

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Turbin Air

Turbin secara umum dapat diartikan sebagai mesin penggerak mula dimana energi fluida kerja yang digunakan langsung memutar roda turbin, fluida kerjanya dapat berupa air, uap air dan gas. Dengan demikian turbin air dapat diartikan sebagai suatu mesin penggerak mula yang fluida kerjanya adalah air. Turbin berfungsi mengubah energi potensial fluida menjadi energi mekanik yang kemudian diubah lagi menjadi energi listrik pada generator.

Kalau ditinjau dari daya yang dihasilkan turbin air, maka dikenal istilah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH) yang maksudnya adalah turbin air yang dapat menghasilkan daya kurang dari 100 Kw dan sumber airnya relatif kecil.

2.2 Klasifikasi Turbin Air

Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis, turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi.

1. Turbin Impuls

Turbin impuls disebut juga dengan turbin air tekanan sama karena tekanan air yang keluar dari nozel tekanannya sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Sehingga energi tempat dan energi tekanan yang dimiliki oleh aliran air dirubah semuanya menjadi energi kecepatan. Contoh dari turbin impuls ini adalah turbin *pelton*, turbin *crossflow* dan lain-lain.

a. Turbin *Pelton*

Turbin *Pelton* merupakan turbin impuls. Turbin *Pelton* terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut. Turbin *Pelton* adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien. Turbin *Pelton* adalah turbin yang cocok digunakan untuk head tinggi.



Gambar 2.1 Turbin *Pelton*

(Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/pelton_wheel)



Gambar 2.2 Runner Turbin *Pelton*

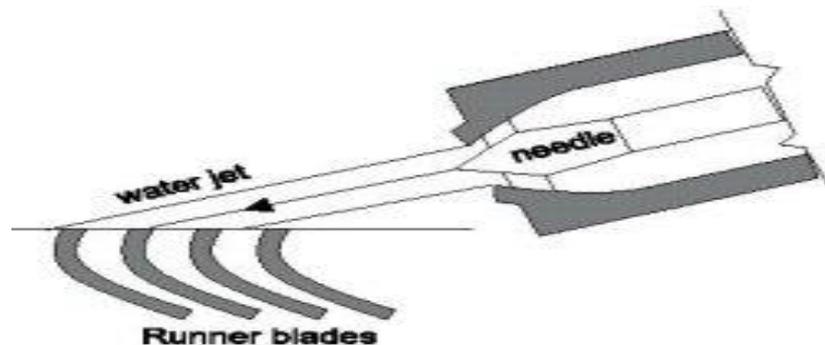
(Sumber: <http://europa.eu.int/en/comm/dg17/hydro/layman2.pdf>)

Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah-tengah sudu dan pancaran air tersebut akan berbelok kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air. Untuk turbin dengan daya yang besar, sistem penyemprotan airnya dibagi lewat beberapa nozel. Dengan demikian diameter pancaran air

bisa diperkecil dan ember sudu lebih kecil. Turbin *Pelton* untuk pembangkit skala besar membutuhkan tinggi tekanan lebih kurang 150 m tetapi untuk skala tekanan kecil 20 m sudah mencukupi.

b. Turbin *Turgo*

Turbin *Turgo* dapat beroperasi pada head 30 s/d 300m. Seperti turbin *pelton*, turbin *turgo* merupakan turbin impuls tetapi sudunya berbeda. Pancaran air dari nosel membentuk sudu pada sudut 20^0 . Kecepatan putar turbin *turgo* lebih besar dari turbin *pelton*. Akibatnya dimungkinkan transmisi langsung dari turin ke generator sehingga menaikkan efisiensi total sekaligus menurunkan biaya perawatan.



