

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 CNC (*Computer Numerical Control*)

Numerical Control / NC (berarti “kontrol numerik”) merupakan sistem otomatisasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram secara abstrak dan disimpan dimedia penyimpanan sesuai standart ISO, hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya dimana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana menggunakan cam. Kata NC sendiri adalah singkatan dalam bahasa Inggris dari kata *Numerical Control* yang artinya *Kontrol Numerik*. Mesin NC pertama diciptakan pertama kali pada tahun 40-an dan 50-an, dengan memodifikasi mesin perkakas biasa. Dalam hal ini mesin perkakas biasa ditambahkan dengan motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukan kedalam sistem oleh perekam kertas. Mesin perpaduan antara *servo* motor dan mekanis ini segera digantikan dengan sistem analog dan kemudian komputer digital, menciptakan mesin perkakas *modern* yang disebut mesin **CNC (*Computer Numerical Control*)** yang dikemudian hari telah berevolusi proses desain. (Sumber: Sandri, 2017)

NC/CNC terdiri dari bagian utama yaitu :

1. Program.
2. *Control Unit* atau *Processor*.
3. Motor listrik *servo* untuk menggerakkan *control* pahat/mata bor.
4. Motor listrik untuk menggerakkan/memutar pahat/mata bor.
5. Pahat/Mata bor dan Laser
6. Dudukan dan pemegang

Prinsip kerja NC/CNC secara sederhana dapat diuraikan sebagai berikut :

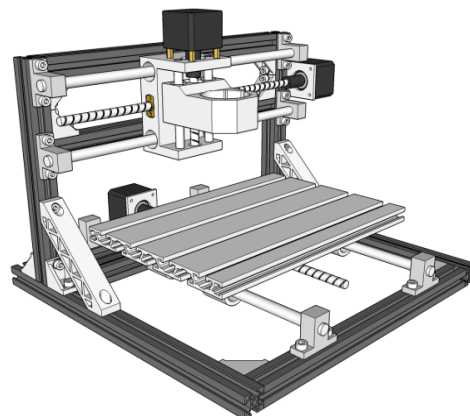
1. *Programer* membuat program CNC sesuai produk yang akan dibuat dengan cara pengetikan langsung pada mesin CNC Router maupun dibuat pada komputer dengan *software* pemrograman CNC

2. Program CNC tersebut, lebih dikenal sebagai G-Code, seterusnya dikirim dan dieksekusi oleh prosesor pada mesin CNC menghasilkan pengaturan motor servo pada mesin untuk menggerakkan perkakas yang bergerak melakukan proses permesinan hingga menghasilkan produk sesuai program.

Computer numerical control (CNC) merupakan sebuah mesin yang dapat mendeteksi titik-titik mana saja yang akan dilubangi. Saat ini mesin CNC mempunyai hubungan yang sangat erat dengan program CAD. Mesin-mesin CNC dibangun untuk menjawab tantangan di dunia manufaktur modern. Dengan mesin CNC, ketelitian suatu produk dapat dijamin hingga 1/100 mm lebih, pengerjaan produk masal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat.

Beberapa penerapan perkakas dengan varian CNC saat ini antara lain :

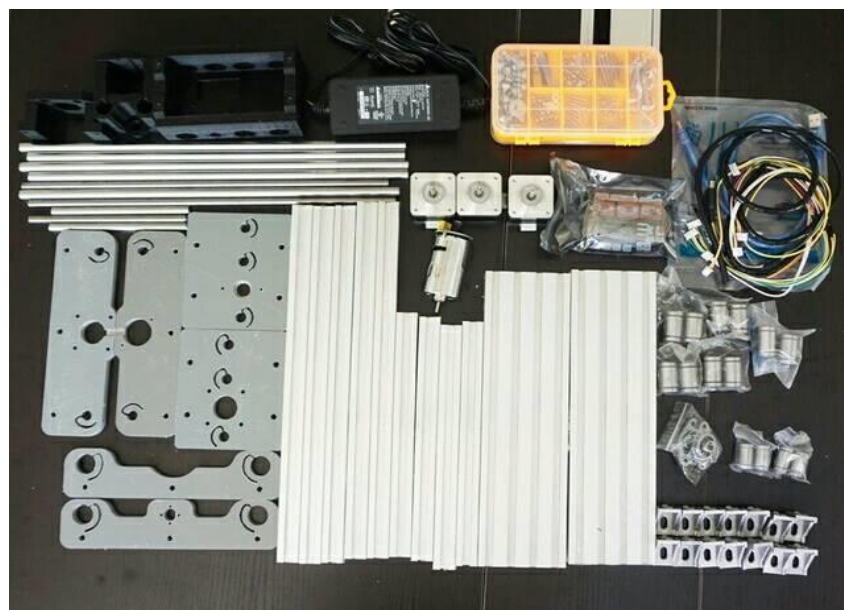
1. Mesin Bor.
2. EDM.
3. Mesin Bubut.
4. Mesin Miling.
5. Pemotong Laser.
6. CNC Pengukir Kayu.
7. Grinder Silindris.
8. Dan lain - lain.



Gambar 2.1 Contoh Mesin CNC

(Sumber: Sandri, 2017)

Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router juga merupakan salah satu jenis dari mesin CNC yang memiliki 3 fungsi yaitu untuk memotong (*cutting*), menggrafir (*Engraving*) dan memberi marka (*Marking*). Dalam pengerjaannya Mesin CNC Router menggunakan mata bor yang dipasang di kepala motor spindle yang bisa bergerak secara otomatis, sebagai alat untuk *cutting – engraving – marking*. Mesin CNC Router memiliki pergerakan 3 Axis (Maju – Mundur, Kiri – Kanan, Naik – Turun) (Deprintz,2017).



Gambar 2.2 Kerangka dan Komponen Penunjang CNC Router
(Sumber: Sandri, 2017)

2.2 Pengertian Software dan Hardware

1. *Software*

Software (perangkat lunak) adalah data yang di-format dan disimpan secara *digital*, termasuk program komputer, dokumentasinya, dan berbagai informasi yang bisa dibaca dan ditulis oleh komputer. Dengan kata lain, bagian sistem komputer yang tidak berwujud atau dapat disebut juga sebagai kumpulan program yang berjalan pada komputer. Sebuah program komputer dibuat dari sejumlah instruksi. Instruksi adalah perintah yang diberikan ke komputer untuk melakukan satu hal yang khusus (Artanto, 2012).

2. Hardware

Hardware (perangkat keras) adalah salah satu komponen dari sebuah komputer yang sifat alat nya bisa dilihat dan diraba secara langsung atau yang berbentuk nyata, yang berfungsi untuk mendukung proses komputerisasi. *Hardware* dapat bekerja berdasarkan perintah yang telah ditentukan ada padanya, atau yang juga disebut dengan dengan istilah *instruction-set*. Dengan adanya perintah yang dapat dimengerti oleh *hardware* tersebut, maka *hardware* tersebut dapat melakukan berbagai kegiatan yang telah ditentukan oleh pemberi perintah (McComb, 2001).

