

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Perancangan mesin pembangkit listrik tenaga magnet telah banyak dipaparkan dengan berbagai macam desain hasil penelitian. Kajian pustaka dari hasil penelitian dan perancangan dapat digunakan untuk memperdalam tinjauan pustaka. Kajian-kajian pustaka tersebut adalah sebagai berikut:

Penelitian yang membahas tentang pengaruh magnet permanen sebagai penguat medan magnet pada pembangkit listrik. Hasil uji coba tanpa beban untuk 2 kutub menghasilkan tegangan tertinggi 37 V pada putaran 2900 rpm, untuk 6 kutub menghasilkan tegangan tertinggi 57 V pada putaran 2900 rpm. Pengujian berbeban tersebut untuk jumlah 2 kutub dengan tahanan beban 25 ohm menghasilkan arus terbesar 0,56 ampere pada tegangan 25 V. Untuk jumlah 6 kutub menghasilkan arus sebesar 1,36 ampere pada tegangan 36 V (Mulud, 2013).

Penelitian yang membahas tentang pengujian magnet permanen jenis *neodymium* (NdFeB) pada rancang bangun generator *portable fluks aksial*. Hasil putaran 100-600 rpm sebesar 0,3-6,2 V untuk tegangan AC sebesar 0-5,5 V. Hasil pengujian tersebut diketahui bahwa rangkaian pengisian baterai baru bekerja pada saat kecepatan putaran 400 rpm dan tegangan DC sebesar 4,2 V sehingga kecepatan putaran ideal untuk pengisian daya baterai yaitu 400-600 rpm atau saat tegangan DC mencapai 4,2-5,5 V (Muliawati & Ramadhan, 2017).

Penelitian yang membahas tentang rancang bangun pembangkit listrik tenaga magnet sistem turbin. Dari rancangan tersebut untuk komponen magnet berdiameter 23mm dan tebal 7mm (sebanyak 15 buah) maka didapatkan kecepatan putaran dari turbin sebesar 750 rpm dan menghasilkan daya listrik 11 watt. Sistem kerja alat tersebut dengan memutar engkol 1 kali maka magnet yang berada di rotor dan stator akan terus berputar dari gaya tolak-menolak magnet tersebut (Rawendra, 2017).

2.2 Landasan Teori

Pembuatan mesin pembangkit listrik tenaga magnet terdapat beberapa teori penunjang yang diperlukan untuk memperlancar proses pembuatan mesin. Berikut adalah beberapa dasar teori yang digunakan penulis dalam perancangan mesin pembangkit listrik tenaga magnet:

2.2.1 Kemagnetan

Magnet adalah suatu obyek yang mempunyai suatu medan magnet. Setiap magnet, baik dalam bentuk batang maupun bentuk lain, memiliki dua ujung kutub, dimana efek magnetiknya paling kuat. Ketika dua magnet didekatkan satu sama lain akan memberikan gaya menarik atau gaya menolak, jika kutub yang sejenis didekatkan maka dapat dirasakan bahwa magnet tersebut sangat susah untuk disatukan, sehingga semakin besar gaya yang diberikan untuk menyatuhkan kedua magnet maka kedua magnet akan memberikan gaya yang lebih besar untuk memisahkan diri. Namun jika kutub yang tidak sejenis didekatkan maka kita dapat rasakan kedua magnet tersebut memberikan gaya tarik-menarik satu sama lain, sehingga kita tidak membutuhkan gaya yang besar untuk menyatuhkan kedua magnet tersebut. Magnet dapat menarik benda yang berbahan magnetik atau bahan yang secara mudah untuk dimagnetkan memiliki *permeabilitas* (kemampuan sebuah material dalam merespon terhadap suatu medan magnet) tinggi (Ifanda, 2019). Benda-benda yang dapat ditarik dan tidak dapat ditarik oleh magnet di klasifikasikan menjadi tiga bagian yaitu:

- a. Bahan yang mengandung bahan *ferromagnetik* (bahan yang dapat ditarik kuat oleh magnet) yaitu, benda yang mempunyai *resultan* medan magnet *atomik* yang besar, hal ini disebabkan oleh momen magnetik *spin elektron*. Pada bahan ini banyak spin elektron yang tidak berpasangan yang akan menimbulkan medan magnetik sehingga medan magnet total yang dihasilkan oleh suatu atom menjadi lebih besar. Medan magnet dari masing-masing atom dalam bahan *ferromagnetik* sangat kuat, sehingga interaksi diantara atom-atom menyebabkan sebageian besar atom akan mensejajarkan diri membentuk kelompok-kelompok, kelompok inilah yang dikenal dengan *domain*. Bahan ini juga mempunyai sifat *remanensi*, artinya bahwa setelah medan magnet luar

dihilangkan, akan tetap memiliki medan magnet karena itu bahan ini sangat baik sebagai sumber magnet permanen. Contohnya adalah besi, baja, *cobalt* dan nikel.

