurut daya yang dihasilkan
 - Turbin air dengan daya rendah
 - Turbin air dengan daya menengah
 - Turbin air dengan daya tinggi

Turbin air mempunyai beberapa tipe yaitu :

a. Turbin Impuls

Pada turbin ini proses ekspansi fluida (penurunan tekanan fluida) hanya terjadi pada sudu-sudu tetap, contohnya turbin pelton.

b. Turbin Reaksi

Pada turbin ini proses ekspansi fluida terjadi baik pada sudu-sudu gerak (sudu-sudu jalan), contohnya Turbin Francis, turbin propeler dan turbin kaplan.

B. Turbin Uap

Turbin uap adalah turbin yang merubah tenaga potensial uap menjadi tenaga mekanis. Ide dari turbin uap timbul kira – kira 120 BC, oleh orang yang bernama HERO dari Alexandria yang paa mulanya membuat prototype turbin uap dengan prinsip turbin reaksi. Instalasi ini terdiri dari sebuah bejana yang berisi air yang dipanaskan dengan dapur pemanas. Uap yang terjadi dimasukkan kedalam bola penampung uap dipancarkan pada tiang yang berporos sehingga bola dapat diputar. Pada bola terdapat beberapa pipa pemancar, akibat keluarnya uap melalui pipa pemancar tersebut berputarlah bola tersebut, yang disebabkan adanya reaksi uap yang keluar.

Perbedaan Turbin Uap dengan Mesin Uap:

a. Mesin Uap

Didalam mesin uap pengubahan tenaga didasarkan pada tekanan uap. Tekanan uap ini mendorong torak didalam silinder, sehingga timbul gaya pada torak. Oleh

batang penggerak ini di teruskan ke kepala silang dan oleh batang engkol gerak lurus tersebut di ubah menjadi gerak berputar. Jadi pengubah tenaga potensial menjadi tenaga mekanik pada mesin uap melalui beberapa alat, yang mana alat tersebut pemeliharaannya tidak mudah. Sebagai contoh pada lapisan/sepatu katup pembagi uap dan kepala silang, setiap waktu harus diganti biar tidak terjadi kemacetan

b. Pada Turbin Uap

Didalam sudu turbin uap pengubah tenaga didasarkan atas kecepatan uap. Mula – mula uap di ekspansikan kedalam pipa pemancar yaitu dengan jalan mengubah tekanan uap yang tinggi dengan kecepatan uap yang sangat cepat. Dengan kecepatan uap ini digunakan untuk menggerakkan sudu jalan. Akibatnya turbin uap akan berputar dan putaran ini akan diteruskan ke poros turbin.

c. Turbin Gas

Turbin gas adalah turbin dengan gas sebagai fluida kerjanya yang diperoleh dari pembakaran bahan bakar cair yang mudah terbakar. System turbin gas yang sangat sederhana terdiri dari tiga komponen utama yaitu kompresor, Ruang bakar dan turbin, yang disusun menjadi sistem yang kompak. Turbin gas sudah dikenal sejak zaman HERO of Alexandra oleh Dr. J. T. Retallita. Dimana desain pertama direncanakan oleh Yohn Barther (inggris) pada tahun 1791. System ini bekerja dengan gas dari hasil pembakaran batubara, kayu dan minyak tanah. Kompresornya digerakkan dengan perantara rantai dan roda gigi oleh turbinya.

Pada tahun 1872 Dr. F Stolze yang merencanakan system turbin gas dengan menggunakan kompresor aksial bertingkat ganda yang digerakkan langsung oleh

turbin reaksi bertingkat ganda pula. Udara yang keluar dari kompresor dibakar di dalam ruang bakar, yaitu sebuah alat yang dipergunakan untuk menaikkan temperatur udara sebelum masuk ke turbin. Jadi turbin ini bekerja dengan gas panas sebagai fluida kerjanya.

2.5. Turbin Pelton

Turbin Pelton adalah turbin implus dimana satu atau lebih pancaran air menumbuk roda yang terdapat sejumlah mangkok dan digunakan untuk tekanan head yang tinggi dari air.

