

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Penggerak Poros Ulir

Pergerakan meja kerja digerakan oleh sebuah motor sebagai penggerak dan poros ulir sebagai pengubah gaya puntir motor menjadi gaya dorong pada meja kerja seperti pada gambar (1). Gaya dorong ulir dapat diketahui dengan perhitungan tenaga ulir (power screw). Persamaan yang digunakan untuk menghitung torsi gaya dorong ulir (Shingley dan Mischke, 2001)

$$T = \frac{F \cdot d_m}{2} \left( \frac{1 + \pi d_m f}{\pi d_m - fl} \right) \dots\dots\dots (1)$$

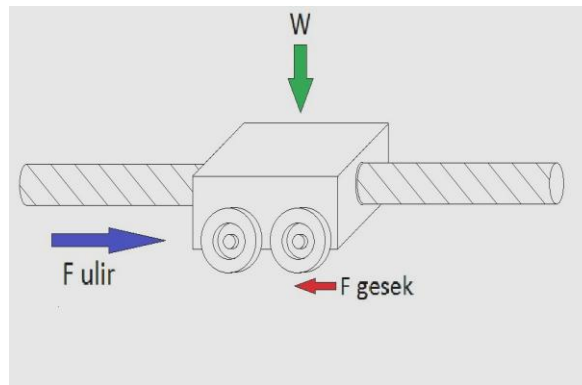
Dimana ;      T = Torsi pada ulir (Nm)

$D_m$  = Diameter efektif ulir (m)

F = Gaya dorong ulir (N)

f = Koefisien gesek permukaan ulir

l = Kisar/pitch ulir (m).



Gambar 1. Mekanisme ulir penggerak

Gaya dorong ulir adalah gaya minimum yang dibutuhkan untuk mendorong meja kerja. Sehingga nilainya dipengaruhi oleh massa meja kerja dan koefisien gesek permukaan meja kerja dengan permukaan yang menopangnya dan bukan koefisien gesek antara dua permukaan ulir. Dalam hal ini, karena meja kerja menggunakan bantalan bearing sebagai roda maka koefisien gesek yang bekerja adalah koefisien gesek bearing yaitu  $\pm 0.11$ .

Diameter efektif ulir atau diameter tusuk ulir ialah diameter semu yang letaknya diantara diameter luar dan diameter inti. Pada radius diameter inilah letak titik singgung antara dua ulir.

Seperti pada penjelasan sebelumnya bahwa motor dapat mendorong meja kerja torsi yang dihasilkan motor harus lebih besar daripada torsi yang bekerja pada ulir. Torsi pada motor berbanding terbalik dengan kecepatan motor, semakin besar kecepatan motor maka torsi yang dihasilkan akan menurun. Untuk menentukan torsi yang dihasilkan oleh sebuah motor digunakan persamaan (Hinand dan Alciatore, 1999).

$$T_m = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$T_m$  = Torsi yang dihasilkan motor (Nm)

$P$  = daya yang digunakan (watt)

$\omega$  = kecepatan sudut (rad/s).

Sedangkan kebutuhan daya yang diperlukan motor penggerak dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut: (Histand dan Alciatore, 1999)

$$P = 2\pi.n.T \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$P$  = Daya yang diperlukan (watt)

$n$  = Putaran motor (rpm)

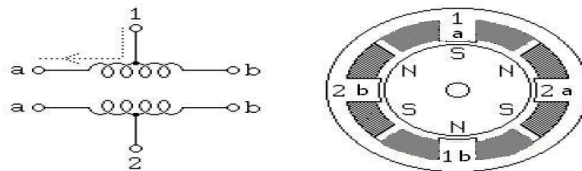
$T$  = Torsi yang dibutuhkan ( N.m)

## **B. Motor Stepper**

Motor *stepper* adalah sebuah peralatan elektromekanik yang mengubah pulsa elektrik menjadi pergerakan mekanik. Kumparan motor *stepper* berputar per *step* ketika pulsa elektrik dimasukkan ke kumparan tersebut dengan urutan yang benar. Setiap urutan pemberian pulsa ke motor *stepper* menyebabkan arah putaran yang berbeda. Sedangkan besarnya frekuensi dari pulsa akan mempengaruhi kecepatan putaran motor *stepper*.