Gambar 2.3 Sudu Turbin *Turgo* dan Nozzle

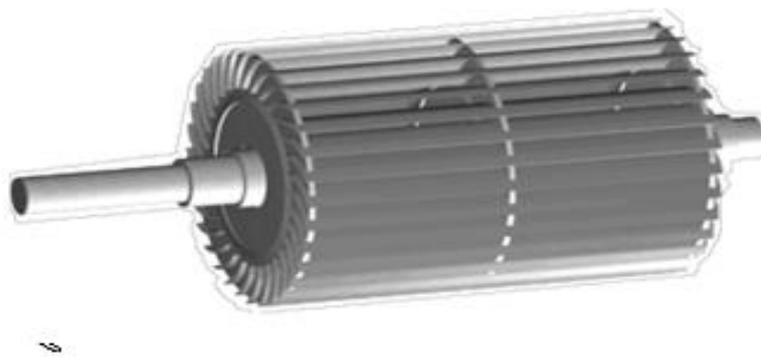
(Sumber: <http://europa.eu.int/en/comm/dg17/hydro/layman2.pdf>)

c. Turbin *Crossflow*

Salah satu jenis turbin impuls ini juga dikenal dengan nama Turbin Michell-Banki yang merupakan pemunya. Selain itu juga disebut Turbin Osberger yang merupakan perusahaan yang memproduksi turbin *crossflow*. Turbin ini dapat dioperasikan dalam debit 20 liter/detik hingga $10 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan tekanan antara 1 s/d 200m.

Turbin *crossflow* menggunakan nozzle persegi panjang yang lebarnya sesuai dengan lebar runner. Pancaran air masuk turbin mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi (lebih rendah saat masuk) kemudian meniggalkan turbin. Runner turbin terbuat dari beberapa sudu yang dipasang pada sepasang piringan paralel.

Turbin *crossflow* baik sekali digunakan untuk pusat tenaga air yang kecil dengan daya kurang dari 750 kW. Pembuatan dan pemasangan konstruksi sangat sederhana dan biaya pembuatan murah.



Gambar 2.4 Turbin *Crossflow*

(Sumber: <http://europa.eu.int/en/comm/dg17/hydro/layman2.pdf>)

2. Turbin Reaksi

Turbin reaksi disebut juga turbin tekanan lebih, karena tekanan air masuk roda turbin lebih besar dari pada tekanan air saat keluar roda turbin. Secara umum dapat dikatakan bahwa aliran air yang masuk ke roda turbin mempunyai energi penuh, kemudian energi ini dipakai sebagai penggerak roda turbin dan sebagian lagi digunakan untuk mengeluarkan air ke saluran pembuangan. Jenis turbin reaksi yang sering digunakan antara lain, turbin *francis*, turbin *propeler* atau *kaplan*.

a. Turbin *Francis*

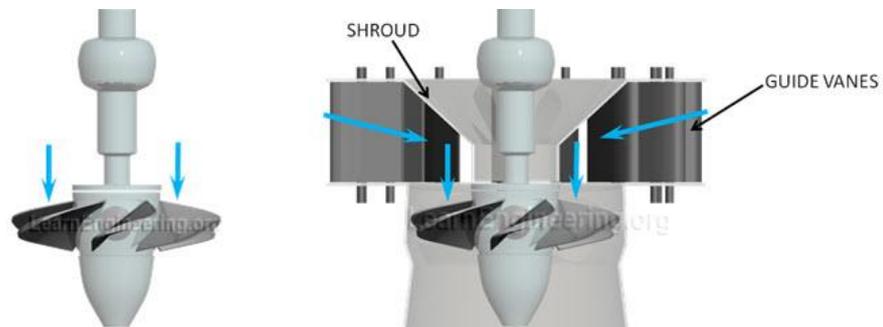
Turbin *francis* merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian luar. Turbin *francis* menggunakan sudu pengarah. Sudu pengarah mengarahkan air masuk secara tangensial. Sudu pengarah pada turbin *francis* dapat merupakan suatu sudu pengarah yang tetap ataupun sudu pengarah yang dapat diatur sudunya untuk penggunaan pada berbagai kondisi aliran air penggunaan sudu pengarah yang dapat diatur merupakan pilihan yang tepat.



Gambar 2.5 Runner Turbin *Francis*
(Sumber: Ikhsan, 2010: 16)

b. Turbin *Kaplan & Propeler*

Turbin *Kaplan* dan *Propeler* merupakan turbin reaksi aliran aksial. Turbin ini tersusun dari *propeler* seperti pada perahu. *Propeler* tersebut biasanya mempunyai tiga hingga enam sudu.



