

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Computer Numerically Controlled (CNC)*

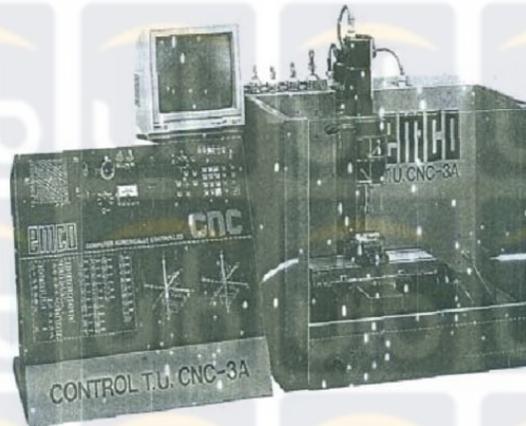
Computer Numerically Controlled atau sering dikenal dengan sebutan CNC, merupakan salah satu bentuk aplikasi komputer yang menggunakan satuan numerik atau angka untuk menentukan letak atau posisi dari suatu titik tertentu pada suatu bidang.

Ide awal dari penggunaan teknologi CNC adalah mesin bubut. Mesin lathe atau bubut ditemukan pada tahun 1800 oleh Henry Maudslay. Prinsip kerja mesin ini adalah dengan menggunakan pegangan yang dapat mengunci material dan kemudian berputar pada suatu poros. Lalu alat pemotong akan diatur oleh operator untuk mengikis tepi material yang dikerjakan untuk mendapatkan rancangan atau bentuk permukaan yang diinginkan. Untuk mengubah posisi pemotong, operator menggunakan engsel ataupun knop putar. Setiap bagian yang dikerjakan memerlukan ketelitian operator untuk menjaga ukuran material agar tetap sama antara satu dan lainnya, dan operator harus mengerjakannya berulang kali, dengan langkah urutan yang sama.

Ide pengembangan dari mesin bubut adalah mesin milling, dan ditemukan oleh Eli Whitney pada tahun 1818. Perbedaan pada mesin bubut adalah pisau pemotong yang tetap pada posisi yang ditentukan, dan material yang berputar pada satu poros, sedangkan pada mesin milling material tetap pada posisi yang ditentukan dan mata milling (pisau pemotong) yang berputar pada satu poros.

Persamaan antara kedua jenis mesin ini adalah penggunaan sumbu gerak, yang disebut dalam bahasa Inggris "Axis", sumbu 'X' biasanya bergerak dari kiri ke kanan, sumbu 'Y' biasa bergerak dari depan ke belakang, sumbu 'Z' biasa bergerak dari atas ke bawah, meja kerja yang bisa dimiringkan ataupun diputar biasa sering disebut sebagai sumbu keempat. Pada pengembangan yang lebih canggih, poros pisau pemotong dapat diatur kemiringannya juga, dan sering disebut sumbu kelima. Masalah terbesar dari penggunaan mesin bubut dan milling adalah, metode konvensional yang membutuhkan

banyak perhatian saat mengerjakan material. Penggunaan mata sebagai pembaca skala sungguh tidak efisien, terlebih jika pembacaan dilakukan dari sudut berbeda. Perubahan skala pergeseran posisi sedikit saja dapat membuat material menjadi *reject*, sehingga tingkat material *scrap* atau buangan menjadi tinggi, output kecil, pemborosan material, dll. Penggunaan metode konvensional seperti ini tidak lagi efisien dengan perkembangan industri yang semakin pesat.



Gambar 2.1 Mesin Frais CNC Buatan EMCO

Sumber: EMCO MAIER & CO, Petunjuk Pemrograman EMCO TU-3A

Seiring dengan perkembangan komputer yang semakin cepat dalam proses pengolahan data membuat komputer dijadikan solusi dalam melakukan hitungan yang biasanya dilakukan manusia. Perkembangan komputer tidak hanya dalam skala mekanik, melainkan juga dari segi rancangan program di komputer yang memberikan keleluasaan dalam membuat suatu gambar rancangan yang kemudian dapat secara langsung ditransfer ke mesin untuk dilakukan perancangan secara *real-time*. Proses pengembangan ini kemudian dijadikan suatu standar baku dalam proses pentransferannya ke mesin. Teknologi komputer ini dikenal dengan nama CNC (*Computer Numerically Controlled*).