## 1. Motor Stepper Unipolar

Motor *stepper* unipolar baik tipe 5 atau 6 kabel biasanya dihubungkan seperti pada gambar 2, dengan sebuah *center tap* pada tiap kumparan. Pada penggunaannya, *center tap* dihubungkan ke supply positif, dan dua ujung kumparan lainnya dihubungkan ke ground. Bagian rotor motor pada gambar 19 dibuat dari magnet permanent dengan 6 kutub, 3 kutub utara dan 3 kutub selatan.



Gambar 2. *Stepper* Motor Unipolar

Seperti terlihat pada gambar 2. Arus mengalir dari *center tap* kumparan 1 ke terminal a menyebabkan kutub stator yang atas menjadi ber kutub utara dan kutub stator yang bawah ber kutub selatan. Kondisi ini menyebabkan rotor berada pada posisi seperti gambar. Jika arus pada kumparan 1 dimatikan dan kumparan 2 dinyalakan, maka rotor akan berputar 30 derajat, atau 1 *step*. Untuk berputar secara kontinyu, kita hanya perlu menghubungkan supply power ke 2 kumparan secara berurutan. Dengan asumsi bahwa logika 1 berarti arus mengalir pada kumparan motor, maka berikut adalah urutan yang harus dipenuhi agar motor dapat berputar sebanyak 24 *step* atau 2 putaran :

Kumbaran 1a 1000100010001000100010001  
 Kumbaran 1b 0010001000100010001000100  
 Kumbaran 2a 0100010001000100010001000  
 Kumbaran 2b 0001000100010001000100010  
 waktu ----->

## 2. *Step Angle/ SA*

Motor *stepper* bergerak per-*step*. Setiap bergerak satu *step*, motor *stepper* akan berputar beberapa derajat sesuai dengan *step* anglenya. *Step* angle tergantung dari jumlah kutub magnet motor *stepper*. Jumlah putaran yang diperlukan agar motor *stepper* bergerak 1 putaran penuh (360°) adalah:

$$\text{Step} = 360^\circ / \text{Step Angle}$$

Misalnya, sebuah motor *stepper* memiliki SA=1.8° maka untuk untuk berputar satu putaran penuh memerlukan jumlah *step* sebanyak:  $360^\circ / 1.8^\circ = 200 \text{ step}$ .

## 3. Kendali Arah Putaran

Arah putaran motor *stepper* ditentukan oleh arah urutan aktifasi kumparannya. Secara program, ini bisa dilakukan dengan mengubah arah pergeseran bit. Jika arah pergeserannya ke kanan, maka motor *stepper* akan berputar ke arah kanan (CW)

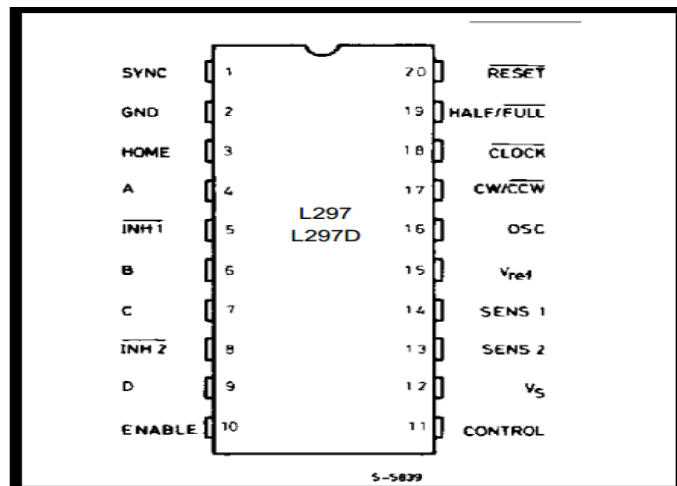
Kumbaran 1a 1000  
 Kumbaran 1b 0010  
 Kumbaran 2a 0100  
 Kumbaran 2b 0001  
 waktu ----->

Jika arah pergeserannya ke kiri, maka motor *stepper* akan berputar ke arah kiri pula (CCW).