Gambar 2.6 Runner Turbin *Kaplan*
(Sumber: Ikhsan, 2010: 17)

2.3 Kriteria Dalam Pemilihan Komponen

Sebelum pemilihan perhitungan, seorang perencana haruslah terlebih dahulu memilih dan menentukan jenis material yang akan digunakan dengan tidak terlepas dari faktor-faktor yang mendukungnya. Selanjutnya untuk memilih bahan nantinya akan dihadapkan pada perhitungan, yaitu apakah komponen tersebut dapat

menahan gaya yang besar, gaya terhadap beban puntir, beban bengkok atau terhadap faktor tahanan dan tekanan. Juga terhadap faktor koreksi yang cepat atau lambat akan sesuai dengan kondisi dan situasi tempat, komponen tersebut digunakan.

Adapun kriteria-kriteria pemilihan bahan atau material didalam Rancang Bangun Model Turbin Air Jenis Impulse Sebagai Sarana Praktek ini adalah :

2.3.1 Generator

Generator adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Energi yang menggerakkan generator sendiri sumbernya bermacam macam. Pada pembangkit listrik tenaga angin misalnya generator bergerak karena adanya kincir yang berputar karena angin. Demikian pula pada pembangkit pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan energi gerak dari air. Sedang pada pembangkit listrik gerak dari generator didapatkan dari proses pembakaran bahan bakar diesel.



Gambar 2.7 Generator

(Sumber: <https://www.google.co.id/search?biw=1/generator.jpg>)

a. Jenis-Jenis Generator

- 1). Jenis generator berdasarkan letak kutubnya dibagi menjadi :
 - (a). generator kutub dalam : generator kutub dalam mempunyai medan magnet yang terletak pada bagian yang berputar (rotor).
 - (b). generator kutub luar : generator kutub luar mempunyai medan magnet yang terletak pada bagian yang diam (stator)
- 2). Jenis generator berdasarkan putaran medan dibagi menjadi :
 - (a). generator sinkron
 - (b). generator asinkron

- 3). Jenis generator berdasarkan jenis arus yang dibangkitkan:
 - (a). generator arus searah (DC)
 - (b). generator arus bolak balik (AC)
- 4). Jenis generator dilihat dari fasanya:
 - (a). generator satu fasa
 - (b). generator tiga fasa
- 5). Jenis generator berdasarkan bentuk rotornya :
 - (a). generator rotor kutub menonjol biasa digunakan pada generator dengan rpm rendah seperti PLTA dan PLTD
 - (b). generator rotor kutub rata (silindris) biasa digunakan pada pembangkit listrik / generator dengan putaran rpm tinggi seperti PLTG dan PLTU

b. Cara Kerja Generator

Prinsip kerja / cara kerja generator listrik adalah generator bekerja berdasarkan hukum Faraday yakni apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis-garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbulkan ggl (gaya gaya listrik) yang mempunyai satuan volt.

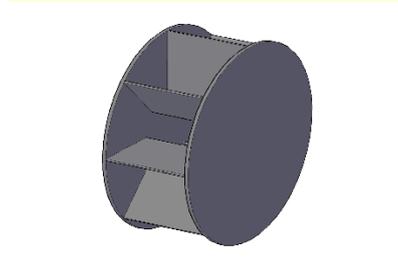
c. Fungsi

Generator berfungsi untuk menghasilkan listrik dengan cara mengubah gerak menjadi energi listrik sehingga bisa digunakan untuk berbagai macam keperluan.

2.3.2 Kincir Air

Kincir air adalah komponen putaran air yang memberikan energi pada poros yang berputar. Kincir air merupakan sarana untuk merubah energi air menjadi energi mekanik berupa torsi pada poros kincir. Ada beberapa tipe kincir air, salah satu diantaranya ialah Kincir air overshoot, dimana untuk kincir air ini sendiri bekerja bilamana air yang mengalir jatuh ke dalam bagian sudu-sudu dari pada sisi

bagian atas, dan karena hal tersebut disebabkan oleh gaya berat air pada suatu roda kincir berputar.