2.6. Teori Dasar Konstruksi Beban

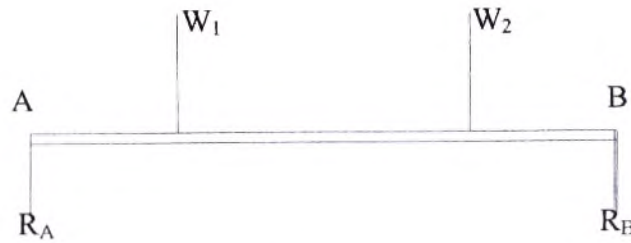
2.6.1. Jenis Beban

Meskipun ada banyak jenis beban, namun berikut ini yang penting dari sudut pandang subjek adalah ^[4]:

1. Terkonsentrasi atau titik beban
2. Beban merata
3. Seragam berbagai beban

a. Terkonsentrasi atau titik beban

Sebuah beban, bekerja pada sebuah titik pada siku yang dikenal sebagai terkonsentrasi atau beban titik seperti yang ditunjukkan pada gambar.

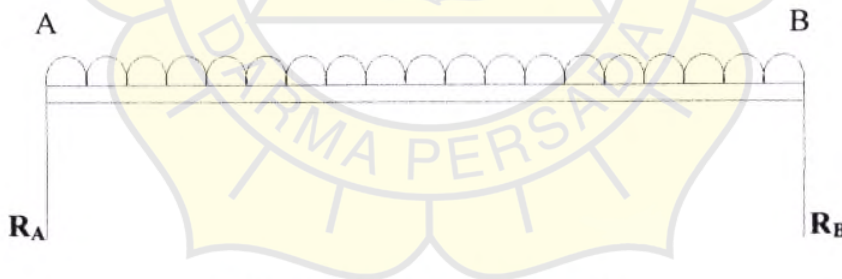


Gambar 2.1. Terkonsentrasi Beban

Dalam praktek yang sebenarnya, tidak mungkin untuk menerapkan beban di titik (yaitu, pada suatu titik matematis), karena harus memiliki beberapa bidang kontak. Tetapi ini kawasan yang begitu kecil, dibandingkan dengan panjang siku yang diabaikan.

b. Beban merata

Sebuah beban yang tersebar di siku sedemikian rupa, bahwa setiap satuan panjang dimuat pada tingkat yang sama, dikenal sebagai beban merata (singkat ditulis sebagai UDL) seperti ditunjukkan pada gambar.



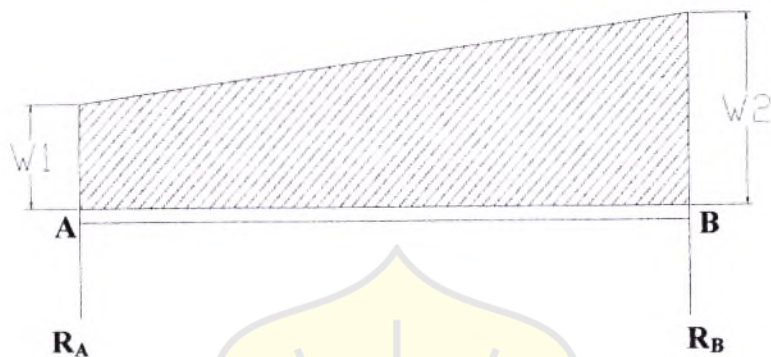
Gambar 2.2. Beban Merata

total beban merata diasumsikan bertindak A,B, beban untuk secara macam perhitungan.

c. Seragam berbagai beban

Sebuah beban yang tersebar di siku, sedemikian rupa sejauh itu bervariasi secara seragam pada setiap satuan panjang (misalnya dari W_1 di satu beban untuk

W_2 di beban lainnya), sebagai beban yang merata bervariasi seperti ditunjukkan pada gambar. .Terkadang, tumpuan bervariasi dari nol pada satu beban untuk w di ujung yang lainnya. Seperti sebuah tumpuan, juga disebut tumpuan segitiga.