Kumparan 1a 0001  
 Kumparan 1b 0010  
 Kumparan 2a 0100  
 Kumparan 2b 1000  
 waktu ----->

### C. IC L297D

L297 adalah sebuah kontroler *stepper* yang dapat membangkitkan 4 fasa (ABCD) sinyal pengontrol *stepper* motor. Dengan cara memberikan inputan sinyal *clock* ( pin 18) dan *direction* (pin 17) untuk arah perputaran motor. Terdapat dua mode pengendalian *stepper* motor *Half step* dan *Full step* yang dapat kita pilih, yaitu dengan memberikan logika *high* atau *low* pada kaki pin 19 pada iC l297 ini. Gambar 3 dibawah ini menunjukkan fungsi setiap pin pada iC L297.

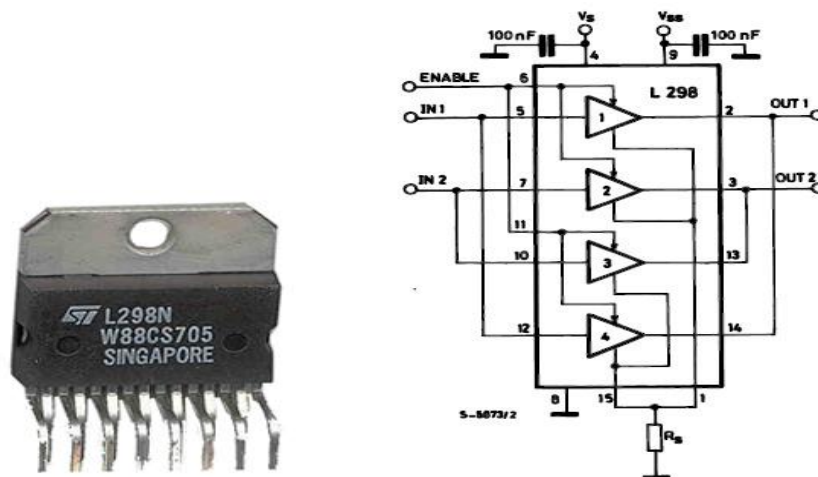


Gambar 3. Fungsi setiap pin pada iC L297.

([http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/L/2/9/7/L297.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/L/2/9/7/L297.shtml))

#### D. Driver Motor iC- L298

L298 adalah jenis IC driver motor yang dapat mengendalikan arah putaran dan kecepatan motor DC atau satu motor *stepper*. Mampu mengeluarkan output tegangan untuk Motor dc dan motor *stepper* sebesar 50 volt. IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc dan motor *stepper*. Dapat mengendalikan 2 untuk motor dc namun hanya dapat mengendalikan 1 motor *stepper*.



Gambar 4. Skema iC L298n

[http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/L/2/9/8/L298N.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/L/2/9/8/L298N.shtml)

#### E. Catu Daya

Perangkat elektronika sebagian besar dicatu oleh suplai arus searah DC (*Direct Current*) yang stabil. Baterai atau accu adalah salah satu sumber catu daya DC yang baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC (*Alternating Current*) dari pembangkit tenaga listrik, dimana

sumber AC yang ada di Indonesia sebesar 220 dan 380 Volt dengan frekuensi berkisar antara 50 sampai 60 Hz. Sumber AC ini dimasukkan ke dalam bagian primer input catu daya pada transformator daya yang akan membagi tegangan AC pada outputnya. Frekuensi tegangan sekunder akan tetap sama dengan daya primer, tetapi tegangan akan dinaikkan atau diturunkan atau dapat juga bias tetap sama tegangan keluaran dari transformator merupakan tegangan AC yang besarnya sesuai dengan perbandingan antara besar lilitann primer dan sekunder pada transformator tersebut. Untuk mengubah tegangan listrik Ac menjadi tegangan DC diperlukan untuk merancang catu daya adalah sebagai berikut :