Rancangan CNC dipelopori oleh John. T Parson sekitar tahun 1940 dan awal 1950. CNC pertama kali digunakan untuk membuat baling-baling helikopter, yang mana membutuhkan ukuran yang sama antara baling-baling satu dengan yang lainnya agar keseimbangannya tidak terganggu. Ukuran mesin CNC pertama kali hampir sebesar

gedung bertingkat 2. Akan tetapi, mesin ini menghasilkan material dengan ukuran yang sangat akurat dan presisi.



Gambar
Frais CNC
Buatan

2.2 Mesin
Modern

CENTROID

Sumber: <http://www.centroidcnc.com/>

Karena mesin CNC digunakan untuk menangani beban yang sangat besar, bahan mekanik yang digunakan adalah besi tuang. Mesin CNC (yang selanjutnya lebih dijelaskan tentang mesin milling CNC) dibagi atas beberapa bagian. Bagian yang terpenting adalah rumah atau tempat untuk meletakkan sumbu, meja kerja, motor, dll. Kedua adalah rel sumbu yang digunakan sebagai jalur perpindahan meja kerja. Ketiga adalah meja kerja, yang digunakan untuk meletakkan material kerja. Kemudian motor dan poros meja kerja yang digunakan untuk menggerakkan meja kerja. Dan karena mesin CNC ini bekerja dengan komputer, dibutuhkan suatu program untuk mengendalikan mesinnya.



Gambar 2.3 Tampilan Program Mesin CNC Jenis E-IPC700-ECKELMANN

Sumber: www.geocities.com/hari_seputro/MESIN_CNC.pdf

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, telah ada suatu standar baku untuk mesin CNC, hal ini dimaksudkan kepada program *interface* antara mesin dan komputer. Tanpa standar baku, maka setiap produsen akan membuat suatu standar sendiri dan tentunya dapat mengacaukan pasar. Standar baku mesin CNC ada beberapa jenis, antara lain, Gerber standar, dan NC standar. Berikut adalah daftar-daftar instruksi-instruksi pada untuk CNC;

Tabel 2.1 Daftar kode G dan deskripsinya

Sumber: <http://tamir86.blogfa.com>

G CODE LIST	
G-Code	Deskripsi
G00	Rapid Linear Interpolation
G01	Linear Interpolation
G02	Clockwise Circular Interpolation
G03	Counter Clockwise Circular Interpolation
G04	Dwell
G05	High Speed Machining Mode
G10	Offset Input by Program
G12	Clockwise Circle with Entrance and Exit Arcs
G13	Counter Clockwise Circle with Entrance and Exit Arcs
G17	X-Y Plane Selection
G18	Z-X Plane Selection
G19	Y-Z Plane Selection
G28	Return to Reference Point
G34	Return Fixed Cycle (Bolt Hole Circle)
G35	Return Fixed Cycle (Line At Angle)

G36	Return Fixed Cycle (Arc)
G37	Return Fixed Cycle (Grid)
G40	Tool Radius Compensation Cancel
G41	Tool Radius Compensation Left
G42	Tool Radius Compensation Right
G43	Tool Lenth Compensation
G44	Tool Length Compensation Cancel
G45	Tool Offset Increase
G46	Tool Offset Decrease
G50.1	Programmed Mirror Image Cancel
G51.1	Programmed Mirror Image On
G52	Local Coordinate Setting
G54- G59	Work Coordinate Registers 1 through 6
G60	Unidirectional Positioning
G61	Exact Stop Check Mode
G65	Macro Call (Non Modal)
G66	Macro Call (Modal)
G68	Programmed Coordinate Rotation
G69	Coordinate Rotation Cancel
G73	Fixed Cycle (Step)
G74	Fixed Cycle (Reverse Tapping)
G76	Fixed Cycle (Fine Boring)
G80	Fixed Cycle Cancel
G81	Fixed Cycle (Drilling / spot Drilling)
G82	Fixed Cycle (Drilling / counter boring)
G83	Fixed Cycle (Deep Hole Drilling)
G84	Fixed Cycle (tapping)
G85	Fixed Cycle (Boring)
G86	Fixed Cycle (Boring)
G87	Fixed Cycle (Back Boring)
G88	Fixed Cycle (Boring)
G89	Fixed Cycle (Boring)
G90	Absolute Value Command
G91	Incremental Value Command
G92	Work Offset Set
G107	User macro 1 (sine) sin
G108	User macro 1 (cosine) cos
G109	User macro 1 (arc tangent) tan
G110	User macro 1 (squared root)
G200	User macro 1 (Unconditional branch)
G201	User macro 1 (zero condition brach)