- b. Benda yang mengandung bahan *paramagnetik* (bahan yang dapat ditarik lemah oleh magnet) yaitu, bahan yang mempunyai *resultan* medan magnet *atomik* masing-masing atomnya tidak nol, tetapi *resultan* medan magnet *atomik* total seluruh atomnya adalah bahan nol. Hal ini disebabkan karena gerakan atomnya acak, sehingga *resultan* medan magnet *atomik* masing-masing atom saling meniadakan, bahan tersebut akan mensejajarkan diri karena adanya torsi yang dihasilkan. Contohnya adalah *aluminium*, *magnesium* dan platina.
- c. Benda yang mengandung bahan *diamagnetik* (bahan yang ditolak lemah oleh magnet) yaitu, bahan yang mempunyai *resultan* medan magnet *atomik* dari masing-masing atom/molekulnya adalah nol, tetapi medan magnet akibat orbit dan *spin elektronnya* tidak nol. Bahan ini tidak mempunyai momen dipol magnet permanen jika diberi medan magnet luar maka *elektron-elektron* dalam atom akan mengubah gerakannya sedemikian rupa sehingga menghasilkan *resultan* medan magnet *atomik* yang arahnya berlawanan dengan medan magnet luar tersebut. Suatu bahan dapat bersifat magnet apabila susunan atom dalam bahan tersebut mempunyai *spin elektron* yang tidak berpasangan, dalam bahan *diamagnetik spin elektronnya* berpasangan akibatnya bahan ini tidak menarik garis gaya medan magnet. Contohnya adalah seng, *bismuth* dan natrium klorida.

Setelah mengetahui pengertian kemagnetan, kali ini kami akan menjelaskan tentang macam-macam magnet, menurut (Ifanda, 2019) berdasarkan sifat kemagnetannya magnet dibedakan menjadi dua macam yaitu:

2.2.1.1 Magnet tetap

Magnet tetap (*permanen*) adalah magnet yang tidak memerlukan tenaga atau bantuan dari luar untuk menghasilkan daya magnet. Magnet jenis ini dapat mempertahankan kemagnetannya dalam waktu yang sangat lama. Kami

mengambil dua sampel contoh jenis magnet untuk melakukan perbandingan jenis magnet tetap yang terdapat pada:

a. Magnet *neodymium*

Magnet jenis ini termasuk ke dalam kategori magnet tetap yang paling kuat. Karena magnet ini merupakan sejenis magnet tanah jarang yang terbuat dari bahan campuran logam *neodymium*. Tetragonal $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ memiliki struktur kristal yang sangat tinggi *uniaksial anisotropi magnetocrystalline*. Senyawa ini memberikan potensi untuk memiliki *koersivitas* tinggi (berarti tidak mudah hilang sifat kemagnetannya). Karakteristik magnet yang dimiliki NdFeB lebih baik bila dibandingkan dengan magnet permanen lainnya, seperti *ferrite*, *alnico* dan *samarium cobalt*. Magnet *neodymium* memiliki induksi magnet yang besar sekitar 1,3 tesla. Aplikasi magnet NdFeB cukup banyak seperti pada peralatan elektronik, motor listrik/generator, *sensor/transduser*, industri otomotif, industri *petrokimia* dan peralatan kesehatan. Keunggulan yang dimiliki magnet ini adalah memiliki harga yang lebih murah dibandingkan magnet *samarium cobalt*. Magnet ini digolongkan kedalam beberapa tingkatan berdasarkan energi maksimumnya yang berkaitan erat dengan *fluks magnetiknya* per satuan *volume*. Semakin besar tingkatannya, semakin kuat kekuatan magnetnya. Beberapa bahan magnet permanen dengan sifat karakteristik diperlihatkan pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Perbandingan karakteristik magnet permanen (Irasari & Idayanti, 2009)

Material	Induksi remanen (Br) (Tesla)	Koersivitas (Hci) (kA/m)	Energi produk (BH _{max}) (kJ/m ³)	Suhu curie (Tc) (°C)
Sr-Ferrite	0,2 – 0,78	100 – 300	10 – 40	842
Alnico	0,6 – 1,4	275	10 – 88	700 – 860
SmCo ₅	0,8 – 1,1	600 – 2000	120 – 200	720
Nd ₂ Fe ₁₄ B	1,0 – 1,4	750 – 2000	200 – 440	310 – 400

b. Magnet *ferrite* (keramik)

Magnet *ferrite* adalah keramik yang dibuat dengan mencampur dan menembakkan proporsi besar besi (III) oksida (Fe_2O_3) dicampur dengan proporsi kecil dari satu atau lebih logam unsur-unsur seperti *barium*, mangan, nikel dan seng. Bahan ini digunakan untuk membuat magnet permanen, seperti *core ferrite* untuk *transformator* dan berbagai aplikasi lain. *Ferrite* keras juga banyak digunakan dalam komponen elektronik, diantaranya motor-motor DC kecil, pengeras suara (*loud speaker*), meteran air, *KWH-meter* dan *rice cooker*.