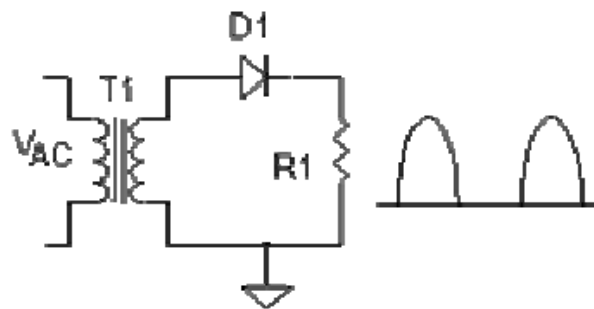
### **1. Dioda Sebagai Penyearah (*Rectifier*)**

Dioda penyearah berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Prinsip kerjanya adalah membuang tegangan negatif dan melewatkan tegangan positif pada arus bolak-balik untuk mendapatkan tegangan DC positif atau membuang tegangan positif dan melewatkan tegangan negatif untuk mendapatkan tegangan DC negatif. Rangkaian ini terdiri dari satu atau beberapa buah dioda. Dioda merupakan komponen elektronika yang paling sederhana, yang tersusun dari dua jenis semikonduktor, semikonduktor jenis-p dan jenis-n. Prinsip dasar dari penyearah adalah sifat dioda yang hanya menyearah arus pada satu arah tegangan (*arah maju*) saja. Sedangkan pada arah yang berlawanan (*arah mundur*) arus yang dilewatkan sangat kecil.



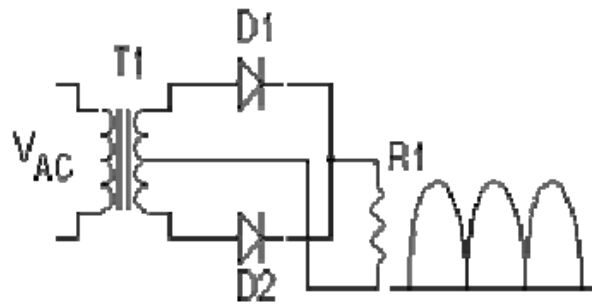
arus dioda ( $I_d$ ) secara eksponensial naik dengan naiknya tegangan dioda ( $V_d$ ) pada arah maju (*tegangan dioda positif*). Sedangkan pada arah tegangan sebaliknya atau pada tegangan dioda negatif, besar arus dioda akan mendekati arus jenuh balik, yang nilainya kecil dan dapat diabaikan, sehingga arus dioda hanya muncul pada tegangan dioda positif saja.

Prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar 6. Trafo diperlukan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya.



Gambar 5. Rangkaian penyearah sederhana

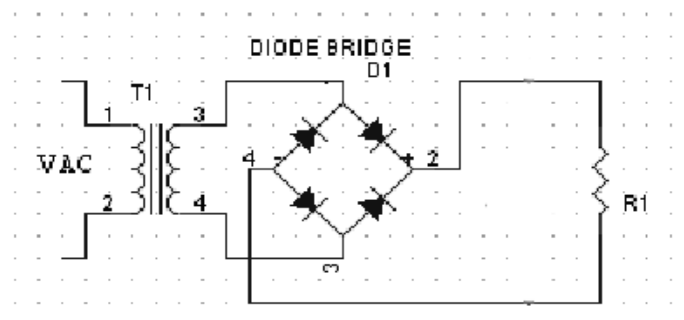
Pada gambar 6. dioda berperan untuk meneruskan tegangan positif ke beban R1. Hal inilah yang disebut dengan penyearah setengah gelombang (*half wave*). Untuk mendapatkan penyearah gelombang penuh (*full wave*) diperlukan trafo dengan *center tap* (CT) seperti pada Gambar 7.