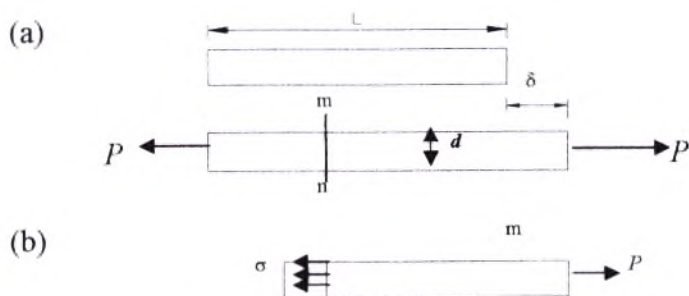


Gambar.2.3. Beban Seragam

Siku A dapat membawa salah satu dari sistem beban diatas, atau kombinasi dari dua atau lebih.

2.7. Tegangan dan Regangan Normal

Konsep dasar dari tegangan dan regangan dapat diilustrasikan dengan meninjau sebuah batang siku yang dibebani dengan gaya-gaya aksial P pada ujung-ujungnya seperti diperhatikan dalam gambar. 2.4. Sebuah batang siku adalah sebuah batang lurus yang memiliki penampang yang sama pada keseluruhan panjangnya. Dalam ilustrasi ini, gaya-gaya aksial menimbulkan suatu tarikan sama rata pada batang; karna itu batang dikatakan mengalami tarik.



Gambar 2.4. Batang siku yang mengalami tarik

Untuk mengetahui tegangan-tegangan internal yang ditimbulkan gaya-gaya aksial dalam batang, dibuat suatu pemotong khayal pada irisan mn Gambar. 2.4 a. a. Irisan ini diambil tegak lurus sumbu longitudinal batang siku. Karena itu, irisan ini dikenal sebagai suatu penampang. Bagian batang siku disebelah kanan irisan ini, kita pisahkan sebagai suatu badan bebas Gambar. 2.4 b. Beban tarik P , bekerja pada ujung sebelah kanan benda bebas ini, sedangkan pada bagian yang lain bekerja gaya-gaya yang menyatakan aksi dari bagian batang siku yang pisahkan pada bagian yang tertinggal. Gaya-gaya ini terdistribusi secara merata di seluruh penampang, yang analog dengan penyebaran kontinu dari tekanan hidrostatik pada permukaan horizontal alam zat cair. Intensitas gaya (yakni, gaya per luas satuan) disebut tegangan dan lazimnya ditunjukkan dengan huruf Yunani σ (sigma). Dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi secara merata pada seluruh penampang batang siku Gambar. 2.4 b, jelas terlihat bahwa resultan ini besarnya sama dengan P yang dikenakan, tetapi arahnya berlawanan. karena itu, kita peroleh $\sigma \frac{P}{A}$ sebagai persamaan untuk tegangan merata dalam suatu batang siku dengan bentuk penampang yang sembarang, yang dibebani secara aksial. Apabila batang siku ditarik oleh gaya P , seperti diperlihatkan dalam gambar, maka tegangan yang terjadi adalah tegangan tarik. Jika arah gayanya dibalik, maka ini menyebabkan batang siku tertekan dan kita peroleh tegangan tekan. dan kita peroleh tegangan tekan, Karena tegangan σ bekerja dalam arah tegak lurus permukaan terpotong, maka ia disebut tegangan normal. Jadi, tegangan normal dapat berbentuk tegangan tarik atau tekan. Kelak akan kita jumpai

tegangan-tegangan lainnya, yang disebut tegangan geser yang bekerja sejajar permukaan batang siku.

Apabila dikehendaki suatu perjanjian tanda bagi tegangan normal, maka biasanya tegangan tarik didefinisikan positif dan tegangan tekan, negatif. Karena tegangan normal σ diperoleh dengan cara membagi gaya aksial terhadap luas penampang, maka satuannya adalah gaya per satuan luas. Bila dipengaruhi satuan SI, maka gaya dalam newton (N) dan luas meter persegi (m^2). Karena itu, satuan tegangan adalah newton per meter-persegi (N/m^2), atau pascal (Pa). Tetapi pascal adalah satuan tegangan yang sangat kecil sehingga kita perlu untuk bekerja dengan kelipatannya yang besar.