G202	User macro 1 (negative condition branch)
BASIC ISO CNC CODE	
M00	Program Stop
M01	Optional Stop
M02	Program Stop
M03	Spindle Clockwise
M04	Spindle Counter Clockwise
M05	Spindle Stop
M08	Coolant / Lubricant On
M09	Coolant / Lubricant Off
M30	Program End
M98	Subprogram call
M99	Return to call program
G96	Constant Surface Speed
G97	Constant Spindle Speed
G50	Maximum Spindle Speed
G95	Feed mm per revolution
G94	Feed mm /min
G00	Rapid Movement
G01	Linear Interpolation
F	Feed
S	Spindle Speed

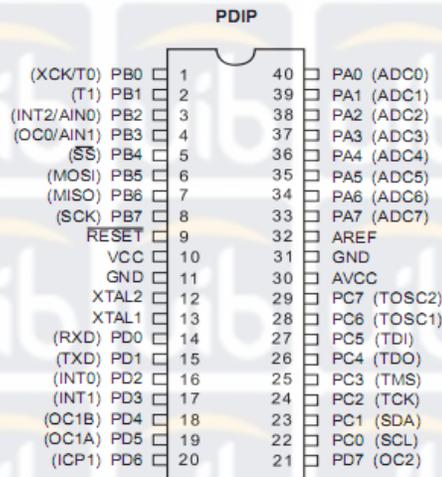
2.2 Mikrokontroler ATmega32

Mikrokontroler ATmega32 merupakan salah satu varian AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) dari Atmel. ATmega32 ini berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) dengan kapasitas 8 bit, di mana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock, yang berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock per instruksi.

Konfigurasi pin ATmega32 bisa dilihat pada Gambar 2.1. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional pin ATmega32 sebagai berikut:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
2. GND merupakan pin ground.
3. Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.

4. Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, komparator analog, dan SPI
5. Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog dan *Timer Oscillator*.
6. Pin D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroller
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal.
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

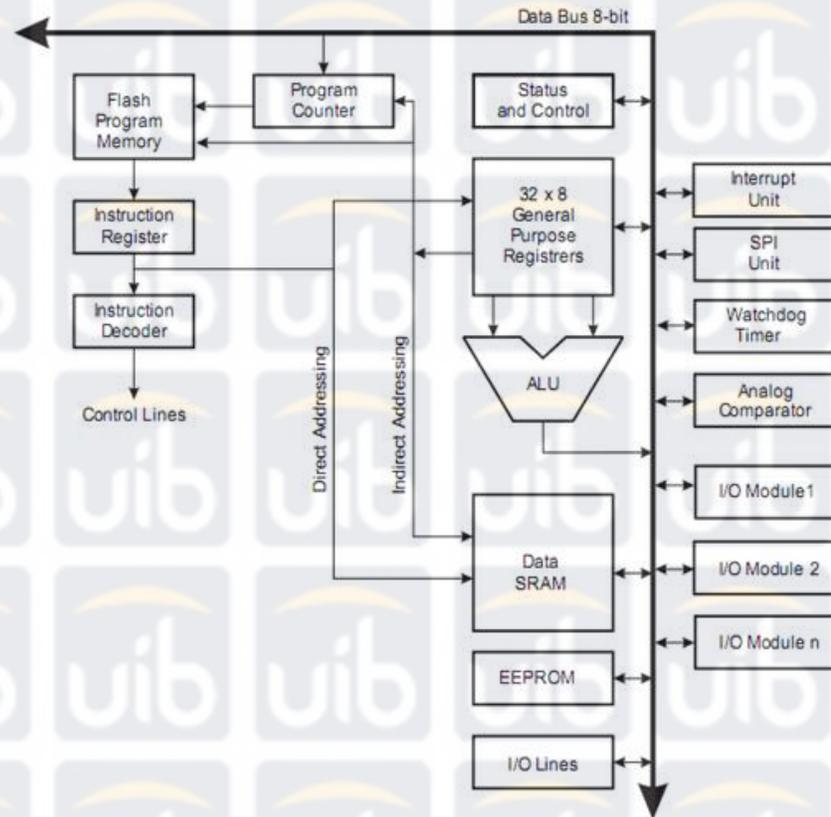


Gambar 2.4 Konfigurasi Pin ATmega32

Sumber : Datasheet ATmega 32

2.2.1 Arsitektur ATmega32

Atmega32 menggunakan arsitektur Harvard yang mana pada rancangan arsitektur ini memisahkan memori dan jalur data untuk program dan data. Instruksi program memori dieksekusi dalam satu jalur. Ketika satu instruksi sedang dijalankan, instruksi berikutnya akan dijemput dari program memory. Konsep seperti ini memungkinkan instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock.