2.3 GRBL Controller

GRBL adalah salah satu *software* yang dapat digunakan oleh mesin CNC. *Software* ini hanya dapat membaca *file* dengan *extention* *ngc*. Dengan menggunakan *software* ini mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router dapat bekerja untuk melakukan pengeboran sesuai dengan *desaign* yang dibuat secara otomatis. (Mercubuana,2017)

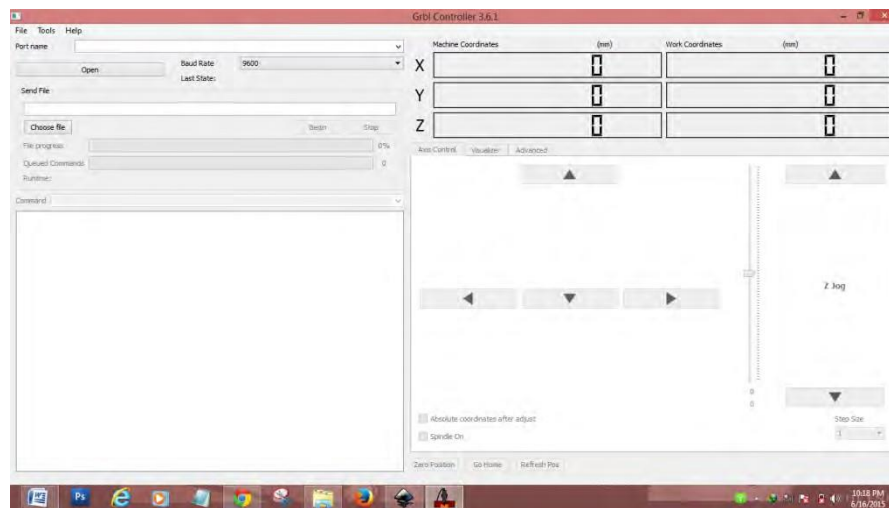


Gambar 2.3 Control Board GRBL 0.9

(Sumber: Sandri, 2017)

Melalui *software* GBRL Controller, sistem X, Y, dan Z dapat bergerak sesuai dengan *desaign* yang telah dibuat. Namun sebelumnya *prototype* mesin CNC

(*Computer Numerical Control*) Router memerlukan konfigurasi dan kalibrasi terlebih dahulu menggunakan *software* GRBL 0.9. Konfigurasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa menu yang tersedia. Tampilan *GRBL Controller* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



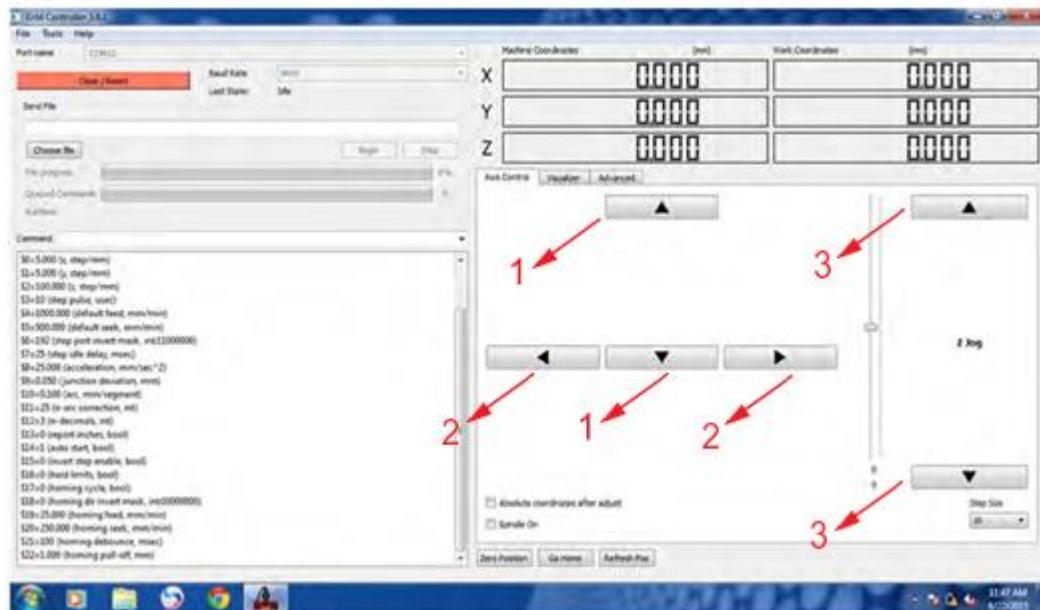
Gambar 2.4 Tampilan *GRBL Controller*

(Sumber: Pratama, 2015)

2.3.1 Konfigurasi Software *GRBL Controller*

Melalui *software GRBL Controller*, sistem X, Y, dan Z dapat bergerak sesuai dengan desain yang telah dibuat. Namun sebelumnya *prototype* mesin CNC Router memerlukan konfigurasi dan kalibrasi terlebih dahulu menggunakan *software* GRBL. Konfigurasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa menu yang tersedia.

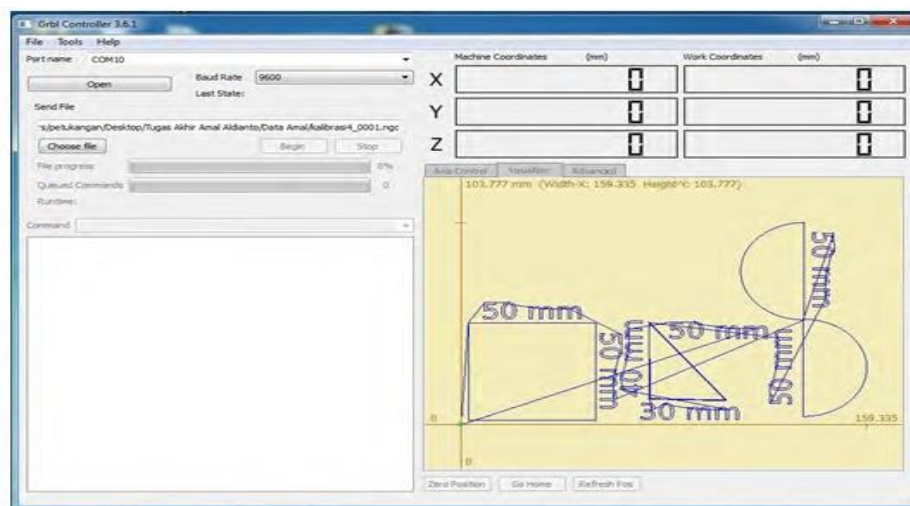
Pada Gambar 2.5 terdapat menu yang dapat digunakan untuk menggerakkan sistem X, Y dan Z.



