

BAB II

TEORI DASAR

Pada bab ini dibahas tentang definisi proses pemesinan, definisi mesin CNC, mesin router CNC, kegunaan mesin router, konstruksi penggerak pahat pada arah sumbu-x, motor servo AC, *ampilfier* atau driver motor servo, detector (*encoder*), mikrokontroler, *code vision* AVR, dan *visual basic* 6.0.

2.1 Definisi Proses Pemesinan

Proses pemesinan merupakan proses manufaktur yang benda kerjanya dibentuk dengan cara membuang atau menghilangkan sebagian material sehingga menjadi suatu produk yang diinginkan. Proses pemesinan menggunakan mesin perkakas yang digunakan untuk menjalankan perkakas potong atau pahat dalam pemotongan benda kerja. Bagian pahat yang melakukan proses pemotongan adalah mata potong pahat. Untuk melakukan pemotongan pahat bergerak relatif terhadap benda kerja.

Pada proses pemesinan terdapat istilah gerak potong dan gerak makan benda kerja. Gerak potong adalah gerak relative antara perkakas potong atau pahat dengan benda kerja yang searah dengan arah potongan. Gerak makan ialah gerakan yang mengakibatkan pengulangan gerakan pemotongan setiap putaran atau setiap langkah untuk memastikan kelanjutan operasi pemotongan. Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja akan menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang diinginkan.

2.2 Definisi Mesin CNC

Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) adalah salah satu mesin perkakas yang cara pengoperasiannya berdasarkan informasi digital. Informasi digital pada mesin CNC berupa program kode huruf dan angka (program CNC) yang terdapat dalam sistem komputer. Program yang berupa kode huruf dan angka mengontrol pergerakan mesin. Komputer pada mesin CNC digunakan untuk menyimpan data, menambah program, membuat program dan beberapa pekerjaan lainnya.

Mesin CNC dilengkapi dengan berbagai alat potong yang dapat membuat benda kerja secara presisi, dapat melakukan interpolasi yang diarahkan secara numerik (berdasarkan angka). Mesin CNC banyak menggantikan peran operator dalam proses pemesinan yang menggunakan mesin perkakas konvensional. Peran operator pada proses pemesinan

konvensional yang dapat tergantikan misalnya, pekerjaan *setting tool* atau mengatur gerakan pahat pada posisi siap memotong, mengatur gerakan pemotongan, mengatur kembali ke posisi awal, dan pengaturan kecepatan pemotongan.

2.3 Mesin Router CNC

Mesin router adalah mesin yang digunakan untuk membuat profil dan menghias tepian permukaan kayu dengan tujuan untuk memperbaiki tampilan kayu. Profil yang dimaksud adalah guratan dan lekukan memanjang pada tepian kayu. Contoh mesin router CNC dapat dilihat pada gambar 2.1.



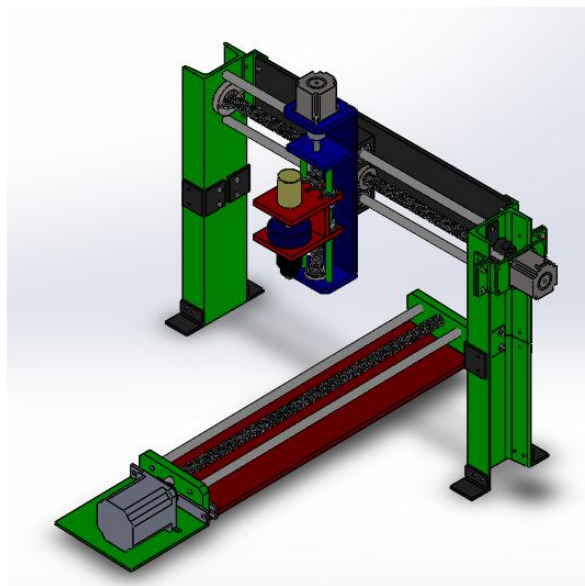
Gambar 2.1 Mesin router CNC

Alat utama yang digunakan pada mesin router adalah pisau yang bentuknya mirip dengan mata bor. Pisau tersebut akan berputar dengan kecepatan tinggi dan akan memakan tepian kayu hingga terbentuk lekukan yang diinginkan. Berdasarkan bentuk dan fungsinya pisau router dibedakan menjadi empat jenis yaitu pisau pembuat alur, pisau pembentuk pinggiran kayu, pisau perata pinggir dan pisau pembuat alur kecil.