Gambar 2.5 Blok Diagram Arsitektur Microcontroller ATmega32

Sumber: Datasheet ATmega32

Register file terdiri dari 32 x 8bit register umum dengan akses waktu 1 siklus clock juga. Enam dari 32 register dapat digunakan sebagai pointer register alamat tidak langsung untuk pengalamatan ukuran data. *Arithmetic Logical Unit* (ALU) mendukung operasi aritmatik dan logika antara register atau antara suatu konstanta dengan sebuah register. Setelah sebuah operasi aritmatik, status register akan di-*update* untuk menunjukkan informasi hasil operasi.

Ukuran memori pada arsitektur AVR semua linear dan menggunakan pemetaan memori reguler. Modul kontrol interupsi flexible memiliki control register pada bagian i/o dengan tambahan untuk meng-*enable* interupsi pada status register. Semua interupsi yang dilakukan akan disesuaikan menurut urutan dalam vektor interupsi.

2.2.2 Arithmetic Logical Unit (ALU)

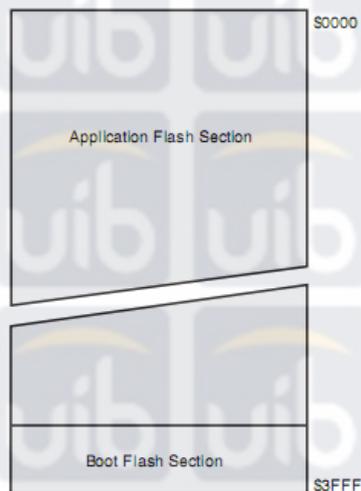
ALU AVR berperforma tinggi, beroperasi dengan operasi langsung yang terhubung pada 32 register umum. Dalam satu siklus clock, operasi aritmatik antara register umum ataupun antara register dieksekusi. Operasi ALU dibagi dalam 3 unit, aritmatik, logika, fungsi bit.

2.2.3 Memori ATmega32

ATmega32 memiliki 32Kbyte memori flash yang dapat diprogram ulang sebagai penyimpanan program. Karena lebar instruksi AVR rata-rata adalah 16 ataupun 32 bit, memori flash ini diatur dalam 16Kbyte x 16. Untuk keamanan perangkat lunak, lokasi memori flash ini dibagi lagi menjadi 2 bagian, *Boot Program* dan *Application Program*.

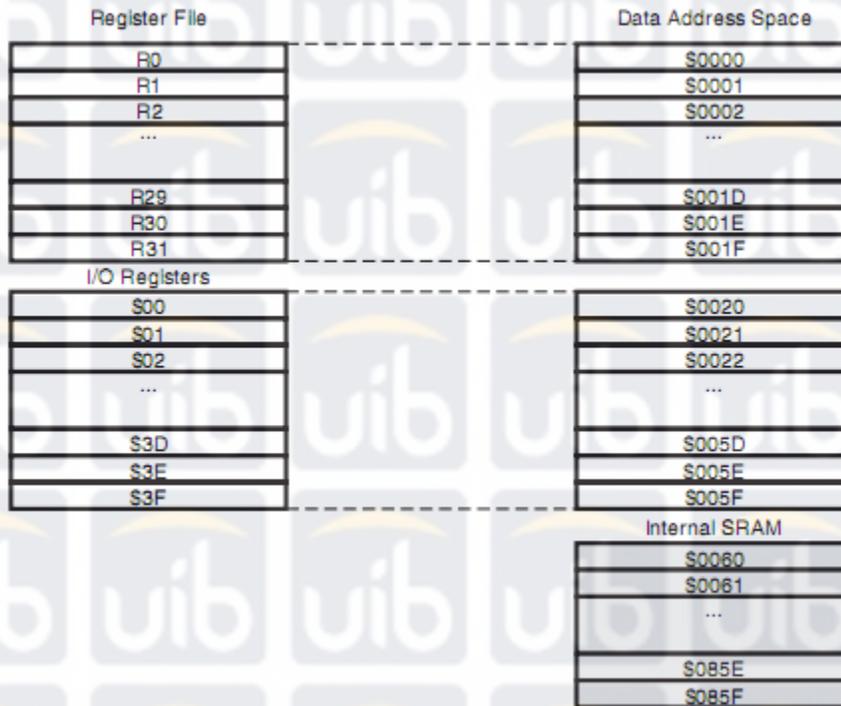
Flash memori, diperhitungkan memiliki ketahanan paling sedikit 10000 kali proses baca/tulis.