Gambar 2.5 Konfigurasi Sumbu X,Y,Z

(Sumber: Pratama, 2015)

Menu yang ditunjukkan oleh panah pada nomor 1 digunakan untuk menggerakkan sistem Y, panah pada nomor 2 untuk menggerakkan sistem X dan panah pada nomor 3 untuk menggerakkan sistem Z. Pada menu *Choose File*, ketika desain yang akan dikerjakan telah dipilih maka akan tampil *preview* desain pada tab *visualizer* seperti pada Gambar 2.6



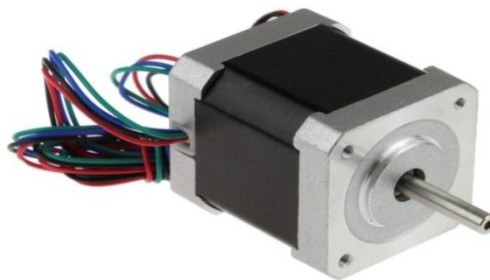
Gambar 2.6 Preview Desain yang Akan Dibuat

(Sumber: Pratama, 2015)

Menu lainnya seperti *Port Name*, digunakan untuk memilih *port* yang menghubungkan PC dengan *GRBL Controller Board*. Sedangkan *Begin* dan *Stop*, kedua menu ini digunakan untuk memulai dan menghentikan kerja *prototype* mesin CNC (*Computer Numerical Control*) **Router** (Pratama,2015).

2.4 Motor Stepper

CNC router dilengkapi dengan motor *stepper*. Motor *stepper* seperti pada Gambar 2.7 adalah salah satu jenis motor DC yang dapat berputar pada sudut tertentu pada langkah tetap. Besarnya langkah bervariasi antara $0,9^{\circ}$ hingga 90° .



Gambar 2.7 Motor Stepper

(Sumber: [partner3d](#), 2017)

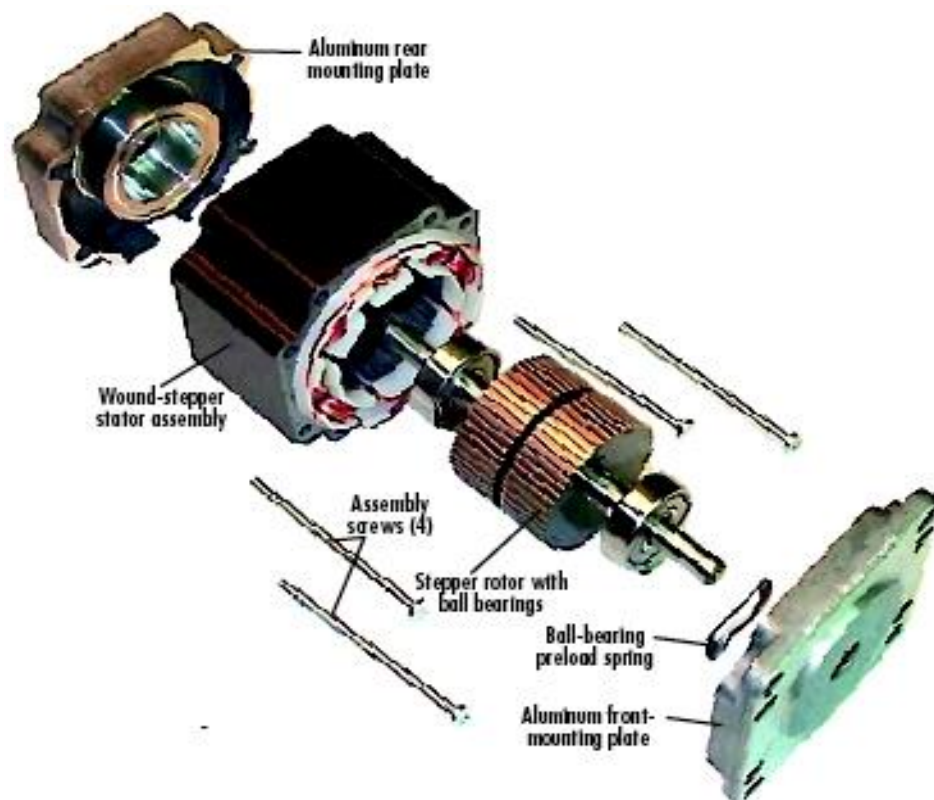
Motor *stepper* digunakan pada aplikasi yang memerlukan perputaran pada sudut tertentu namun tidak memerlukan *feedback* dari sensor posisi. Sudut perpindahan diketahui dengan menghitung jumlah langkah yang telah dilakukan. Motor *stepper* merupakan satu-satunya jenis motor DC yang pengendaliannya dapat dilakukan secara *open loop* (Mercubuana, 2017).

Motor *stepper* merupakan salah satu tipe motor yang sangat populer digunakan sebagai peralatan penggerak/pemutar (*movement unit/actuator*) dalam sistem kontrol otomatis di industri, instrumentasi, bahan printer yang sering kita pakai sehari-hari. Motor *stepper* dikendalikan sepenuhnya oleh *mikrokontroler*, karena *mikrokontroler* hanya mampu memberikan *supply* tegangan 5 Volt dan

dengan arus sekitar 20 mA, jadi *mikrokontroller* tidak mampu untuk menggerakkan motor *stepper*. Maka digunakan *driver* penggerak untuk mensuplay arus yang dibutuhkan motor *stepper* tersebut.

Motor *stepper* merupakan motor DC yang dapat diatur posisinya dengan akurat pada posisi tertentu dan dapat berputar kearah yang diinginkan dengan memberi sinyal - sinyal pulsa dengan pola tertentu. Biasanya motor *stepper* digunakan untuk aplikasi - aplikasi yang membutuhkan torsi kecil dengan akurasi yang tinggi, seperti pada penggerak *head* pada *flopy disk drive* atau pada CD-ROM (Syahrul, 2016).