Setelah menjelaskan pengertian jenis magnet tetap (permanen) diatas, maka kami melakukan perbandingan antara kelebihan dan kelemahan dua magnet tersebut dalam bentuk tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Perbandingan antara magnet permanen *neodymium* dan *ferrite* (Ifanda, 2019)

Jenis magnet	Kelebihan	Kelemahan
<i>Neodymium iron boron</i>	Magnet permanen yang paling kuat karena memiliki struktur kristal <i>tetragonal</i> $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ yang sangat tinggi, memiliki <i>koersivitas</i> tinggi, mudah ditemukan, harga terjangkau, magnet lebih ringan.	Rentan terhadap korosi, hanya bekerja pada suhu rendah maksimal 80°C .
Keramik (<i>ferrite</i>)	Tahan korosi, banyak kegunaan dibidang frekuensi tinggi.	Harganya mahal, magnet ini lebih berat, daya magnetnya tidak terlalu kuat.

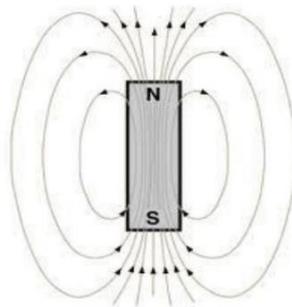
2.2.1.2 Magnet tidak tetap

Magnet tidak tetap (*remanen*) merupakan magnet yang tergantung pada medan listrik untuk menghasilkan medan magnet. Contoh magnet tidak tetap

adalah elektromagnet, yang dimana akan memiliki daya magnet bila diberi arus listrik dan daya magnetnya akan menghilang ketika arus listrik dihilangkan.

2.2.2 Medan magnet

Medan magnet adalah ruang disekitar magnet yang gaya tarik/tolakannya masih dirasakan oleh magnet lain. Medan magnet terdiri dari garis-garis *fluks imajiner* yang berasal dari partikel bermuatan listrik yang bergerak atau berputar. Contohnya partikel proton yang berputar dan pergerakan elektron yang mengalir pada kawat dalam bentuk sirkuit elektronik (Ningsih, 2017). Seperti pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Fluks medan magnet (Ningsih, 2017)

Secara garis besar ada 2 jenis magnet berdasarkan bagaimana medan magnetnya tercipta, yaitu:

- a. Magnet permanen, magnet ini tidak tergantung akan adanya pengaruh dari luar dalam menghasilkan medan magnetnya. Magnet ini dapat dihasilkan oleh alam atau dapat dibuat dari bahan *ferromagnetik* (bahan yang memiliki respon yang kuat terhadap medan magnet).
- b. *Elektromagnet* adalah magnet yang medan magnetnya tercipta karena adanya arus listrik yang mengalir. Semakin besar arus yang diberikan maka semakin besar pula medan magnet yang dihasilkan.

2.2.3 Sifat-sifat magnet permanen

Sifat-sifat magnet permanen dipengaruhi oleh kemurnian bahan, ukuran dan orientasi kristal. Parameter kemagnetan juga dipengaruhi oleh temperatur. *Koersivitas* dan *remanensi* akan berkurang apabila temperaturnya mendekati temperatur *curie* (suatu temperatur dimana suatu bahan *ferromagnetik* akan

mengalami perubahan menjadi bahan *paramagnetik*) dan akan hilang sifat kemagnetannya (Ifanda, 2019).

a. *Koersivitas*

Koersivitas digunakan untuk membedakan magnet keras dan magnet lunak. Semakin besar gaya *koersivitasnya* maka semakin tinggi sifat kemagnetannya. Bahan dengan *koersivitas* tinggi berarti tidak mudah hilang kemagnetannya. Untuk menghilangkan kemagnetannya diperlukan *intensitas* magnet yang besar.

b. Keterhambatan (*remanensi*)

Keterhambatan adalah sisa medan magnet dalam proses magnetisasi pada saat medan magnet dihilangkan terjadi pada saat *intensitas* medan magnetik berharga nol. Bagaimana pun juga *koersivitas* pada magnet permanen akan menjadi kecil jika *remanensi* yang dikombinasikan dengan besar *koersivitas* menjadi sangat penting.