Pada alamat data memori 2144 kebawah merupakan alamat untuk file register, i/o memori, dan *internal SRAM*. 96 lokasi alamat pertama merupakan alamat file register dan i/o memori, dan 2048 alamat berikutnya adalah lokasi memori SRAM internal. Berikut ini adalah gambar peta data memori.



Gambar 2.6 Peta Memori Program

Sumber: Datasheet ATmega32



Gambar 2.7 Peta Memori Data

Sumber: Datasheet ATmega32

2.3 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD adalah suatu display dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matrix. LCD banyak digunakan sebagai display dari piranti-piranti elektronika seperti telepon, jam, dll.

LCD yang sering digunakan adalah LCD dot matrik 2 x 16 karakter, jenis ini mudah dalam penggunaannya serta dukungan dari banyak vendor mikrokontroler. Dalam perencanaan dan pembuatan alat ini digunakan tipe TOPWAY lmb162afc.

Struktur pin – pin dan cara pengaksesannya pada LCD ini dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.2 Definisi Pin LCD TOPWAY lmb162afc

Sumber: Topway lmb162afc datasheet

Pin No	Simbol	Level	Keterangan
1	Vss		Power Supply
2	Vcc		
3	Vee		
4	RS	H/L	H : Data Input
			L : Instruction Input
5	R/W	H/L	H : Read
			L : Write
6	E	H/L	H : Enable
			L : Disable
7	DB0	H/L	DATA BUS
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	V + BL	-	Back Light supply
16	V - BL		

Instruksi-instruksi untuk dapat mengakses LCD TOPWAY lmb162afc dijelaskan pada tabel berikut,

Tabel 2.3 Perintah Dalam Pengaksesan LCD

Sumber: Topway lmb162afc datasheet

Instruksi	Code										Fungsi
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	
Display Clear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clear display dan kursor pada Add 0
Cursor Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	Kursor ke add 0
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Pemakaian Mode pada LCD
Display ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Menset Tampilan display
Cursor/Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X	Gerakan Kursor tanpa merubah DDRAM
Function Set	0	0	0	0	1	DL	1	X	X	X	Untuk menset lebar data yang akan digunakan
CG RAM Address set	0	0	0	1	ACG					Digunakan untuk pengisian CG Ram	
DD RAM Address set	0	0	1	ADD					Untuk pengisian DD Ram		
Tulis Data ke SG Ram	1	0	Data					Perintah untuk penulisan data ke DD atau ke CG RAM			
Baca Data Dari CG atau DD Ram	1	1	Data					Perintah untuk membaca data dari CG atau DD Ram			

ACG :CG RAM Address

B=1 :Blink On

ADD :DD RAM Address

B=0 :Blink Off

I/D=1 :Increment

S/C=1 :Display Shift

I/D=0 :Decrement

S/C=0 :Cursor Movement

S=1 :Display Shift

R/L=1 :Right Shift

S=0 :No Display Shift

R/L=0 :Left Shift

D=1 :Display On

DL=1 :8 bit data

D=0 :Display Off

DL=0 :4 bit data

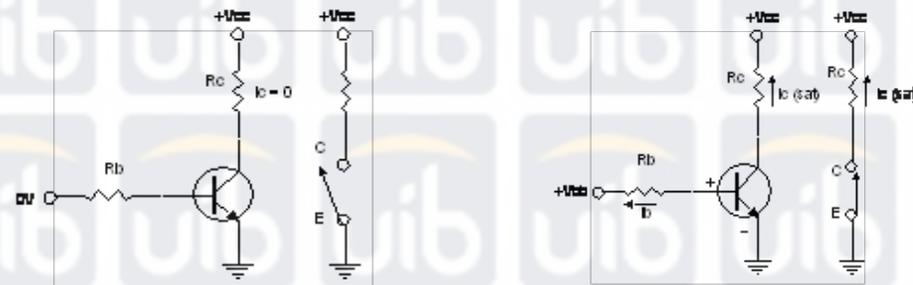
C=1 :Cursor On

C=0 :Cursor Off

2.4 Transistor Sebagai Switch

Transistor adalah komponen semikonduktor yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai logic gate, memori, dan komponen-komponen lainnya.