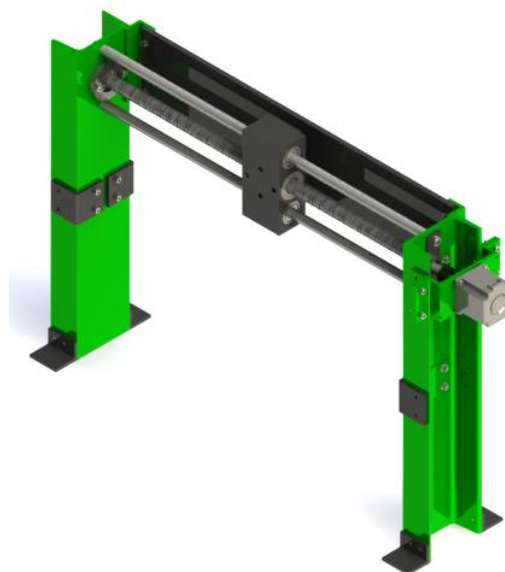
Pisau pembuat alur merupakan pisau yang digunakan untuk membuat bermacam-macam alur dan dapat digunakan untuk membuat sambungan. Pisau pembentuk kayu merupakan pisau yang digunakan untuk membentuk tepian kayu. Pisau perata pinggir merupakan pisau yang digunakan untuk meratakan bagian pinggir kayu. Pisau pembuat alur kecil merupakan pisau yang digunakan untuk membentuk berbagai macam lekukan hias pada tepian kayu.

2.4 Konstruksi Prototype Mesin Router CNC

Konstruksi mesin router CNC yang sudah ada dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu konstruksi tiang (*gantri*), konstruksi penggerak meja dan konstruksi penggerak pahat. Konstruksi mesin yang sudah ada dapat dilihat pada gambar 2.2 Konstruksi tiang (*gantri*) mesin router CNC yang dirancang terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu rangka vertikal, rangka horizontal dan sistem transmisi. Rangka vertikal dan rangka horizontal dibuat dari baja profil C dan pelat baja. Konstruksi rangka horizontal penggerak pahat mesin router CNC arah sumbu-x dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.2 Konstruksi mesin router yang sudah ada



Gambar 2.3 Konstruksi mekanisme penggerak pahat arah sumbu-x

2.5 Kegunaan Mesin Router

Mesin router CNC memiliki 3 fungsi, yaitu untuk memotong (*cutting*), menggrafir (*engraving*) dan memberi marka (*marking*). Mesin router CNC menggunakan mata pisau yang dipasang di kepala motor *spindle* yang dapat bergerak secara otomatis, mata pisau tersebut sebagai alat untuk *cutting*, *engraving* atau *marking*. Mata pisau dapat diganti sesuai dengan kebutuhan, dengan mata pisau yang memiliki berbagai macam jenis yang ada di pasaran. Mata pisau ini dapat mengalami keausan (*tumpul*) atau bahkan patah apabila digunakan melebihi penggunaan wajar. Bila mata pisau sudah *aus*, mata pisau ini dapat diasah sehingga menjadi tajam kembali. Pada pengerjaan material yang berbeda, penggunaan mata pisau juga harus disesuaikan. Misalnya, untuk memotong media kayu, menggunakan mata pisau khusus untuk *cutting* kayu. Mata pisau memiliki beberapa macam tingkat kekerasan, mulai dari jenis *hss*, *carbeid*, dan lain - lain.

Mesin router CNC berbeda dengan mesin laser yang hanya menggunakan 2 axis motor penggerak. Mesin router CNC ini memiliki pergerakan 3 axis (maju - mundur, kiri-kanan, naik-turun), sehingga lebih unggul dibandingkan mesin laser *cutting*. Dengan pergerakan motor 3 axis, mesin router CNC mampu menggrafir secara 3 dimensi, dimana mata pisau dapat bergerak maju mundur, kiri kanan, naik turun dengan lincah seperti tukang pahat profesional. Hasil ukiran mesin router CNC ini sangat presisi, dengan tingkat kedalaman pahat yang dapat diatur sesuai dengan gambar kerja. Beberapa contoh hasil ukiran mesin router CNC dapat dilihat pada gambar 2.4.