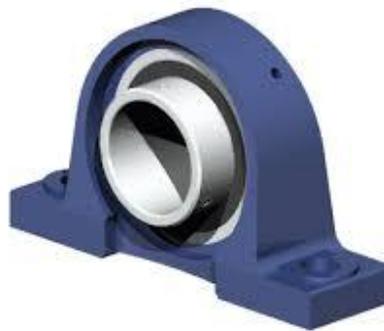


Gambar 2.8 Kincir Air

(Sumber: [https://www.google.co.id/search?biw=1/kincir air.jpg](https://www.google.co.id/search?biw=1/kincir+air.jpg))

2.3.3 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga gesekan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang usia pemakianya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros suatu mesin bekerja dengan baik. (Sularso, 2002). Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka efisiensi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya.



Gambar 2.9 Bantalan (*bearing*)

(Sumber: <https://www.google.co.id/search?biw=1/bantalan.jpg>)

Jenis- jenis bantalan :

- a. Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros
 - Bantalan luncur

Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas.

- Bantalan gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola, *roll*, dan *roll* bulat.

b. Berdasarkan arah beban terhadap poros

- Bantalan radial

Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu.

- Bantalan aksial

Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.

- Bantalan gelinding khusus

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros. Meskipun bantalan gelinding menguntungkan, Banyak konsumen memilih bantalan luncur dalam hal tertentu, contohnya bila kebisingan bantalan mengganggu, pada kejutan yang kuat dalam putaran bebas.

c. Berdasarkan elemen gelinding

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur. Elemen gelinding seperti bola atau *roll*, dipasang di antara cincin luar dan cincin dalam.

Dengan memutar salah satu cincin tersebut bola atau *roll* akan membuat gesekan gelinding sehingga gesekan diantaranya akan jauh lebih kecil. Untuk bola atau *roll*, ketelitian tinggi dalam bentuk dan ukuran merupakan keharusan, karena luas bidang kontak antara bola atau *roll* dengan cincinya sangat kecil maka besarnya beban persatuan luas atau tekanannya menjadi sangat tinggi, dengan demikian bahan yang digunakan harus mempunyai ketahanan dan kekerasan yang tinggi.

2.3.4 Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*). Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satudengan lainnya. (Josep Edward Higley,1983).



Gambar 2.10 Poros

(Sumber: <https://www.google.co.id/search?biw=1/poros.jpg>)

a. Macam-macam pembagian poros

1) Berdasarkan pembebanannya

(a) Poros transmisi (*transmission shafts*)

Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan shaft. Shaft akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur berganti ataupun keduanya. Pada shaft, daya dapat ditransmisikan melalui gear, belt pulley, sprocket rantai, dll.

(b) Gandar

Poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban puntir dan hanya mendapat beban lentur.

(c) Poros *spindle*

Poros *spindle* merupakan poros transmisi yang relatif pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran. Selain beban puntiran, poros *spindle* juga

menerima beban lentur (*axial load*). Poros *spindle* dapat digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.

2. Berdasarkan bentuknya

- a) Poros lurus
- b) Poros engkol sebagai penggerak utama pada silinder mesin

Ditinjau dari segi besarnya transmisi daya yang mampu ditransmisikan, poros merupakan elemen mesin yang cocok untuk mentransmisikan daya yang kecil hal ini dimaksudkan agar terdapat kebebasan bagi perubahan arah (arah momen putar).

b. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan poros.

Berdasarkan Kiyokatsu Suga dan Sularso (1997), hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan poros adalah :

2) kekuatan poros

Poros transmisi akan menerima beban puntir (*twisting moment*), beban lentur (*bending moment*) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur. Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros tersebut. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban-beban tersebut.

3) Kekakuan poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan tetapi adanya lenturan atau *defleksi* yang terlalu besar akan mengakibatkan ketidakteelitian (pada mesin perkakas), getaran mesin (*vibration*) dan suara (*noise*).

Oleh karena itu disamping memperhatikan kekuatan poros, kekakuan poros juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.