Contoh penggunaan motor *stepper* dapat dilihat pada *printer* dan *scanner*. Motor *stepper* memiliki beberapa bagian yang sama seperti motor pada umumnya, dapat dilihat pada Gambar 2.8

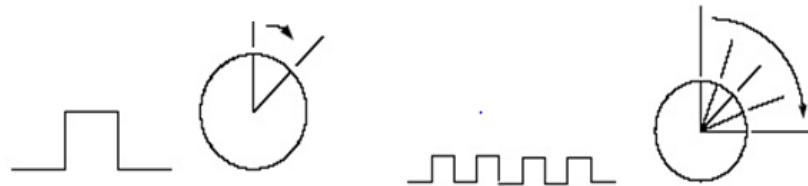


Gambar 2.8 Bagian-Bagian Motor *Stepper*

(Sumber: Arcturus-WordPress, 2016)

2.4.1 .Konstruksi Motor *Stepper*

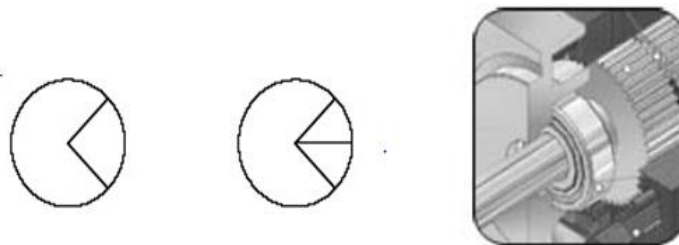
Motor *stepper* adalah motor listrik yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital, bukan dengan memberikan tegangan yang terus-menerus. Deretan pulsa diterjemahkan menjadi putaran *shaft*, dimana setiap putaran membutuhkan jumlah pulsa yang ditentukan. Satu pulsa menghasilkan satu kenaikan putaran atau *step*, yang merupakan bagian dari satu putaran penuh. Oleh karena itu, perhitungan jumlah pulsa dapat diterapkan untuk mendapatkan jumlah putaran yang diinginkan. Perhitungan pulsa secara otomatis menunjukkan besarnya putaran yang telah dilakukan, tanpa memerlukan informasi balik (*feedback*).



Gambar 2.9 Pulsa Keluaran Motor *Stepper*

(Sumber : Repository.usu, 2017)

Ketepatan kontrol gerak motor *stepper* terutama dipengaruhi oleh jumlah *step* tiap putaran, semakin banyak jumlah *step*, semakin tepat gerak yang dihasilkan. Untuk ketepatan yang lebih tinggi, beberapa *driver* motor *stepper* membagi *step* normal menjadi setengah *step* (*half step*) atau *mikro step*.

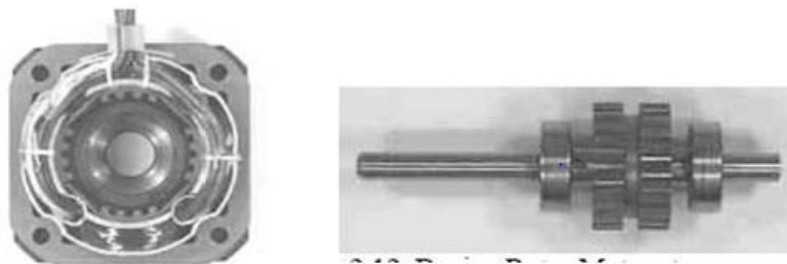


Gambar 2.10 Mikro Step dan Bagian dari Motor *Stepper*

(Sumber : Repository.usu, 2017)

Bagian-bagian dari motor *stepper* yaitu tersusun atas *rotor*, *stator*, *bearing*, *casing* dan sumbu.

1. *Rotor* pada motor *stepper* terdiri dari poros, roda dan sudu gerak.
2. *Stator* terdiri dari beberapa kutub. Setiap kutub memiliki lilitan yang menghasilkan medan *magnet* yang akan menggerakkan *rotor*. Pemberian arus yang berurutan pada kutub – kutubnya menyebabkan medan *magnet* berputar yang akan menarik rotor ikut berputar. *Stator* juga memiliki dua bagian plat yaitu plat inti dan plat lilitan. Plat inti dari motor *stepper* ini biasanya menyatu dengan *casing*.
3. *Casing* motor *stepper* terbuat dari aluminium dan ini berfungsi sebagai dudukan *bearing* dan *stator* pemegangnya adalah baut sebanyak empat buah. Di dalam motor *stapper* memiliki dua buah *bearing* yaitu *bearing* bagian atas dan *bearing* bagian bawah.
4. Sumbu merupakan pegangan dari *rotor* dimana sumbu merupakan bagian tengah dari *rotor*, sehingga ketika *rotor* berputar sumbu ikut berputar.



Gambar 2.11 Bagian *Stator* Motor dan *Rotor* Motor *Stepper*

(Sumber : Repository.usu, 2017)

Pada motor *stepper* umumnya tertulis spesifikasi N_p (pulsa/rotasi). Sedangkan kecepatan pulsa diekspresikan sebagai pps (pulsa per *second*) dan kecepatan putar umumnya ditulis sebagai ω (rotasi/menit atau rpm). Kecepatan putar motor *stepper* (rpm) dapat diekspersikan menggunakan kecepatan pulsa (pps) sebagai berikut.

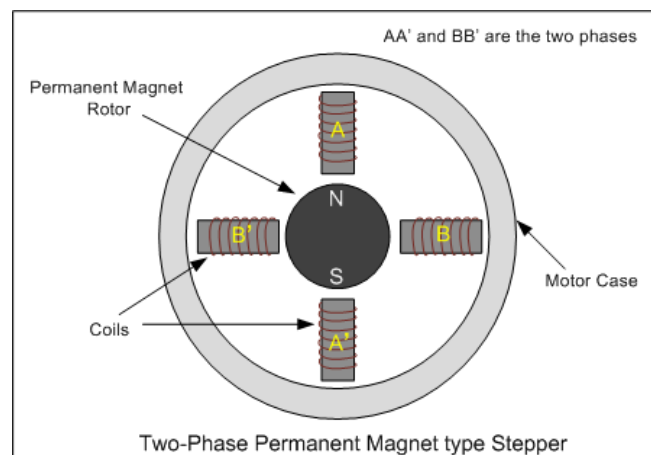
$$\left. \begin{aligned} \omega &= 60 \frac{pps}{N_p} [\text{rotasi / menit}] \\ &= \frac{60}{N_p} pps \end{aligned} \right\}$$

Oleh karena 1 rotasi = 360° , maka tingkat ketelitian motor *stepper* dapat diekspresikan dalam rumus sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \frac{^\circ}{\text{pulsa}} \\ \delta &= \frac{1}{N_p} [\text{rotasi / pulsa}] \times 360^\circ \\ \delta &= \frac{360^\circ}{N_p} [^\circ / \text{pulsa}] \end{aligned} \right\}$$

2.4.2 Prinsip Kerja Motor Stepper

Motor *stepper* terdiri dari *rotor* berupa magnet permanen dan *stator* berupa elektromagnet seperti pada Gambar 2.12 dan Gambar 2.13.