Gambar 6. Rangkaian penyearah gelombang penuh

Tegangan positif fase yang pertama diteruskan oleh D1 sedangkan fase yang berikutnya dilewatkan melalui D2 ke beban R1 dengan CT transformator sebagai *common ground*. Dengan demikian beban R1 mendapat suplai tegangan gelombang penuh seperti pada Gambar 7.

Pada penggunaan trafo tanpa *center tap* (CT) biasanya digunakan penyearah gelombang penuh sistem jembatan. Penyearah ini membutuhkan empat buah dioda dengan sistem kerja berpasangan sehingga sering disebut *dioda bridge* seperti gambar 7.

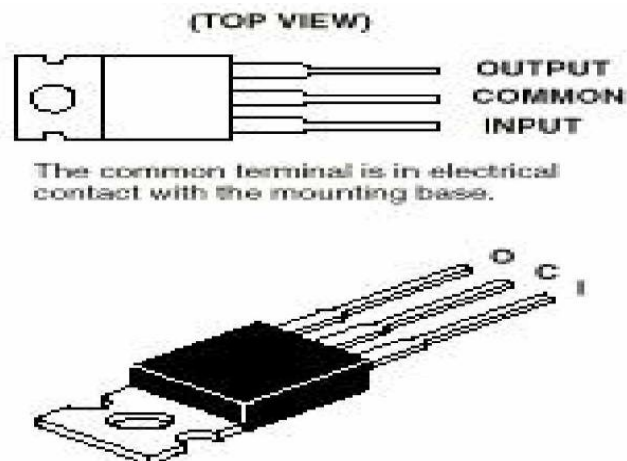


Gambar 7. Rangkaian Penyearah Sistem Jembatan

## 2. Regulator LM78XX

Seri LM78xx dapat diperoleh dalam kemasan TO-22C plastik atau logam. LM78xx dapat mengeluarkan arus melebihi 0,5 A apabila dilengkapi peredam pada *Heatsink* ( pendingin) yang memadai. Rangkaian terpadu (*Integrated Circuit = IC*) tipe 78xx ini adalah IC regulator yang dapat menyetabilkan tegangan searah positif dengan masukan +14,5 volt sampai +27 volt dengan keluaran sesuai jenis tipe regulator. IC regulator seri LM78xx mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Menstabilkan tegangan searah positif dengan masukan dari +14,5 volt sampai +27 volt DC.
- Tegangan keluaran sesuai dengan tipe regulator dengan hasil DC teregulasi.
- Arus keluaran melebihi 0,5A.

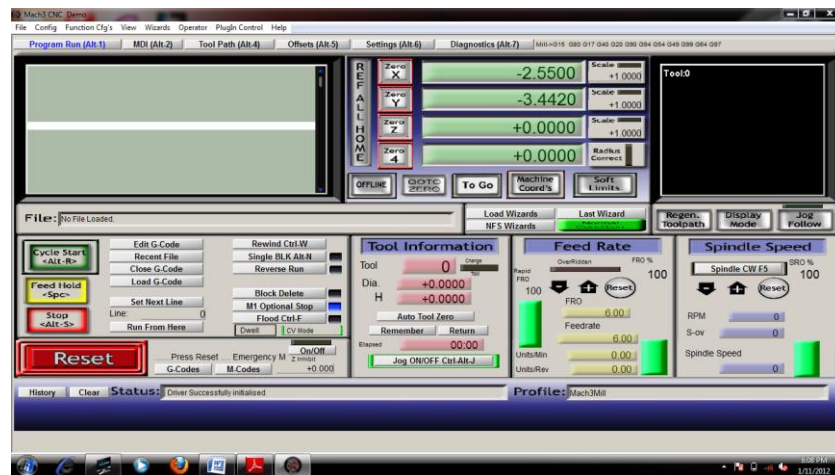


Gambar 8. Bentuk Fisik LM78xx

(<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/9037/NSC/LM78XX.html>)