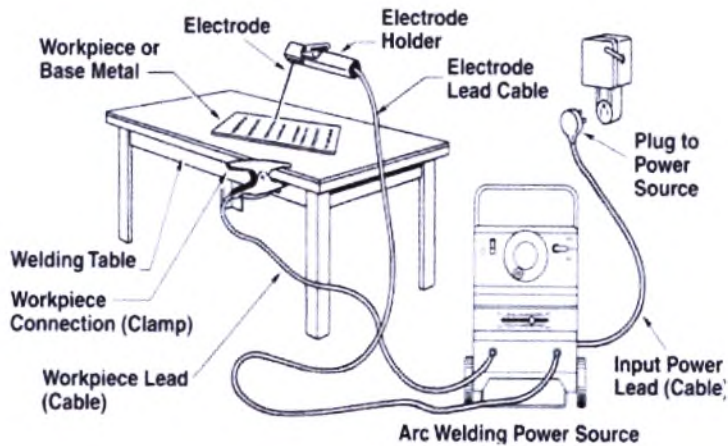
2.8. Proses Manufaktur yang Digunakan Dalam Membuat Alat Praktikum Turbin Pelton

2.8.1. Proses Pemotongan Besi Siku

Mengerti tentang prinsip pemotongan dengan baik akan membantu dalam proses produksi yang ekonomis. Prinsip pemotongan banyak digunakan pada pengukuran, menggerinda dan pengeboran. Komponen-komponen dibuat dengan membuang sebagai siku dalam bentuk serpihan kecil.

2.8.2. Pengelasan

Pengelasan adalah prosen ikatan metalurgi pada sambungan siku atau siku yang dilaksanakan pada lumer atau cair, atau juga diartikan sambungan setempat dari beberapa batang siku dengan menggunakan energi panas.



Gambar 2.5 . Proses pengelasan listrik

Las elektroda terbungkus adalah proses pemindahan logam elektroda terjadi pada



Gambar 2.6. Proses pada saat pengelasan

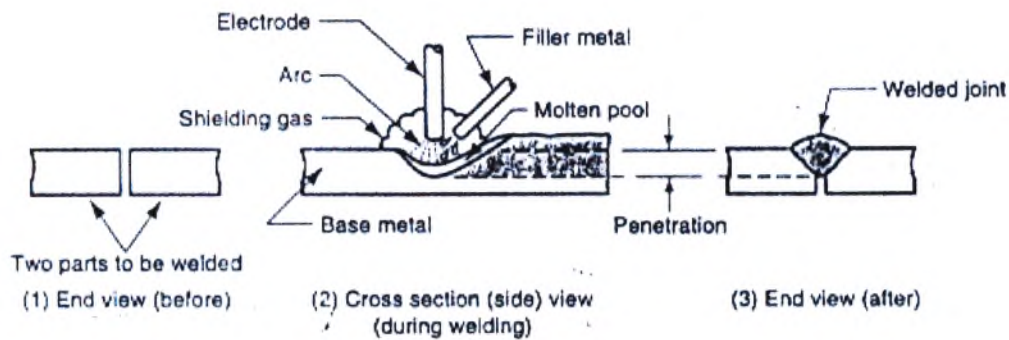
Ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus, sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar. Secara umum dapat dikatakan bahwa logam mempunyai sifat mampu las tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus sedangkan pola pemindahan cairan di pengaruhi oleh besar kecilnya arus, juga oleh komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda mencair dan membentuk terak yang

kemudian menutupi logam cair yang terkumpul di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi. Dalam beberapa fluks bahannya tidak dapat terbakar, tetapi berubah menjadi gas yang juga menjadi pelindung dari logam cair terhadap oksidasi dan memantapkan busur. Didalam las elektroda terbungkus fluks memegang peranan penting karena fluks dapat bertindak sebagai :

1. Pemantap busur dan kelancaran pemindahan butir-butir cairan logam.
2. Sumber terak atau gas pelindung logam cair terhadap udara disekitarnya.
3. Pengaturan penggunaan.
4. Sumber unsur-unsur paduan.