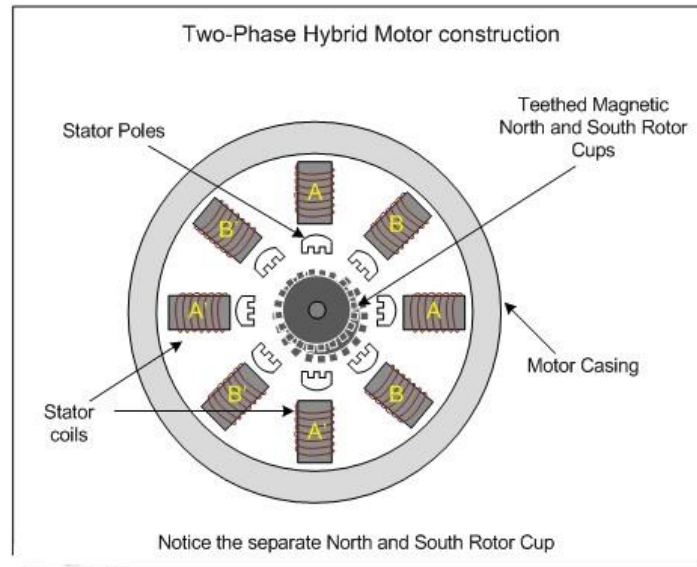


Gambar 2.12 Bagian Motor *Stepper*

(Sumber: Mercubuana, 2017)

Pada kenyataannya jumlah elektromagnet pada suatu motor *stepper* tidak hanya empat, namun bisa berjumlah banyak. Meski demikian, untuk

memudahkan pengaturannya, setiap elektromagnet tidak diatur secara individu, namun terdapat beberapa elektromagnet yang disatukan pengaturannya.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja Motor *Stepper*

(Sumber: Mercubuana, 2017)

Posisi *rotor* akan tergantung pada kombinasi medan magnet yang dihasilkan oleh stator. Terdapat berbagai macam metode *switching* untuk menghasilkan kombinasi medan magnet untuk menggerakkan *rotor*.

2.4.3 Karakteristik Motor *Stepper*

1. Tegangan

Tiap motor *stepper* mempunyai tegangan rata-rata yang tertulis pada tiap unitnya atau tercantum pada *datasheet* masing-masing motor *stepper*. Tegangan rata-rata ini harus diperhatikan dengan seksama karena bila melebihi dari tegangan rata-rata ini akan menimbulkan panas yang menyebabkan kinerja putarannya tidak maksimal atau bahkan motor *stepper* akan rusak dengan sendirinya (partner3d, 2017).

2. Resistansi

Resistansi per lilitan adalah karakteristik yang lain dari motor *stepper*. Resistansi ini akan menentukan arus yang mengalir, selain itu juga akan mempengaruhi torsi dan kecepatan maksimum dan motor *stepper* (partner3d, 2017).

3. Derajat per Step

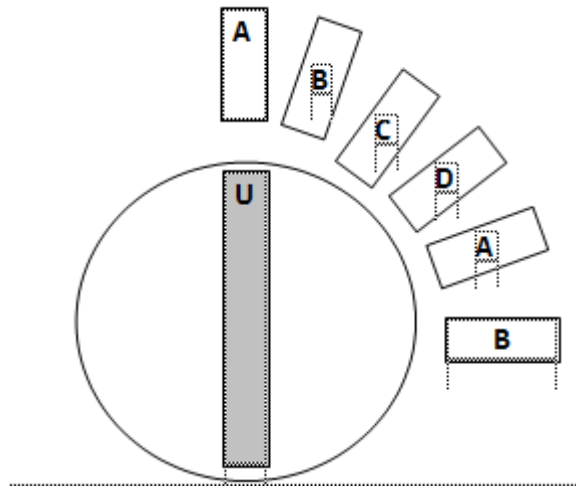
Besarnya derajat putaran per *step* adalah parameter terpenting dalam pemilihan motor *stepper* karena akan menentukan ukuran langkah gerakan yang paling kecil (resolusi). Tiap-tiap motor *stepper* mempunyai spesifikasi masing-masing, antara lain 0.72° per step, 1.8° per step, 3.6° per step, 7.5° per step, 15° per step, dan bahkan ada yang 90° per step. Dalam pengoperasiannya kita dapat menggunakan 2 prinsip yaitu *full step* atau *half step*. Dengan *full step* berarti motor *stepper* berputar sesuai dengan spesifikasi derajat per stepnya, sedangkan *half step* berarti motor *stepper* berputar setengah derajat per step dari spesifikasi motor *stepper* tersebut (partner3d, 2017).

2.4.4 Aplikasi Motor Stepper

Aplikasi penggunaan motor *stepper* dapat juga di jumpai dalam bidang industri atau untuk jenis motor *stepper* kecil dapat digunakan dalam perancangan suatu alat mekatronik atau robot. Motor *stepper* berukuran besar digunakan, misalnya, dalam proses pengeboran logam yang menghendaki ketepatan posisi pengeboran, dalam hal ini dilakukan oleh sebuah robot yang memerlukan ketepatan posisi dalam gerakan lengannya dan lain-lain.

Motor *stepper* merupakan motor DC yang dapat diatur posisinya dengan akurat pada posisi tertentu dan dapat berputar kearah yang diinginkan dengan memberi sinyal - sinyal pulsa dengan pola tertentu. Biasanya motor *stepper* digunakan untuk aplikasi - aplikasi yang membutuhkan torsi kecil dengan akurasi yang tinggi, seperti pada penggerak *head pada floppy disk drive* atau pada CD-ROM (Repository.usu, 2017).

Pada gambar dibawah ini ditunjukkan dasar susunan sebuah motor *stepper*,



Gambar 2.14 Diagram Motor *Stepper*

(Sumber : Repository.usu, 2017)

Magnet permanen N-S berputar kearah medan magnet yang aktif. Apabila kumparan *stator* dialiri arus sedemikian rupa, maka akan timbul medan magnet dan *rotor* akan berputar mengikuti medan magnet tersebut. Setiap pengalihan arus ke kumparan berikutnya menyebabkan medan magnet berputar menurut suatu sudut tertentu, biasanya informasi besar sudut putar tertulis pada badan motor *stepper* yang bersangkutan. Jumlah keseluruhan pengalihan menentukan sudut perputaran motor. Jika pengalihan arus ditentukan, maka *rotor* akan berhenti pada posisi terakhir. Jika kecepatan pengalihan tidak terlalu tinggi, maka slip akan dapat dihindari. Sehingga tidak di perlukan umpan balik (*feedback*) pada pengendalian motor *stepper*.