4) Putaran kritis

Bila putaran mesin dinaikan maka akan menimbulkan getaran (*vibration*) pada mesin tersebut. Batas antara putaran mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik, dll. Selain itu, timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jadi dalam perancangan poros perlu mempertimbangkan putaran kerja dari poros tersebut agar lebih rendah dari putaran kritisnya.

5) Korosi

Apabila terjadi kontak langsung antara poros dengan fluida korosif maka dapat mengakibatkan korosi pada poros tersebut, misalnya *propeller shaft* pada pompa air. Oleh karena itu pemilihan bahan-bahan poros (plastik) dari bahan yang tahan korosi perlu mendapat prioritas utama.

6) Material poros

Poros yang biasa digunakan untuk putaran tinggi dan beban yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan (*alloy steel*) dengan proses pengerasan kulit (*case hardening*) sehingga tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja *chrome nikel*, baja *chrome nikel molebdenum*, baja *chrome*, baja *chrome molibden*, dll. Sekalipun demikian, baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan pembebanan yang berat saja. Dengan demikian perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis proses *heat treatment* yang tepat sehingga akan diperoleh kekuatan yang sesuai.

2.3.5 Sabuk dan *Pulley*

Sabuk (*belt*) biasanya sabuk dipakai untuk memindahkan daya antara 2 buah poros yang sejajar dan dengan jarak minimum antar poros yang tertentu. Sedangkan, *Pulley* dapat digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros satu ke poros yang lain melalui sistem transmisi penggerak berupa *flat belt*, *V-belt* atau *circular belt*.

a. Jenis-jenis sabuk dan *pulley*

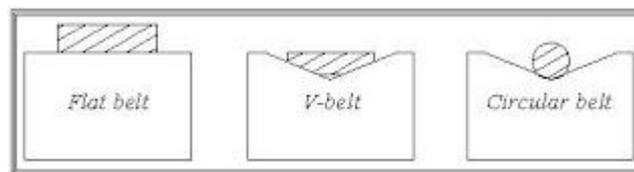
Adapun jenis-jenis sabuk dan pulley sebagai berikut :

1) Jenis-jenis sabuk (*Belt*)

(a) *Flat belt*

(b) *V-belt*

(c) *Circular belt*



Gambar 2.11 Jenis-Jenis sabuk (*belt*)

(Sumber: <https://www.google.co.id/search?biw=1/belt.jpg>)

2) Jenis-jenis *pulley*

a) *Cast iron pulley*

b) *Steel pulley*

c) *Wooden pulley*

d) *Paper pulley*

b. Cara kerja sabuk dan *pulley*

Cara kerja *pulley*

(a) Jika pemindah daya dengan perbandingan transmisi tidak terlalu besar bisa digunakan tanpa puli penegang.

(b) Jika pemindahan daya dengan perbandingan transmisi besar dan jarak poros dekat, maka perlu dipasang puli penegang.

1) Cara kerja sabuk

Sabuk penggerak adalah suatu peralatan dari mesin–mesin yang bekerjanya berdasarkan dari getaran. Melalui gesekan ini yaitu antara puli dengan sabuk penggerak, gaya melingkar (*circumferensial*) dapat dipindahkan dari *pulley* penggerak ke *pulley* yang digerakkan. Perpindahan gaya ini tergantung dari tekanan sabuk penggerak ke permukaan *pulley*, maka ketegangan dari sabuk penggerak sangatlah penting dan bila terjadi *slip*, kekuatan geraknya akan berkurang. Sabuk penggerak datar ini memberikan : fleksibel, menyerap hentakan,

pemindahan kekuatan yang efisien pada kecepatan tinggi, tahan panas terhadap kikisan panas dan murah harganya. Sabuk penggerak datar ini dapat dipakai pada *pulley* yang kecil. Karena sabuk ini ditentukan untuk tekanan tinggi maka juga mengakibatkan beban yang besar bagi bantalan.