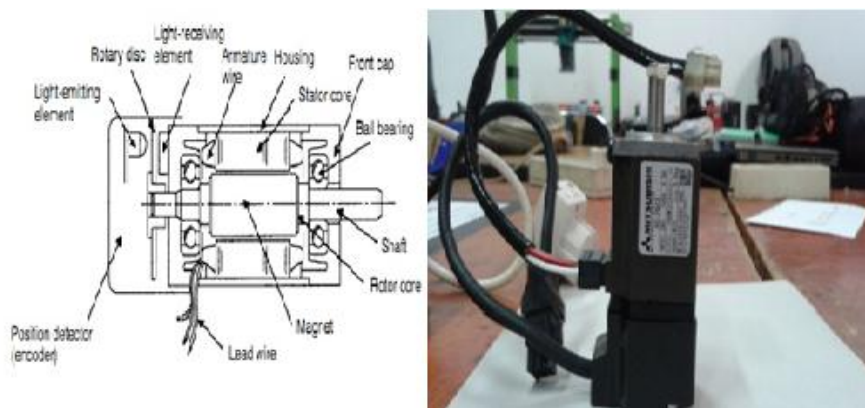


Gambar 2.4 Hasil ukiran mesin router CNC

2.6 Motor Servo AC

Motor servo AC adalah motor listrik yang dilengkapi dengan encoder dan pengendali sehingga motor tersebut dapat diatur kecepatan putar maupun sudut putarnya. Sistem servo merupakan sistem yang mampu menggerakkan suatu objek pada kecepatan tertentu dan memposisikannya pada posisi yang telah ditentukan.

Motor sinkron magnet permanen merupakan salah satu type motor servo ac yang memiliki performansi terbaik dibandingkan type motor servo lainnya. Selain efisiensi yang sangat tinggi dan torsi yang besar, motor ini juga memiliki kerapatan yang besar. Oleh karena itu, motor ini banyak dipakai dalam industri robot, *aerospace actuator* dan penggerak listrik lainnya. Skema dan bentuk motor servo ac dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Skematis dan bentuk motor servo AC

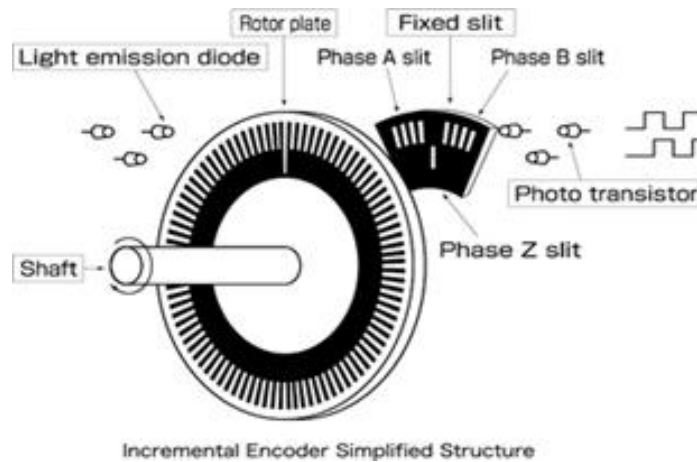
2.7 Amplifier atau Driver Motor Servo

Amplifier atau *driver* motor servo adalah alat yang berfungsi sebagai penguat dan pengelolah sinyal *error* untuk mengkoreksi perbedaan antara sinyal input (referensi) dengan sinyal unpan balik (*feedback*) sehingga menghasilkan output yang diharapkan. *Amplifier* atau *driver* motor servo terdiri dari komparator yang mengelolah sinyal *error* dan power *amplifier* yang menguatkan sinyal agar power *amplifier* mampu menggerakkan motor servo ac. Contoh *Amplifier* atau *driver* motor servo dapat dilihat pada gambar 2.7.