c. Saturasi magnetisasi

Saturasi magnetisasi adalah keadaan dimana terjadi kejenuhan, nilai medan magnet akan selalu konstan walaupun medan eksternal dinaikkan terus. *Remanensi* tergantung pada saturasi magnetisasi, untuk magnet permanen saturasi magnetisasi seharusnya lebih besar daripada magnet lunak.

d. Medan *anisotropi*

Medan *anisotropi* merupakan nilai *intrinsik* yang sangat penting dari magnet permanen karena nilai ini dapat didefinisikan sebagai *koersivitas* maksimum yang menunjukkan besar medan magnet luar yang diberikan dengan arah berlawanan untuk menghilangkan medan magnet permanen. *Anisotropi* salah satu metode dalam pembuatan magnet, dimana hal ini dilakukan untuk menyearahkan *domain* pada magnet tersebut.

e. Temperatur *curie*

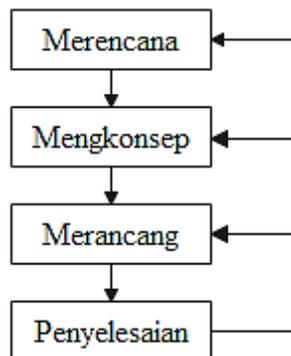
Temperatur *curie* didefinisikan sebagai temperatur kritis dimana material kehilangan sifat kemagnetannya atau fase magnetik bertransisi dari *konfigurasi* struktur magnetik yang teratur menjadi tidak teratur.

2.3 Proses Perancangan

Proses perancangan adalah suatu rumusan rancangan yang di dalamnya memenuhi kebutuhan manusia. Pada awal mulanya, suatu kebutuhan tertentu mudah untuk dapat diutarakan secara jelas. Sebelum sebuah produk diproduksi maka dilakukan terlebih dahulu dengan proses perancangan yang bertujuan menghasilkan sebuah desain sketsa atau gambar sederhana dari produk tersebut sehingga akan menghasilkan produk yang bermutu yang dapat memenuhi kebutuhan manusia dan pembuatannya cukup aman, efisien, andal, ekonomis dan praktis (Ginting, 2010).

2.3.1 Perancangan menurut VDI 2222

VDI merupakan singkatan dari *Verien Deutsche Ingenieuer* yang artinya adalah Persatuan Insinyur Jerman. Perancangan menurut VDI 2222 lebih sederhana dan lebih singkat untuk perancangan inovasi (Pahl & Beitz, 2007). Tahapan perancangan menurut VDI 2222 dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Metode perancangan menurut VDI 2222 (Pahl & Beitz, 2007)

Dari gambar diatas tahapan metode perancangan menurut VDI 2222 adalah sebagai berikut:

a. Merencana

Merencana yaitu merencanakan desain awal yang akan dibuat. Dalam tahapan tersebut berisi tentang masukan desain dan rencana realisasi desain tersebut.

b. Mengkonsep

Mengkonsep yaitu memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide-ide desain yang sudah ditentukan.

c. Merancang

Merancang yaitu memberikan suatu desain wujud dan desain rincian terhadap ide desain apabila sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain.

d. Penyelesaian

Penyelesaian yaitu tahap akhir dengan melakukan proses *finishing* terhadap rancangan desain dengan melakukannya verifikasi terhadap kebutuhan dan menyiapkan lembar dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi.

2.4 Gambar Teknik

Gambar teknik termasuk sebuah alat bertujuan untuk menyampaikan maksud dari seseorang perancang tersebut. Oleh sebab itu gambar teknik sering juga disebut sebagai bahasa teknik (Anwari, 1997). Tugas gambar teknik digolongkan dalam 3 golongan, diantaranya:

a. Penyampaian informasi

Gambar teknik memiliki tugas penting dalam meneruskan maksud dari perancang dengan tepat untuk orang-orang yang bersangkutan, kepada perancangan proses, pembuatan, pemeriksaan dan perakitan.

b. Pengawetan, penyimpanan dan penggunaan keterangan

Gambar teknik termasuk dalam data teknis yang sangat efisien, dimana teknologi dari suatu perusahaan dipersatukan sehingga dapat mensuplai bagian-bagian produk untuk proses perbaikan dan hasil gambar tersebut diperlukan data penyimpanan agar bisa digunakan menjadi bahan informasi untuk rencana baru dikemudian hari.

c. Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi

Gambar teknik juga memerlukan perencanaan yang memiliki konsep abstrak yang terlintas dalam pemikiran yang diwujudkan dalam bentuk

gambar melalui proses pemikiran. Masalahnya pertama dilakukannya analisa dan disintesa dengan gambar sehingga gambarnya dapat diteliti dan dikembangkan untuk mengetahui hasil terbaik dari rancangan gambar tersebut.