Gambar 2.12 Sabuk dan *Pulley*

(Sumber: [https://www.google.co.id/search?biw=1/sabuk dan pulley.jpg](https://www.google.co.id/search?biw=1/sabuk%20dan%20pulley.jpg))

c. Keuntungan dan kerugian sabuk dan *pulley*

Adapun keuntungan dan kerugian dari sabuk dan *pulley* dibandingkan dengan sistem transmisi lain yaitu :

- 1) Keuntungan sabuk dan *pulley*
 - a) Harga lebih murah.
 - b) Konstruksinya sederhana.
 - c) Mudah didapat.
 - d) Pemasangannya mudah.
 - e) Bekerja lebih halus dan suaranya tidak terlalu bising.
 - f) Perawatannya mudah.
- 2) Kerugian sabuk dan *pulley*
 - a) Tidak bisa dipakai untuk yang terlalu besar
 - b) Dapat terjadi slip antara *pulley* dan *pulley*

2.3.6 Kerangka

Kerangka berfungsi untuk menahan berat keseluruhan dari komponen-komponen yang terdapat pada alat, untuk itu agar mampu menahan beban yang ditumpukan banyak jenis profil rangka yang sering di gunakan seperti persegi panjang, bulat, berbentuk U, berbentuk L, dan lain-lain.

Dimana pada profil siku atau profil L adalah profil yang sangat cocok untuk digunakan sebagai bracing dan batang tarik. Profil ini biasa digunakan secara gabungan, yang lebih dikenal sebagai profil siku ganda. Profil L ini terbuat dari bahan baja yang merupakan bahan campuran besi (Fe), 1,7% zat arang atau carbon (C), 1,65% mangan (Mn), 0,6% silicon (Si), dan 0,6% tembaga (Cu).

Suatu struktur menerima bahan dinamis, struktur ini dapat berkedudukan mendatar, miring maupun tegak. Untuk struktur yang tegak (*vertical*) dinamakan kolom. Jika sebuah kolom menerima beban tekan maka pada batang akan terjadi tegangan tekan yang besarnya.

Pada kolom pendek apabila gaya yang diberikan ditambah sedikit demi sedikit kolom akan hancur dan bila kolomnya panjang batang tidak akan hancur melainkan akan menekuk (*buckling*).



Gambar 2.13 Kerangka Profil L

(Sumber: <https://www.google.co.id/search?biw=1/profil L.jpg>)

2.3.7 Baut dan Mur

Baut dan Mur berfungsi untuk mengikat antar rangka. Untuk menentukan jenis dan ukuran baut dan mur harus memperhatikan berbagai faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan, dan lain sebagainya.