➤ **Pengelasan Busur**

Las busur listrik atau pada umumnya disebut las listrik termasuk suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Jadi sumber panas pada las listrik ditimbulkan oleh busur api arus listrik, antara elektroda las dan benda kerja. Benda kerja merupakan bagian dari rangkaian aliran arus listrik las. Elektroda mencair bersama-sama dengan benda kerja akibat dari busur api arus listrik. Gerakan busur api diatur sedemikian rupa, sehingga benda kerja dan elektroda yang mencair, setelah dingin dapat menjadi satu bagian yang sukar dipisahkan. Busur listrik yang terjadi di antara ujung elektroda dan bahan dasar akan mencairkan ujung elektroda dan sebagian bahan dasar. Selaput elektroda yang turut terbakar akan mencair dan menghasilkan gas yang melindungi ujung elektroda kawah las, busur listrik terhadap pengaruh udara luar. Cairan selaput elektroda yang membeku akan menutupi permukaan las yang juga berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh luar.



Gambar 4.3 Pengelasan Busur

2.8.3. Pengecatan

Pengecatan siku adalah pelapisan permukaan dengan bahan cat untuk menahan karat, meniadakan warna dasar serta memberikan pandangan yang indah dan merupakan pertahanan terhadap pengaruh-pengaruh destruktif kepada cuaca. bahan cat yang diperlukan :

1. Cat dasar (primer) dan cat antar (under coat) tidak boleh mengulit mengandung endapan, meng-gumpal, mengers, adanya pemisahan warna dan bahan asing lain dalam waktu 10 menit dapat mudah diaduk menjadi campuran yang serba sama.
2. Cat tutup (top coat) menggunakan pengencer organik (alkyd, vinyl, epoxy, minyak, phenolic, rubber base, polyurethan dan acrylic) tidak boleh ada gel, endapan keras kering, dan waktu pengeringan maksimum 6 jam . Peralatan yang digunakan harus bersih dan kering yang terdiri dari kwas dan alat semprot angin, sikat kawat, lap bersih, pengaduk dari kayu atau besi, kertas amplas besi no. 3 atau amplas dan kaleng kosong.

Pelaksanaan pengecatan dilakukan sebagai berikut:

1. Besi siku (belum pernah dicat) dibersihkan dengan cara mencuci dan white spirit atau solvent kemudian dilap. Hilangkan karat dan kerak dengan cara mengerok atau menggosok dengan sikat kawat atau sand blasting kemudian dilakukan pengecatan dengan cat dasar, cat antara dan cat tutup.
2. Besi siku yang sudah pernah di cat, dibersihkan permukaan dari kotoran, di kerok dengan sikat kawat atau sand blasting bagian-bagian yang telah rusak, kemudian pengecatan dengan cat dasar, cat antar dan cat tutup.
3. Besi siku yang permukaannya masih baru tidak memberikan pegangan secara baik untuk itu dibiarkan selama beberapa bulan atau permukaan dikasarkan dengan bahan kimia atau diberi cat dasar khusus. Bersihkan permukaan dari kotoran. Jika sudah pernah dicat bersihkan cat yang sudah rusak dengan cara mengerok menggunakan sikat kawat. Bagian yang telah bersih dari cat lama segera diberi cat dasar khusus.

Penanggulangan kegagalan dalam pengecatan:

1. Bila hasil pengecatan menggelembung atau gagal, kerok cat yang menggelembung dan haluskan permukaan dengan amplas halus, kemudian diberi cat baru.
2. Bila berbintik, ditunggu sampai kering sempurna. Setelah kering digosok dengan amplas halus dan dibersihkan, kemudian diberi cat baru sampai rata.
3. Bila retak-retak, dikerok seluruh lapisan cat, dihaluskan dan dibersihkan kemudian beri lapisan cat baru.