Motor *stepper* banyak digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang biasanya cukup menggunakan torsi yang kecil, seperti untuk penggerak piringan *disket* atau piringan CD. Dalam hal kecepatan, kecepatan motor *stepper* cukup cepat jika dibandingkan dengan Motor DC. Motor *stepper* merupakan Motor DC yang tidak memiliki *komutator*. Pada umumnya motor *stepper* hanya mempunyai kumparan pada *stator*nya sedangkan pada bagian *rotornya*

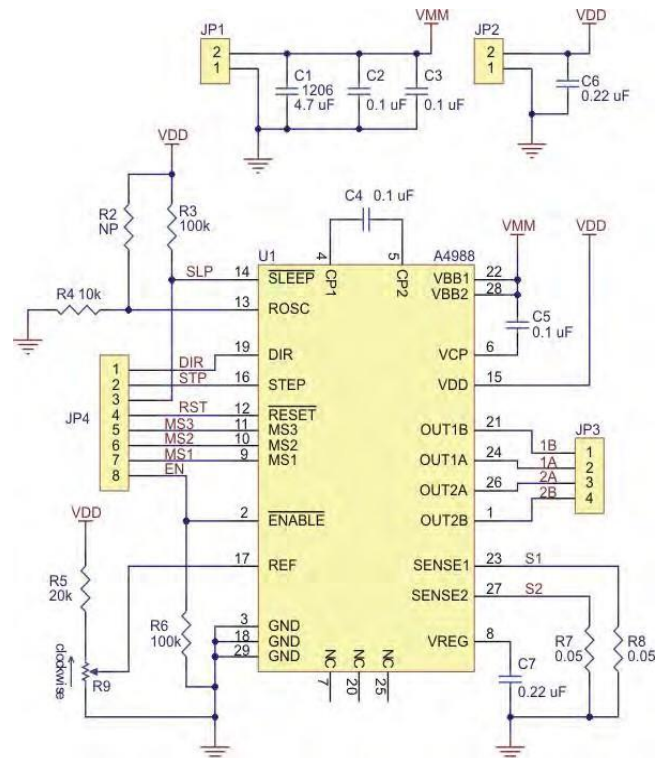
merupakan permanen magnet. Dengan model motor seperti ini maka motor *stepper* dapat diatur posisinya pada posisi tertentu dan/atau berputar ke arah yang diinginkan, searah jarum jam atau sebaliknya.

Kecepatan motor *stepper* pada dasarnya ditentukan oleh kecepatan pemberian data pada *komutator*nya. Semakin cepat data yang diberikan maka motor *stepper* akan semakin cepat pula putarannya. Pada kebanyakan motor *stepper* kecepatannya dapat diatur dalam daerah frekuensi audio dan akan menghasilkan putaran yang cukup cepat.

2.5 Driver Motor A4988

Motor *driver* IC A4988 dipilih sebagai motor *driver* pada perancangan ini karena tidak boros pin arduino dan mudah cara dioperasikan. Motor *driver* pada umumnya hanya menaikkan tegangan *output* dari *input* arduino, hal ini sangat boros pin pada arduino mengingat tiap motor *stepper* bipolar memiliki 4 buah kabel. IC A4988 sangat mudah digunakan karena hanya terdapat dua buah *input* masukan yakni *DIR* dan *STEP*. *DIR* berfungsi untuk mengubah arah putaran searah jarum jam dan berlawanan jarum jam. *STEP* berfungsi untuk mengatur kecepatan motor *stepper* dengan memberikan sinyal *HIGH* dan *LOW* dengan jedanya (Pratama, 2015).

IC ini dirancang untuk mengontrol berbagai macam motor *stepper*, baik motor *stepper* bipolar, penuh, setengah, atau seperempat. Dengan *output* hingga 35V dan $\pm 2A$.



Gambar 2.15 Skematik Diagram IC A4988

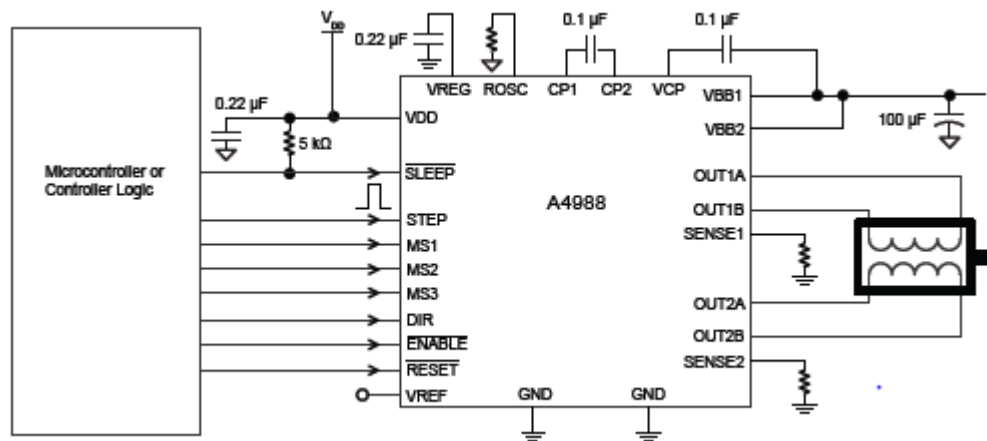
(Sumber: Pololu, 2017)

Bentuk asli IC A4988 dapat dilihat pada Gambar 2.16. IC A4988 memiliki 8 buah kaki yang terdapat pada sisi kanan dan sisi kirinya.



Gambar 2.16 IC A4988

(Sumber: Mercubuana, 2017)



Gambar 2.17 Diagram Aplikasi IC A4988

(Sumber: Allegro.2017)

Step per revolution Motor Stepper NEMA 17 adalah 200. Nilai ini dapat dirubah oleh IC A4988 dengan fiturnya yakni *microstepping mode*. dalam mode ini *step per revolution* dapat diperbesar dengan faktor pengali. Pengaturan resolusi dari putaran motor terdapat pada pin MS1, MS2 dan MS3 yang dijelaskan pada Tabel 2.1 (Mercubuana, 2017).

Tabel 2.1 Pengaturan Resolusi Motor Stepper

MS1	MS2	MS3	Microstep Resolution	Stepper Revolution pada NEMA 17
L	L	L	Full Step	200
H	L	L	Half Step	400
H	H	L	Quarter Step	800
H	H	L	Eighth Step	1600
H	H	H	Sixteenth Step	3200

2.6 Spindle Motor

Spindle adalah alat pemegang *cutting tool* untuk melakukan proses. Spindle dapat di putar sesuai dengan yang di inginkan, namun kecepatan putarnya maksimal sesuai dengan spesifikasi dari motor spindle yang di gunakan.

Speksifikasi yang digunakan yaitu 555 spindle motor (diameter:35.5mm) (kiroent.wordpress, 2017).

Putaran Spindle mesin terdapat dua macam :

- 1) Putaran spindle langsung dinyatakan dengan huruf S dan angka menunjukkan langsung jumlah putaran spindle. Contoh : S1200 (jumlah putaran spindle mesin $n = 1200$ putaran / menit)
- 2) Putaran spindle tidak langsung (kecepatan potong konstan) Contoh : G 96 S 200 menunjukkan kecepatan potong konstan 200 m/menit)

Huruf S dan angka menunjukkan besarnya kecepatan potong dan harus menulis instruksi G96. Spindle mesin dapat berputar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam.