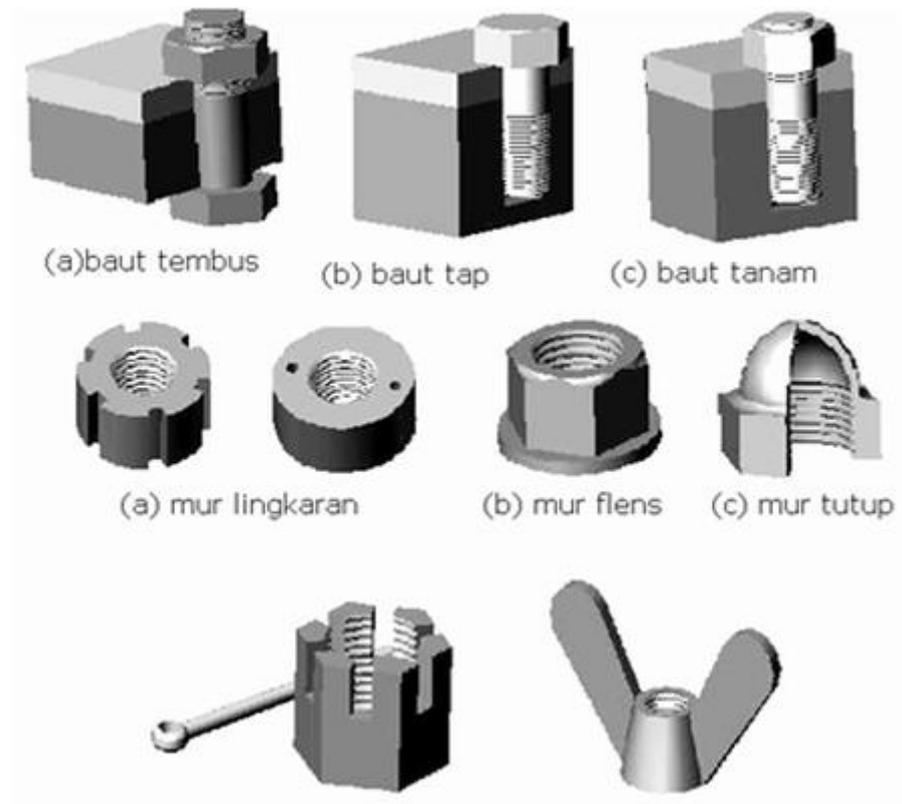


Gambar 2.14 Baut dan Mur

(Sumber: [https://www.google.co.id/search?biw=1/baut dan mur.jpg](https://www.google.co.id/search?biw=1/baut%20dan%20mur.jpg))

Adapun gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa :

- a) Beban statis aksial murni.
- b) Beban aksial bersama dengan beban puntir.
- c) Beban geser.
- d) Beban tumbukan aksial.



Gambar 2.15 Macam-macam baut dan mur

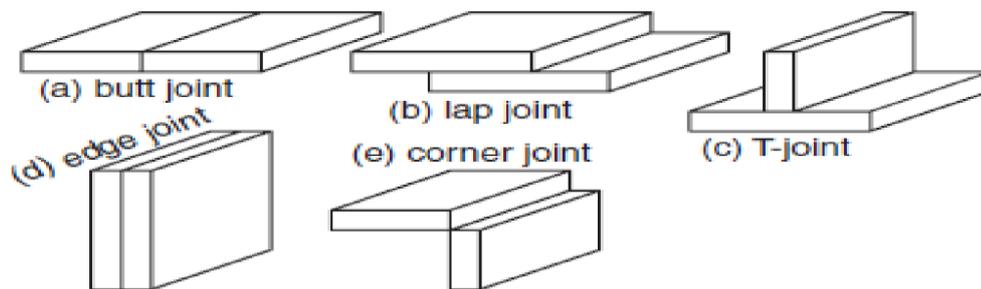
(Sumber: <https://www.google.co.id/search?biw=1/jenis baut dan mur.jpg>)

2.4 Proses pengerjaan yang digunakan

Ada beberapa pengerjaan yang digunakan untuk membuat mesin alat sangrai pasir ini baik dengan menggunakan alat atau mesin.

2.4.1 Pengelasan

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom. Sambungan las mempunyai beberapa jenis sambungan diantaranya sebagai berikut :



Gambar 2.16 Jenis Sambungan Pengelasan

(Sumber: [https://www.google.co.id/search?biw=1/jenis sambungan las.jpg](https://www.google.co.id/search?biw=1/jenis+sambungan+las.jpg))

2.4.2 Proses Pengeboran

Proses pengeboran adalah proses menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lubang bertingkat, membesarkan lubang, dan camper.

2.4.3 Proses Pengetapan

Tap adalah suatu proses pembuatan ulir dalam (mur), sedangkan senay adalah untuk membuat ulir luar (baut). Sebelum melakukan pengetapan, benda kerja harus dibor terlebih dahulu dengan ukuran diameter bor tertentu sesuai dengan ukuran tap yang kita gunakan.

Sebelum proses pengetapan dilakukan berikan sedikit pelumas pada tap dan pastikan bahwa benar-benar tegak lurus terhadap benda kerja yang akan di tap dan pada saat pengetapan dilakukan putar tap secara perlahan dan searah jarum jam.

2.4.4 Proses Penggerindaan

Penggerindaan dilakukan untuk memotong rangka, plat dan benda yang tidak mungkin dilakukan tanpa menggunakan mesin. Selain itu penggerindaan juga bisa dilakukan untuk penghalusan bagian-bagian yang tajam pada proses

jadi akhir (*finishing*) tetapi disesuaikan dengan mata gerinda yang kita pakai, karena untuk mata gerinda sendiri ada beberapa jenis dan fungsinya.