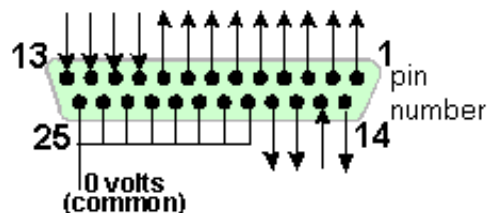
## F. Software Mach3

Perangkat lunak ini dikeluarkan oleh perusahaan *Artsoft USA*. Perangkat lunak ini berjalan pada PC biasa yang ada di masyarakat umum, dan dapat bekerja pada sistem operasi seperti windows xp. Software ini dapat digunakan untuk pengontrol pada mesin bubut, milling, dsb. Jalur komunikasi yang digunakan untuk mengirimkan sinyal ke *driver* motor menggunakan *parallel port* pada komputer. Port ini terdiri dari 25 lubang pin untuk jalur komunikasi antara komputer dengan *device external*.



Gambar 9. Tampilan mach3

([http://www.machsupport.com/docs/Mach3Mill\\_Install\\_Config.pdf](http://www.machsupport.com/docs/Mach3Mill_Install_Config.pdf))



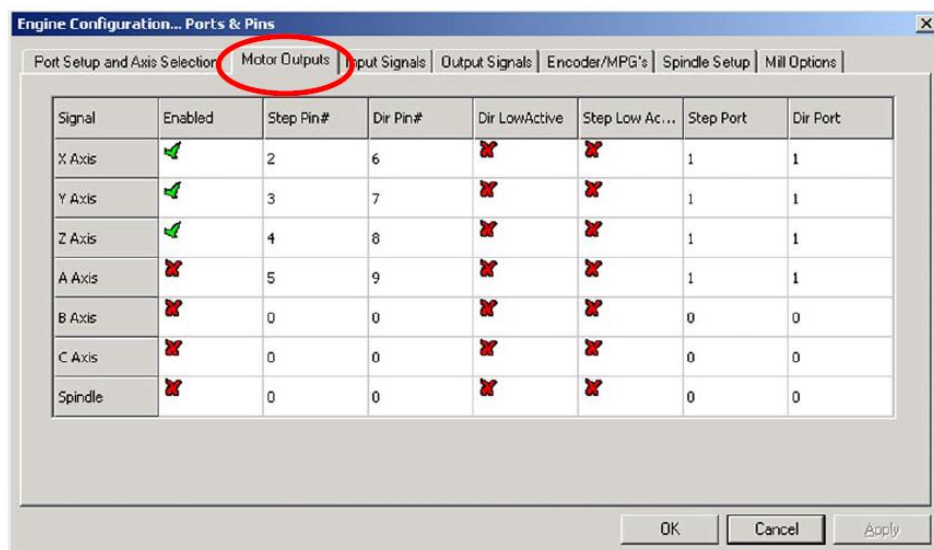
Gambar 10. Parallel port DB25

([http://www.machsupport.com/docs/Mach3Mill\\_Install\\_Config.pdf](http://www.machsupport.com/docs/Mach3Mill_Install_Config.pdf))

Keterangan:

- >> Tanda panah keluar berfungsi sebagai jalur *output* pada komputer, dan dapat digunakan sebagai fungsi *step* dan *direction* pada *driver* motor.
- >> Tanda panah keluar berfungsi sebagai input pada komputer , yang dapat digunakan untuk mengirimkan sinyal limit dan home position kedalam komputer.

Adapun *default pin configuration* dari *software mach3* yang dapat digunakan sebagai sinyal fungsi *step* dan *direction* motor *stepper* pada setiap pin *parallel port*, dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Tampilan mach3 saat menseting pin ke motor  
[http://www.machsupport.com/docs/Mach3Mill\\_Install\\_Config.pdf](http://www.machsupport.com/docs/Mach3Mill_Install_Config.pdf)