Gambar 2.18 Spindle Motor

(Sumber: Sandri, 2017)

2.7 Power Supply

Power Supply adalah perangkat keras yang berfungsi untuk menyuplai tegangan langsung kekomponen dalam *casing* yang membutuhkan tegangan, misalnya *motherboard*, *hardisk*, kipas, dll. *Input power supply* berupa arus bolak-balik (AC) sehingga ***power supply*** harus mengubah tegangan AC menjadi DC (arus searah), karena *hardware* komputer hanya dapat beroperasi dengan arus DC. Power supply yang digunakan yaitu 12V 5A ini pada dasarnya hanya menggunakan IC *regulator* tegangan tetap yaitu IC L78xx, karena arus

maksimum IC ini hanya 1 ampere saja, maka digunakan transistor untuk mengalirkan arus yang lebih besar. Selain itu bisa juga menggunakan trafo CT.



Gambar 2.19 Power Supply 5Amp 12Volt AC DC

(Sumber: Ebay, 2016)

2.7.1 Jenis-Jenis Power Supply

1. Power Supply AT

Power supply yang memiliki kabel *power* yang dihubungkan ke *motherboard* terpisah menjadi dua konektor *power* (P8 dan P9). Kabel yang berwarna hitam dari konektor P8 dan P9 harus bertemu di tengah jika disatukan.

Pada power supply jenis AT ini, tombol ON/OFF dihubungkan langsung pada tombol *casing*. Untuk menghidupkan dan mematikan komputer, kita harus menekan tombol *power* yang ada pada bagian depan *casing*. Power supply jenis AT ini hanya digunakan sebatas pada era komputer pentium II. Pada era pentium III keatas atau hingga sekarang, sudah tidak ada komputer yang menggunakan Power supply jenis AT (Andrianto, Heri. 2016).

Ciri utama :

- a. Tombol on/off bersifat manual
- b. Ketika *Shutdown*, untuk mematikan mesti menekan tombol CPU
- c. Kabel daya ke *motherboard* terdiri atas 2 x 6 pin
- d. Daya rata-rata di bawah 250Watt

2. Power Supply ATX

Power Supply ATX (*Advanced Technology Extended*) adalah jenis power supply jenis terbaru dan paling banyak digunakan saat ini. Perbedaan yang mendasar pada PSU jenis AT dan ATX yaitu pada tombol *power*nya, jika power supply AT menggunakan *Switch* dan ATX menggunakan tombol untuk mengirikan sinyal ke *motherboard* seperti tombol *power* pada *keyboard*.

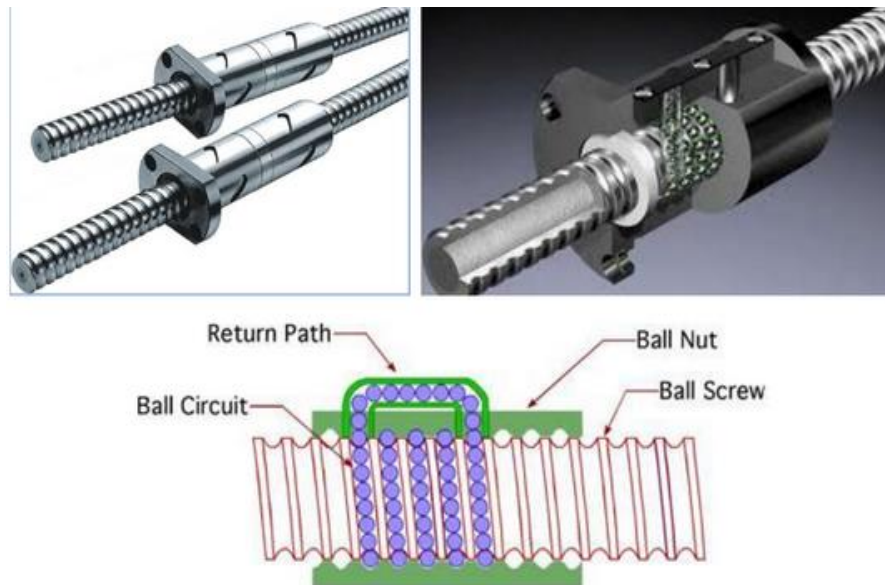
Ciri utama :

- a. Terdiri atas satu set kabel supply ke *motherboard* yang berjumlah :
20pin atau 20pin + 4pin 24pin + 4pin atau 24pin + 8pin
- b. Ketika *shutdown* otomatis CPU mati
- c. Ada *connector* tambahan power SATA (PSU terkini)
- d. Daya lebih besar untuk memenuhi standar komputasi masa kini efisiensi lebih baik (Andrianto, Heri. 2016)

2.8 Ball Screw

Ball screw adalah *actuator linier* yang bertindak untuk mengubah gerak putar menjadi gerak lurus dengan gesekan kecil. Gesekan yang terjadi bisa kecil dikarenakan antara nut dengan boltnya terdapat *ball*(gotri) yang berfungsi untuk mengurangi *koefisien* gesek. Lain halnya dengan lead screw yang tidak memiliki *ball*(gotri) antara nut dengan boltnya. Sedangkan pengertian dari *actuator* sendiri merupakan suatu pengubah, yang merubah energi listrik menjadi energi gerak. *Actuator* dirancang untuk beroperasi/menggerakkan suatu mekanisme dan merubah suatu variabel kontrol di dalam proses. Pada poros berulirnya terdapat jalur berbentuk heliks untuk *Ball Bearing* yang bertindak sebagai sekrup presisi

yang mampu menahan beban dorong tinggi dengan gesekan *internal* yang kecil. cocok untuk digunakan dalam situasi di mana presisi tinggi diperlukan. Susunan bola bertindak sebagai nut Sedangkan poros berulir bertindak sebagai *screw*. Dibawah ini merupakan konstruksi dari *ball screw*;



Gambar 2.20 Konstruksi Ball Screw

(Sumber: Allan Permana, 2011)