Gambar 2.2 mengilustrasikan operasi dasar transistor sebagai *switch*. Gambar kiri, transistor dalam daerah *cutoff* (tersumbat) karena *junction* basis – emiter tidak dibias maju. Pada kondisi ini kolektor dan emiter dalam keadaan terbuka, berarti transistor seperti sebuah *switch* yang terbuka. Gambar kanan, transistor dalam daerah saturasi, karena *junction* basis–emiter dan *junction* basis – kolektor dibias maju. Arus basis yang cukup besar mengakibatkan arus kolektor mencapai nilai saturasi. Pada kondisi ini, kolektor dan emiter seperti menjadi terhubung singkat.



Gambar 2.8 Ilustrasi transistor sebagai switch

Sumber: Floyd, “*Electronics Fundamentals: Circuits, Devices and applications*” 5th edition (2001, p.850)

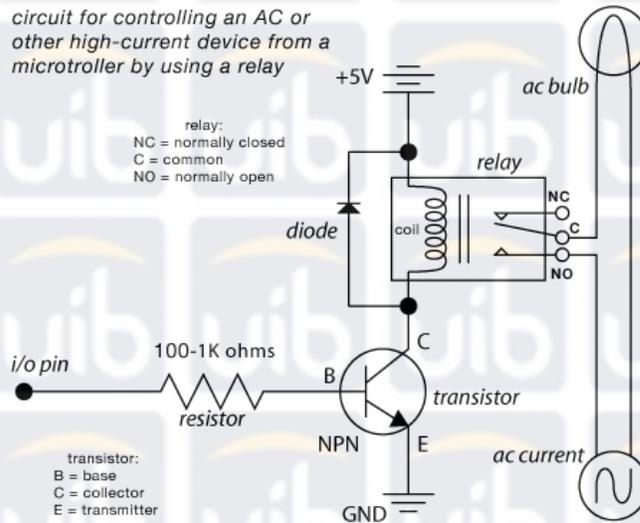
Untuk penggunaan pensaklaran yang tidak membutuhkan kecepatan tinggi dan berarus besar biasanya transistor digandeng dengan relay, sedangkan untuk kecepatan pensaklaran yang tinggi dan arus yang lemah biasanya digunakan transistor jenis FET.

2.5 Relay

Relay adalah komponen elektromekanik yang sering digunakan sebagai saklar. Relay terdiri dari 3 bagian penting, yaitu terminal, coil, dan switch. Komponen ini bekerja saat coil diberi arus, yang kemudian akan menghasilkan suatu bentuk medan magnet. Karena berada pada medan magnet, picu saklar yang terbuat dari besi akan tertarik ke inti besi coil, yang kemudian akan membuat saklar dalam kondisi on.

Relay terbagi atas banyak jenis, dan dibagi menurut banyak terminalnya. Berikut adalah istilah yang sering digunakan dalam relay konvensional, yaitu relay SPST (Single

Pole Single Through), SPDT (Single Pole Double Through), DPST (Double Pole Single Through), DPDT (Double Pole Double Through). Sebagai contoh, relay SPST memiliki 1 terminal Normally Open atau Normally Close dan 1 common, sedangkan DPST relay ini memiliki 2 terminal Normally Open dan Normally Close dan 1 common. Berikut ini adalah ilustrasi relay yang digandeng ke transistor untuk aplikasi lampu AC.



Gambar 2.9 Contoh Skematik Relay

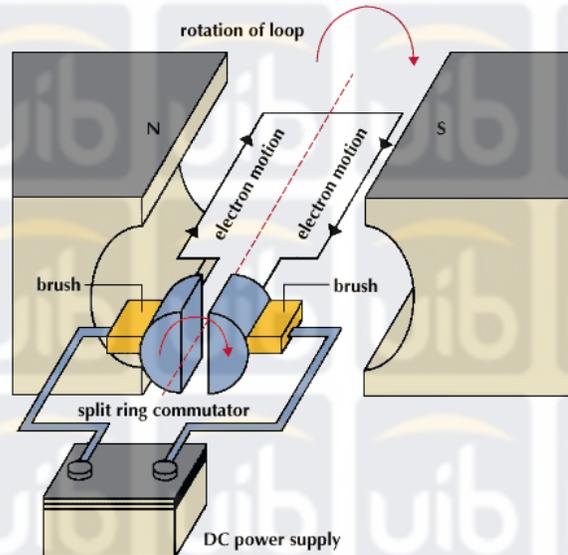
Sumber: <http://interactive.usc.edu/members/phoberman/relayCircuit.gif>

2.6 Motor DC

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum sama. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.

Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ torque untuk memutar kumparan. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran

yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.



Gambar 2.10 Diagram Motor DC

Sumber: <http://student.britannica.com/comptons/art-53254/In-a-DC-motor-electrons-from-the-DC-power-supply>

Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.



Gambar 2.11 Motor DC Tamiya dengan *Planetary Gearbox*

Sumber: <http://www.robotshop.ca/Images/big/en/tamiya-planetary-gear-box.jpg>

2.7 Encoder

Encoder adalah nama alat yang digunakan untuk menterjemahkan suatu bentuk kode untuk mengartikannya kedalam bentuk lain. Contoh enkoder adalah enkoder garis, encoder rotari, dll. Encoder dinamakan berdasarkan bentuk atau spektrum kode yang dibacanya.

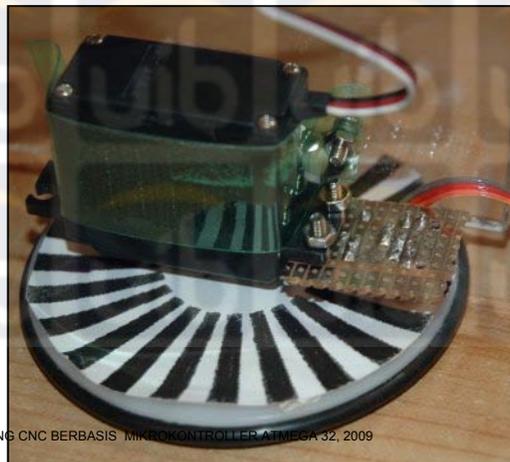
Spektrum enkoder yang umum dijumpai adalah spektrum garis. Encoder ini biasa dikenal dengan encoder garis. Penempatan garis juga dapat menjadi nama encoder. Misalnya garisnya disusun lurus, maka namanya encoder garis linear, sedangkan jika disusun dalam suatu lingkaran, maka namanya menjadi encoder garis rotari.



Gambar 2.12 Encoder

Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_encoder

Garis yang disusun dengan jarak tertentu akan menghasilkan nilai tertentu dalam jarak atau skala ukuran tertentu pula. Kode enkoder biasanya menggunakan garis hitam dan putih. Sepasang garis hitam putih ini diartikan sebagai 1 pulsa. Sebagai contoh, dalam 1 milimeter terdapat 10 pasang garis. Maka artinya resolusi encoder ini adalah 1/10 milimeter. Semakin tinggi resolusi encoder, maka akan dapat menghasilkan perubahan yang sangat halus pula. Hal ini akan sekaligus meningkatkan kepresisian dan akurasi dari suatu mesin yang menggunakan encoder.