Gambar teknik juga mempunyai tujuan-tujuan gambar sebagai berikut:

a) Internasionalisasi gambar

Dasar gambar teknik memiliki peraturan yang disepakati oleh bersama antara orang-orang yang bersangkutan dan setelah itu telah menjadi bentuk standar perusahaan tersebut seiringnya perkembangan dalam dunia usaha, keperluan standar perdagangan dan standar nasional meningkat.

b) Mempopulerkan gambar

Akibat dikenalnya kemajuan dalam bidang teknologi menyebabkan meningkatnya jumlah golongan yang harus membaca dan mempergunakan gambar maka diperlukan mempopulerkan gambar dan harus jelas dan mudah dipahami.

c) Perumusan gambar

Memiliki hubungan yang erat di dalam gambar teknik sangatlah penting diantara bidang industri seperti permesinan, struktur perkapalan, arsitektur dan teknik sipil, masing-masing dengan perkembangannya teknologi sehingga menjadi suatu keharusan untuk menyediakan keterangan gambar yang mudah dipahami, terlepas dari bidang diatas sehingga bertujuan untuk mencoba mempersatukan dan mengidentifikasi masing-masing bidang sesuai nilai standar tersebut.

d) Sistematika gambar

Tahap ini berisi tentang kajian dalam bentuk dan ukuran tetapi juga meliputi tanda-tanda nilai toleransi ukuran, toleransi bentuk dan keadaan permukaan.

e) Penyederhanaan gambar

Penghematan tenaga kerja dalam gambar teknik sangat penting, tidak hanya untuk mempersingkat waktu tetapi juga untuk meningkatkan kualitas dari rencana gambar tersebut. Oleh sebab itu diperlukannya penyederhanaan

dalam gambar teknik menjadi masalah utama untuk menghemat tenaga saat proses menggambar.

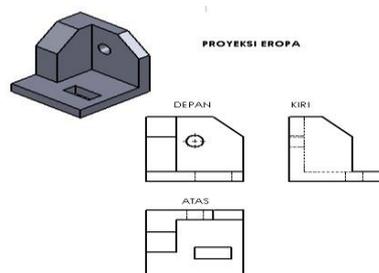
f) Modernisasi gambar

Seiring perkembangannya teknologi, standar gambar juga telah dipaksa mengikutinya. Perencanaan model baru (modern) yang telah dikembangkan seperti missal pembuatan film berbentuk mikro dan berbagai macam mesin perencanaan gambar otomatis dengan bantuan komputer (*CAD-Computer Aided Design*).

Sedangkan dalam gambar teknik juga mempunyai sudut pandang atau proyeksi yang bertujuan untuk mempermudah pembacaan gambar dalam bentuk 2D. Proyeksi ada 2 jenis yaitu proyeksi eropa dan proyeksi amerika.

2.4.1 Proyeksi eropa

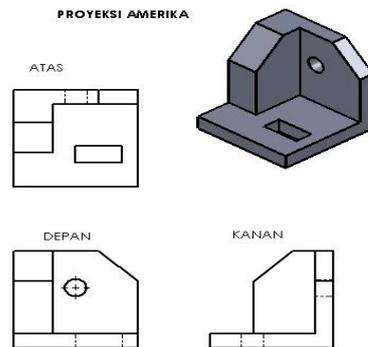
Proyeksi eropa disebut juga pandangan sudut pertama, juga ada yang menyebutkan pandangan kuadran I, perbedaan sebutan ini tergantung dari masing-masing penulis dari buku yang menjadi bahan referensi (Anwari, 1997). Juga dikatakan yang letak pandangan bidangnya terbalik dengan arah pandangannya. Proyeksi eropa dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3 Proyeksi eropa (Anwari, 1997)

2.4.2 Proyeksi amerika

Proyeksi amerika disebut juga pandangan sudut ketiga, juga ada yang menyebutkan pandangan kuadran III, perbedaan sebutan ini tergantung dari masing-masing penulis dari buku yang menjadi bahan referensi. Juga dikatakan yang letak pandangan bidangnya sama dengan arah pandangannya (Anwari, 1997). Proyeksi amerika dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Proyeksi amerika (Anwari, 1997)

2.5 Peranan Komputer dalam Proses Perancangan

Pada metode perancangan grafis komputer berperan sangat penting dengan berbagai kemudahan, kecepatan, keleluasaan dalam menghasilkan suatu gagasan yang visual. Kemajuan teknologi komputer menciptakan suatu ruang untuk bermain dan berkreasi bagi pada designer seluas-luasnya, dari banyak hal-hal baru yang sebelumnya tidak memungkinkan untuk dilakukan dengan teknik manual (Sisyanto, 2014).

Ide, akal, mata dan tangan adalah alat seorang designer untuk merancang sebuah gambar dengan menggunakan konsep atau ide yang biasanya tidak dianggap sebagai sebuah desain sebelum direalisasikan atau dinyatakan dalam bentuk visual. Dalam proses perancangan produk dengan bantuan komputer hasil dari rancangan produk dituangkan menggunakan suatu *software* gambar.