2.8.1 Kegunaan Ball Screw

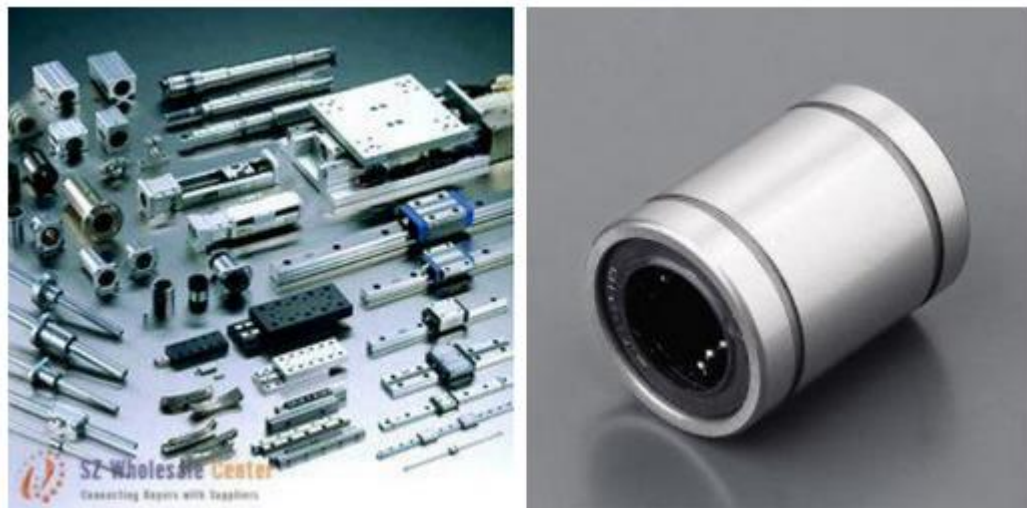
Tingkat ketelitian mesin CNC lebih akurat hingga ketelitian seperseribu millimeter, karena penggunaan *ball screw* pada setiap poros transportiernya. *Ball screw* bekerja seperti *lager* yang tidak memiliki kelonggaran/*spelling* namun dapat bergerak dengan lancar. *Ball Screw* yang digunakan di dalam pesawat terbang dan rudal untuk memindahkan kontrol permukaan. *Ball Screw* juga digunakan dalam alat-alat mesin, robot dan perakitan peralatan presisi. *Ball screw* tinggi yang digunakan dalam *steppers* untuk pembuatan semikonduktor. Berbeda dengan *lead screws* konvensional, *ball screws* cenderung agak besar, karena kebutuhan untuk memiliki mekanisme untuk kembali mengedarkan bola (Allan Permana, 2011).

2.8.2 Maintenance Ball Screw

Untuk menjaga akurasi dan memastikan umur panjang, diperlukan perhatian untuk menghindari kontaminasi dengan kotoran dan partikel *abrasif*. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan *bellow* karet atau kulit untuk sepenuhnya. Solusi lain adalah dengan menggunakan tekanan udara yang berguna mengurangi gesekan. *Ball screw* adalah barang yang “istimewa” karena “istimewa” itu jika ball screw ingin digunakan oleh orang *maintenance* karena ada mesin yang rusak harus melalui beberapa tahap. Di industri kita mengenal kepala seksi/*Secthead* dan juga nomor registrasi pegawai (NRP) (Allan Permana, 2011).

2.9 Linear Bearing

Sebuah *linear motion bearing* atau *slide liner* adalah bantalan yang dirancang untuk memberikan gerak bebas dalam satu dimensi. Ada berbagai jenis bantalan gerak *linear* dan keluarga ini produk umumnya dipecah menjadi dua sub-kategori: *rolling element* dan *plane*.



Gambar 2.21 Linear Bearing
(Sumber: Allan Permana, 2011)

2.9.1 Jenis Linear Ball Bearing

1. Roller Element Bearing

Sebuah *Roller Element Bearing* umumnya terdiri dari sebuah *outer ring* dan beberapa baris bola ditahan oleh cage nya. Fitur gerakannya halus, gesekan rendah, kekakuan tinggi dan umur panjang. *Bearing* jenis ini bersifat ekonomis, dan mudah dalam proses penggatiannya.

Berikut beberapa ciri dari *roller element bearing* :

- a. *Roller Element Bearing* hanya dapat bekerja pada baja dikeraskan atau *shafting stainless steel*.
- b. *Roller Element Bearing* lebih kaku dari *Plain Bearing*.
- c. *Roller Element Bearing* mudah terkontaminasi dan memerlukan segel.
- d. *Roller Element Bearing* membutuhkan pelumasan.
- e. *Roller Element Bearing* di bagi ke dalam dua jenis *Ball Bearing slides* dan *Roller slides*.

a. Ball Bearing Slides



Gambar 2.22 Ball Bearing Slides

(Sumber: Allan Permana, 2011)

Disebut juga " ball slides ", *Ball Bearing Slides* adalah jenis yang paling umum dari *linear slide*. *Ball Bearing Slides* memiliki gerak yang

halus sepanjang tunggal-sumbu *linier*, dibantu oleh bantalan bola yang ditempatkan di bagian *linier bearing*, dan *bearing* ini memiliki sifat *self lubrication*. Aplikasi bantalan bola geser biasanya terdapat pada instrumentasi halus, perakitan robot, lemari, peralatan *high-end* dan perabotan furnitur, bukan hanya pada industri manufaktur tetapi juga furnitur, elektronik dan industri konstruksi. Sebagai contoh, bola bantalan geser yang banyak digunakan dalam industri furnitur adalah *ball bearing drawer slide*.

b. Rollel Sliding Ball Bearing



Gambar 2.23 Roller Sliding Ball Bearing

(Sumber: Allan Permana, 2011)

Dikenal juga sebagai *Rolling Element Bearing*. *Slide Roller* didasarkan pada bantalan *rol linier*, yang sering dipetak-petak untuk memberikan kemampuan beban yang lebih berat dan kontrol gerakan yang lebih baik. Digunakan pada industri seperti manufaktur, *Photonics*, medis dan telekomunikasi.

2.9.2 Plain Bearing

Bantalan biasa sangat mirip di *desaign* untuk bergulir-*element* bantalan , kecuali mereka meluncur tanpa menggunakan bantalan bola ;

1. Bantalan biasa dapat berjalan pada baja dikeraskan atau *shafting stainless steel* (balapan), atau dapat dijalankan pada *hard-anodized* aluminium

atau baja lunak atau aluminium. Jenis *spesifik polimer / polimer fluoro-* akan menentukan apa kekerasan diperbolehkan.

2. Bantalan biasa kurang kaku dibandingkan bergulir-elemen bantalan.
3. Bantalan biasa kontaminasi ditangani dengan baik dan sering tidak perlu segel / pencakar.
4. Bantalan biasa umumnya menangani kisaran suhu yang lebih luas daripada bergulir elemen bantalan
5. Bantalan biasa (versi plastik) tidak memerlukan oli atau pelumas (sering dapat digunakan untuk meningkatkan karakteristik kinerja) (Allan Permana, 2011).

2.9.3 Dovetail Slide

Pas slide, atau *slide pas* jalan biasanya dibangun dari besi cor, tetapi juga dapat dibangun dari *hard-coat* aluminium, *asetal* atau *stainless steel*. Seperti bantalan apapun, *slide pas* terdiri dari *basis linier stasioner* dan kereta bergerak. *pas* kereta memiliki v-berbentuk, atau *pas-saluran* berbentuk menonjol yang mengunci ke dasar alur *linier* yang berbentuk sejalan. Setelah kereta *pas* dipasang ke saluran alasnya itu, kereta ini terkunci ke sumbu *linier* saluran dan memungkinkan gerakan linear gratis. Ketika *platform* yang melekat pada kereta *slide pas*, meja *pas* dibuat, menawarkan kemampuan membawa beban yang diperpanjang (Allan Permana, 2011).