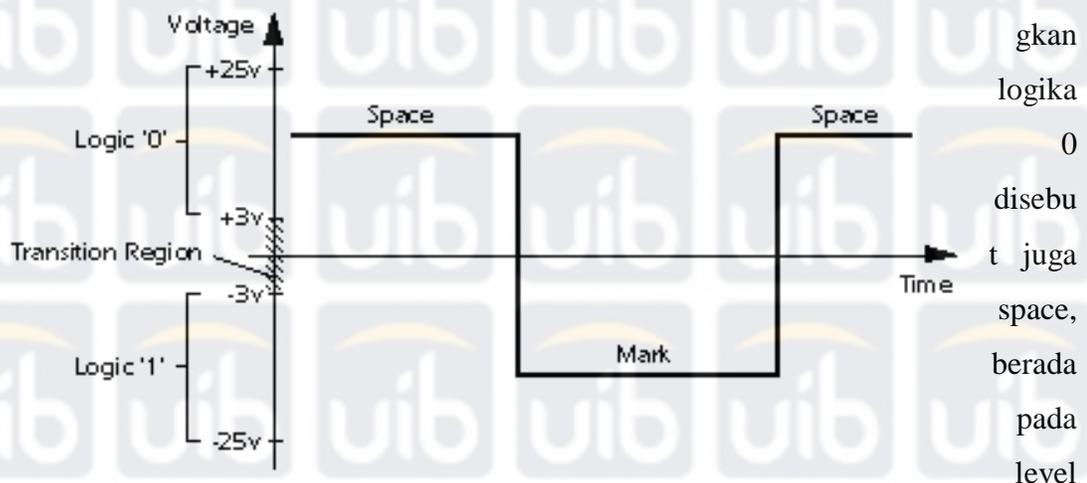
Gambar 2.13 Piringan Encoder

Sumber: <http://www.alanmacek.com/robot/>

2.8 Serial RS-232

Serial RS-232 merupakan suatu protokol interface untuk melakukan transaksi data pada komputer dan industri. Serial adalah suatu bentuk komunikasi dengan metode pengiriman maupun penerimaan data yang dilakukan satu per satu, sebagai contoh kita mengirimkan kata “hello” maka yang akan dikirim pertama kali adalah h dan berakhir di o.

Prinsip kerja pengiriman data serial RS-232 menggunakan level tegangan DC dari -25 V hingga +25 V. logika 1 disebut juga mark, berada pada level -3 hingga -25 V,



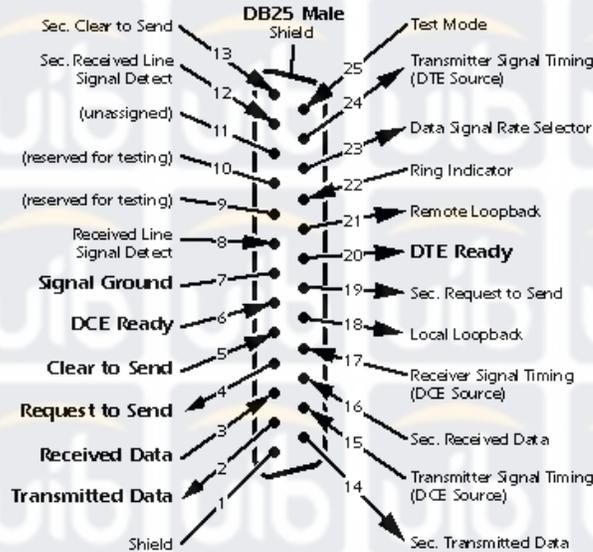
+3 hingga +25V. tegangan antara -3V hingga 3 V adalah level transisi. Dimana tidak terdapat logika 0 ataupun 1, Berikut ilustrasinya,

Gambar 2.14 Level Tegangan RS-232

Sumber: http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html

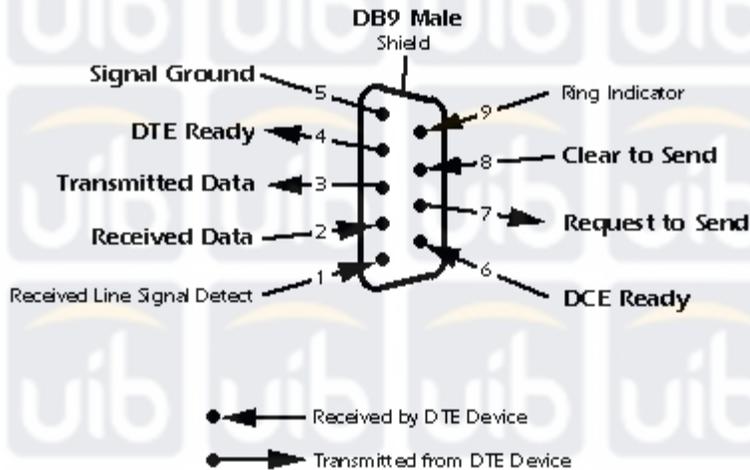
Pengiriman data serial harus melalui serangkaian perangkat perubah tegangan logika sebelum dilewatkan melalui terminal. Format port RS-232 adalah sebagai berikut,

Looking Into the DTE Device Connector



Gambar 2.15 Konfigurasi Pin Konektor DB25

Sumber: http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html



Gambar 2.16 Konfigurasi Pin Konektor DB9

Sumber: http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html

Pada gambar ada disebutkan DTE dan DCE. DTE merupakan kependekan dari *Data Terminating Equipment*, sedangkan DCE adalah *Data communicating equipment*.

DTE merupakan tempat pemrosesan data maupun pengumpulan data berlangsung, biasanya berupa komputer. Sedangkan DCE adalah tempat data dimana data dipakai.