4. Bila warna berubah, dipilih jenis cat lain, dan dilapisi dengan cat dasar tahan.
5. Bila sukar mengering, seluruh lapisan cat dikerok dan dibersihkan, dan dicat ulang dengan cat tahan alkali.
6. Bila terdapat garis-garis bekas kuas, digosok dengan amplas halus dan dibersihkan kemudian dicat ulang secara benar.
7. Bila daya tutup kurang, pengecatan diulang hingga rata.
8. Bila lapisan cat menurun pada beberapa tempat, cat dibiarkan mengering, dan bagian cat yang menurun diratakan dengan amplas, kemudian pengecatan diulangi.

2.8.4. Perakitan

Untuk mendesain produk yang berorientasi pada perakitan, persyaratan teknis mengenai perakitan produk akhir perlu diketahui. Pengetahuan tentang persyaratan, pengikat produk, berbagai metode implementasi system perkitan manual, otomatis penuh atau sebagian, harus tersedia pada tahap penembangan produk dan harus diintegrasikan dalam desain produk. Selama pengembangan produk baru tersebut proses perakitan harus di analisa dan direncanakan secara parallel dengan desain. Hanya dengan cara ini produk dapat didesain untuk perakitan yang sederhana, dan dapat memanfaatkan fungsi dari *assembly product design* secara maksimal. *Assembly-oriented design process* menunjukkan bahwa diantara sejumlah besar alat bantu yang dapat diaplikasikan, yang penting adalah aturan-aturan desain yang digunakan secara sistematis dan evaluasi kesesuaian perakitan. selama tahap yang berbeda dari sudut pandang teknis perakitan. Setelah

menyelesaikan tiap tahap dalam proses desain, evaluasi kesesuaian perakitan diperlukan untuk menentukan apakah desain tersebut perlu untuk diperbaiki atau tidak, sehingga dapat memberikan informasi pada titik mana produk tersebut harus diperbaiki. Aturan-aturan desain mewakili sekumpulan solusi yang telah dikenal dan dicoba dengan baik untuk tugas-tugas desain tertentu dan dapat dirangkum secara praktis dalam katalog-katalog. Katalog-katalog ini harus memenuhi syarat umum seperti :

1. Cepat, kemampuan akses yang berorientasi pada tugas
2. Solusi dengan *range* yang komprehensif.
3. Kemampuan aplikasi terhadap desain konvensional sebanding terhadap desain dengan alat bantu computer.

Jenis struktur katalog ini telah terbukti lebih siap diterima oleh para perancang.

Dalam katalog yang telah dikembangkan, klasifikasi part terbagi menjadi :

1. Aturan untuk struktur produk.
2. Aturan untuk sub-rakitan.
3. Aturan untuk komponen tunggal.
4. Aturan untuk teknik penggabungan.

Dalam bagian utama dari katalog ini, aturan desain actual tercatat secara rinci.

Karakteristik untuk katalog ini adalah :

1. Validitas aturan selama proses desain.
2. Derajat kepentingan dari aturan tersebut (aturan A < B < dan C)

Untuk mengevaluasi kesesuaian produk untuk tujuan perakitan, semua faktor yang berpengaruh perlu dipertimbangkan dan dievaluasi. Ide dasar dari prosedur ini adalah bahwa produk harus didesain untuk memenuhi persyaratan dan fungsi-fungsi yang tertera pada lembar spesifikasi.

2.8.5 Uji Coba (Trial)

Uji coba produk dimaksudkan untuk mengumpulkan data yang dapat digunakan sebagai dasar untuk menetapkan tingkat keefektifan, efisien, dan daya tarik dari produk yang dihasilkan. Dalam bagian ini secara berurutan perlu dikemukakan desain uji coba, subyek uji coba, jenis data, instrumen pengumpulan data, dan teknik analisis data.