2.5.1 *SolidWorks* 2018

Software CAD yang meliputi *SolidWorks* dipercayai sebagai perangkat lunak yang membantu untuk proses mendesain gambar dengan efektif. Di Negara Indonesia terdiri sudah banyak perusahaan industri manufaktur yang menerapkan perangkat lunak *SolidWorks*. Keunggulan dari *Software SolidWorks* dari *Software* CAD lainnya adalah sanggup menyediakan sketsa rancangan 2D yang dapat *diupgrade* menjadi bentuk rancang 3D. *SolidWorks* banyak digunakan untuk merancang elemen seperti roda gigi, mesin kendaraan, casing ponsel dan lain-lain. Berbagai macam fitur yang tersedia didalam *SolidWorks* lebih *easy-to-use* dibanding dengan aplikasi CAD lainnya (Pujono, 2019). Terutama untuk

mahasiswa yang sedang menjalankan pendidikan di jurusan teknik sipil, teknik industri dan teknik mesin sangat disarankan untuk mempelajari *software solidworks*.

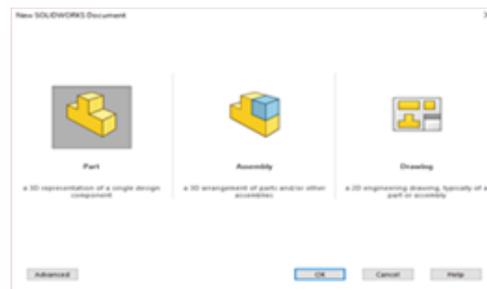
Perkembangan *Software SolidWorks* berdampak dalam komunikasi desain dengan menggunakan *3DVIA Composer* yang tentunya juga terintegrasi dengan *SolidWorks 3D CAD*. Sejak awal dibentuk sampai sekarang *SolidWorks* telah mengeluarkan beberapa produknya, salah satunya adalah *SolidWorks 2018*. Gambar 2.5 dibawah ini merupakan tampilan awal dari *SolidWorks 2018 Original*.



Gambar 2.5 Tampilan *SolidWorks 2018 Original* (Pujono, 2019)

Software SolidWorks memiliki 3 macam *mode* untuk merancang desain, yaitu:

- Part, mode* ini memiliki fungsi untuk menggambarkan sebuah sketsa dalam bentuk 2D dan 3D sebuah komponen.
- Assembly, mode* ini memiliki fungsi untuk menyusun atau menyatukan komponen-komponen yang sudah digambarkan pada *mode part*.
- Drawing, mode* ini memiliki fungsi untuk membuat desain secara detail dan komponen yang sudah bentuk gambar pada *mode part* dan *mode assembly*.



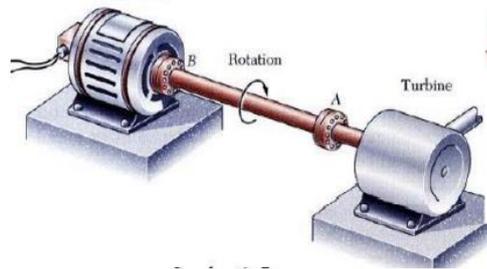
Gambar 2.6 Macam *template/mode* dari *SolidWorks* (Pujono, 2019)

2.6 Komponen Sistem Pendukung Penggerak Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Magnet

Tahap ini penulis menjelaskan komponen-komponen dalam pembuatan pendukung penggerak pada mesin pembangkit listrik tenaga magnet yang akan digunakan sebagai berikut:

2.6.1 Poros

Elemen poros merupakan elemen utama pada sistem transmisi putar yang dapat berfungsi sebagai pembawa, pendukung putaran dan beban, dan pengatur gerak putaran menjadi gerak lurus (Firdausi & Budi, 2013). Contoh gambar poros seperti terlihat pada gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7 Poros (Firdausi & Budi, 2013)

2.6.2 Bantalan

Bantalan adalah suatu elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan berumur panjang (Sularso & Suga, 2008). Bantalan dapat diklasifikasikan menjadi 3 menurut beban terhadap poros yaitu:

- a. Bearing axial : arah beban yang ditumpu sejajar dengan sumbu poros.
- b. Bearing radial : arah beban yang ditumpu adalah tegak lurus sumbu poros.
- c. Bearing khusus : dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus dengan sumbu poros.

2.6.3 Pulley dan Sabuk

2.6.3.1 Pulley

Puli atau *pulley* dapat digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros satu ke poros yang lain melalui sistem transmisi penggerak berupa sabuk atau belt.

Perputaran *pulley* yang terjadi terus-menerus akan menimbulkan gaya sentrifugal sehingga mengakibatkan peningkatan kekencangan pada sisi kencang/*tight side* (T1) dan sisi kendur/*slack side* (T2) (Sularso & Suga, 2008).

2.6.3.2 Sabuk-V

Sabuk-V merupakan salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaan sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur *pulley* yang berbentuk V pula (Sularso & Suga, 2008). Bagian sabuk yang membelit pada *pulley* akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.

2.7 Proses Produksi

Proses produksi merupakan kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti tenaga kerja, mesin, bahan/material dan dana agar lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia (Satria, 2014).

2.7.1 Pengukuran

Kegiatan mengukur dapat diartikan sebagai proses perbandingan suatu obyek terhadap standar yang relevan dengan mengikuti peraturan terkait dengan tujuan untuk dapat memberi gambaran yang jelas tentang obyek ukurnya. Untuk melakukan kegiatan pengukuran, diperlukan suatu perangkat yang dinamakan *instrument* (alat ukur). Alat ukur adalah sesuatu yang digunakan untuk membantu kerja indera untuk melakukan proses pengukuran (Nugraha & Ramadhan, 2018).

2.7.2 Proses Gerinda

Mesin gerinda adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja mesin ini adalah roda gerinda berputar, bersentuhan dengan benda kerja dan terjadi pengikisan, penajaman, pemotongan dan pengasahan (Rochim, 2007). Beberapa mesin gerinda yaitu sebagai berikut:

a. Mesin gerinda tangan

Menggerinda bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat atau dapat untuk membentuk benda kerja seperti merapikan hasil las, membentuk lengkungan pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan benda kerja untuk dilas dan lain-lain. Contoh mesin gerinda tangan pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Mesin gerinda tangan

b. Mesin gerinda potong

Mesin gerinda potong merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan pelat atau pipa. Roda gerinda yang digunakan dengan kecepatan tinggi. Contoh mesin gerinda potong pada gambar 2.9 berikut ini.



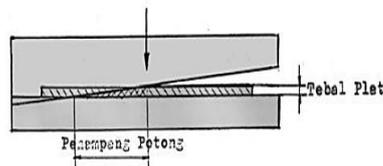
Gambar 2.9 Mesin gerinda potong

2.7.3 Kerja plat

Kerja plat adalah proses membuat benda kerja dari lempengan plat yang dibentuk sedemikian juga dapat membentuk suatu benda yang dapat digunakan. Proses kerja plat merupakan pengerjaan membentuk dan menyambungkan logam lembaran (plat) sehingga sesuai dengan bentuk dan ukuran yang sudah direncanakan. Pengerjaan plat dapat dilakukan dengan menggunakan ketrampilan tangan, mesin atau perpaduan dari keduanya, yang meliputi macam pengerjaan, diantaranya adalah memotong, menekuk, menyambung dan lain-lain (Dodi, 2016). Proses-proses yang terdapat dalam kerja plat, antara lain:

a. Proses pemotongan plat

Proses pemotongan plat, alat yang digunakan untuk memotong plat adalah mesin *guillotine*. Mesin tersebut terdiri dari 2 jenis yakni mesin *guillotine* manual dan hidrolis. Prinsip kerja mesin *guillotine* merupakan gaya geser untuk proses pemotongan plat yang dipotong pada landasan pisau tetap. Untuk mengurangi besarnya gaya geser sewaktu terjadi proses pemotongan posisi atau pisau dimiringkan, sehingga luas penampang plat yang dipotong mengecil. Pada gambar 2.10 dibawah ini menunjukkan posisi penampang potong mesin *guillotine*.



Gambar 2.10 Penampang potong mesin *guillotine* (Dodi, 2016)

Hasil pemotongan dari mesin *guillotine* ini dipengaruhi oleh kemiringan dan kelonggaran antara kedua posisi pisau untuk mendapatkan hasil yang sesuai. Sesuai mata pisau yang diizinkan menurut pengujian *Feeler Gauges* untuk baja dan brass dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini.

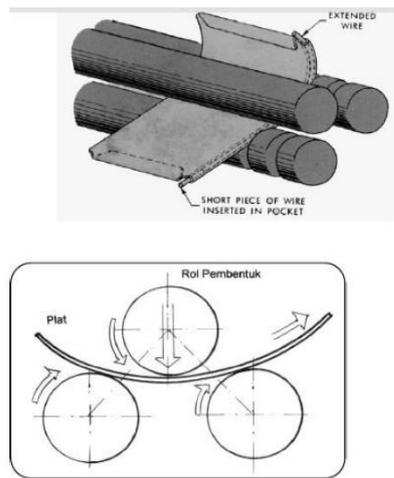
Tabel 2.3 Kelonggaran pisau mesin *guillotine* (Dodi, 2016)