1. Desain Uji Coba

Secara lengkap, uji coba produk pengembangan biasanya dilakukan dimulai dari tiga tahapan, yaitu uji perseorangan, uji kelompok kecil, dan uji lapangan. Dalam kegiatan pengembangan, pengembangan mungkin hanya melewati dan berhenti pada tahap uji perseorangan, atau dilanjutkan dan berhenti sampai tahap uji kelompok kecil, atau sampai uji lapangan. Hal ini sangat tergantung pada urgensi dan data yang dibutuhkan melalui uji coba itu. Desain uji coba produk bisa menggunakan desain yang biasa disampaikan dalam penelitian kuantitatif, yaitu desain deskriptif atau eksperimental. Yang perlu diperhatikan adalah ketepatan memilih desain untuk tahapan tertentu (perseorangan, kelompok kecil, atau lapangan) agar data yang dibutuhkan untuk memperbaiki produk dapat diperoleh secara lengkap.

2. Subjek Uji Coba

Karakteristik subjek uji coba perlu diidentifikasi secara jelas dan lengkap, termasuk cara pemilihan subjek uji coba itu. Subjek uji coba produk bisa terdiri dari ahli di bidang isi produk, ahli dibidang perancangan produk, dan sasaran pemakaian produk. Subjek uji coba yang ahli dibidang isi produk dapat memiliki kualifikasi keahlian tingkat S1 (untuk skripsi), S2 (untuk tesis), S3 (untuk disertasi). Yang penting setiap subjek uji coba yang dilibatkan harus disertai identifikasi karakteristiknya secara jelas dan lengkap, tetapi terbatas dalam kaitannya dengan produk yang dikembangkan. Teknik pemilihan subjek uji coba juga perlu dikemukakan agak rinci, apa menggunakan teknik rambang, rumpun, atau teknik lainnya yang sesuai.

3. Jenis Data

Uji coba produk dimaksudkan untuk mengumpulkan data yang dapat digunakan sebagai dasar untuk menetapkan tingkat keefektifan, efisiensi, dan daya tarik dari produk yang dihasilkan. Dalam konteks ini sering pengembangan tidak bermaksud mengumpulkan data secara lengkap yang mencakup ketiganya. Bisa saja, sesuai dengan kebutuhan pengembangan, pengembangan hanya uji coba untuk melihat daya tarik dari suatu produk, atau hanya melihat tingkat efisiensinya, atau keduanya. Keputusan ini tergantung pada pemecahan masalah yang telah ditetapkan apakah pada keefektifan, efisiensi, daya tarik, atau ketiganya. Penekanan pada efisiensi suatu pemecahan masalah akan membutuhkan data tentang efisiensi produk yang dikembangkan. Begitu pula halnya dengan penekanan pada keefektifan atau daya tarik. Atas dasar ini, maka jenis data yang perlu dikumpulkan harus disesuaikan dengan informasi apa yang

dibutuhkan tentang produk yang dikembangkan itu. Paparan mengenai jenis data yang ditimbulkan hendaknya dikaitkan dengan desain dan pemilihan subjek uji coba. Jenis data tertentu, bagaimanapun juga, akan menurut desain tertentu dan subjek uji coba tertentu. Misalnya, pengumpulan data mengenai kecermatan isi dapat dilakukan secara perorangan dari ahli isi, atau secara kelompok dalam bentuk seminar kecil, atau seminar yang lebih luas yang melibatkan ahli isi, ahli desain, dan sasaran pemakai produk.

4. Instrumen Pengumpulam Data

Bagian ini mengemukakan instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data seperti yang sudah dikemukakan dalam butir sebelumnya. Jika menggunakan instrumen yang sudah ada, maka perlu ada uraian mengenai karakteristik instrumen itu, terutama mengenai keahlian dan keterandalannya. Apabila instrumen yang digunakan dikembangkan sendiri, maka prosedur pengembangannya juga perlu dijelaskan.

5. Teknik Analisis Data

Teknik dan prosedur analisis yang digunakan untuk menganalisis data uji coba dikemukakan dalam bagian ini dan disertai alasannya. Apabila teknik analisis yang digunakan sudah cukup dikenal, maka uraian tidak perlu rinci sekali. Akan tetapi, apabila teknik tersebut belum banyak dikenal, maka uraian perlu lebih rinci.