Tebal plat		Suaian pisau			
Inchi	Mm	Inchi	Mm	Inchi	Mm
0,015	0,381	0,0003	0,0075	0,0005	0,013
0,032	0,813	0,015	0,038	0,0018	0,046
0,065	1,651	0,020	0,051	0,0025	0,064
0,100	2,540	0,002	0,056	0,0030	0,076
0,125	3,175	0,030	0,076	0,0040	0,10
0,250	6,350	0,055	0,14	0,0070	10,18

b. Proses pengerolan

Pengerolan merupakan proses pembentukan yang dilakukan dengan menjepit pelat diantara 2 rol. Rol tekan dan rol utama berputar berlawanan

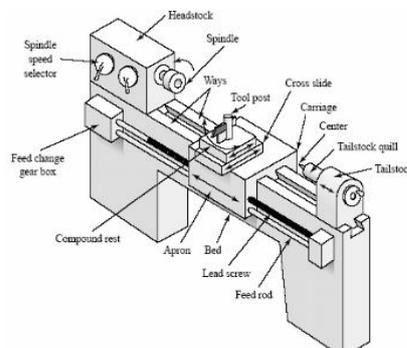
arah sehingga dapat menggerakkan pelat. Pelat bergerak linear melewati rol pembentuk. Posisi rol pembentuk berada dibawah garis gerakkan pelat, sehingga pelat tertekan dan mengalami pembengkokan. Akibat penekanan dari rol pembentuk dengan putaran rol penjepit ini maka terjadilah proses pengerolan. Pada gambar 2.11 berikut ini menunjukkan proses pengerolan pada pelat.



Gambar 2.11 Proses pengerolan (Dodi, 2016)

2.7.4 Proses bubut

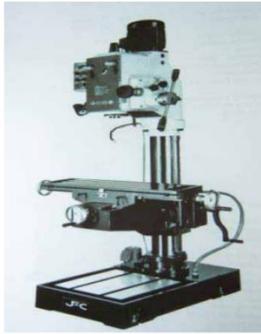
Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin yang berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Prinsip dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata (Widarto et al., 2008). Mesin bubut dapat dilihat pada gambar 2.12 berikut ini.



Gambar 2.12 Mesin bubut (Widarto et al., 2008)

2.7.5 Proses gurdi

Proses gurdi yang dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat menggunakan mata bor (*twist drill*) (Widarto et al., 2008). Berikut ini gambar 2.13 merupakan gambar mesin gurdi.



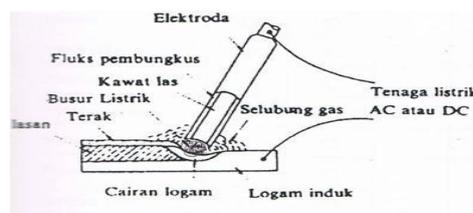
Gambar 2.13 Mesin gurdi (Widarto et al., 2008)

2.7.6 Proses pengelasan

Proses pengelasan dilakukan guna menyatukan bagian-bagian rangka (Wiryosumarto & Okumura, 2008). Berdasarkan cara kerjanya pengelasan dapat dibagi dalam 3 kelas utama yaitu:

- pengelasan cair yaitu dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.
- pengelasan tekan yaitu dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
- Pematrian yaitu dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah.

Jenis las yang digunakan dalam proses penyambungan rangka adalah jenis las busur listrik. Hal tersebut didasarkan pada karakter komponen yang digunakan. Berikut ini gambar 2.14 merupakan proses pengelasan.



Gambar 2.14 Proses pengelasan SMAW (Wiryosumarto & Okumura, 2008)

2.7.7 Proses *finishing*

Proses *finishing* merupakan tahapan terakhir dalam proses produksi. Sebelum produk masuk *quality control* tahap akhir dan pengepakan maka dilakukan *finishing* terlebih dahulu. Pada umumnya, *finishing* dilakukan dengan melapisi material dengan cat, politur, pelindung air atau bahan lain. Selain membuat tampilan produk menjadi lebih menarik, *finishing* juga dapat memberikan perlindungan pada material agar lebih tahan goresan, benturan dan tahan lebih lama (Arifudin, 2017).

2.7.8 Proses perakitan

Perakitan adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu. Pekerjaan perakitan dimulai dari obyek sudah siap untuk dipasang dan berakhir bila obyek tersebut telah bergabung secara sempurna. Perakitan juga dapat diartikan penggabungan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya (Fauzia et al., 2019).

2.7.9 Biaya produksi

Biaya produksi atau biaya pabrik adalah biaya untuk mengolah bahan baku menjadi barang atau produk jadi (Nurrohman, 2020). Terdapat 3 elemen biaya, yaitu: biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung dan biaya *overhead* pabrik.