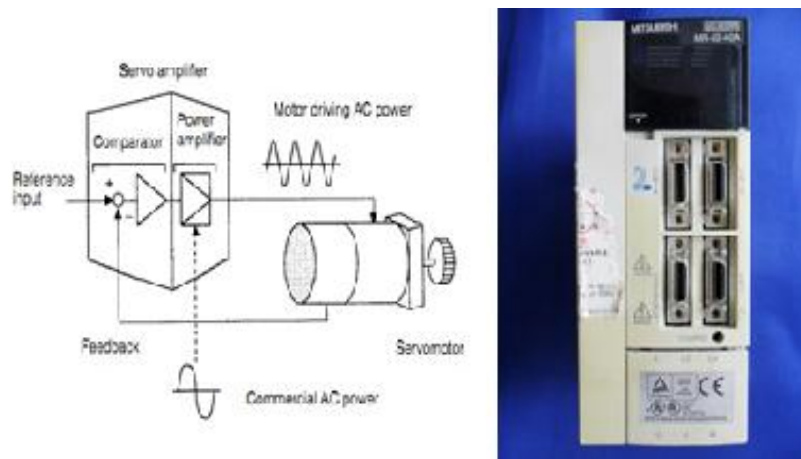
2.8 Detector (Encoder)

Encoder merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur jumlah putaran poros motor. Konstruksi encoder dapat dilihat pada gambar 2.6. Pada poros encoder diletakkan piringan. Pada bagian tepi piringan dibuat beberapa celah dengan jarak yang seragam. Pada bagian kiri piringan diletakkan LED (Light Emission Diode), pada bagian kanan diletakkan photo transistor. Bila cahaya dari LED tidak terhalang oleh piringan (berkas sinar melewati celah) maka photo transistor bernilai high. Bila cahaya dari LED terhalang oleh piringan

(berkas sinar melewati celah) maka photo transistor bernilai low. Jumlah perubahan kondisi dari high ke low atau sebaliknya mencerminkan jumlah putaran poros motor.



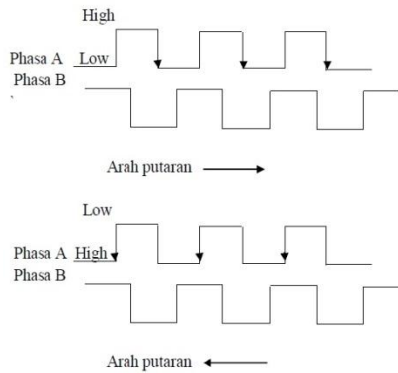
Gambar 2.6 Konstruksi encoder



Gambar 2.7 Amplifier atau driver motor servo ac

Dari gambar 2.6 dapat dilihat bahwa pada konstruksi encoder terdapat fixed slit (celah tetap) yang terbagi menjadi 3 fasa, yaitu : fasa A, fasa B, dan fasa Z. Fasa A & B digunakan untuk menunjukkan kecermatan encoder sementara fasa Z digunakan untuk menyatakan satu pulse untuk satu putaran. Jumlah putaran dihitung berdasarkan sinyal di output A/B. Bentuk konstruksi sinyal pada kaki output A dan B dapat dilihat pada gambar 2.8.

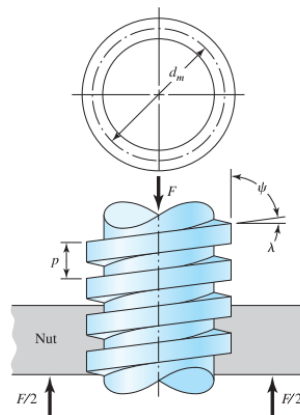
Gambar 2.8 menunjukkan gelombang yang ada pada encoder. Selisih antara gelombang A dan B adalah $(1/4)$ dari panjang gelombang. Kaki A digunakan untuk mengukur jumlah putaran sementara kaki B digunakan untuk menentukan arah putaran poros. Sebagai contoh : bila arah putaran ke kanan, ketika terjadi perubahan kondisi pada kaki A dari high ke low kondisi kaki B bernilai low. Bila arah putaran ke kiri, maka ketika terjadi perubahan pada kaki A dari high ke low kondisi kaki B bernilai high.



Gambar 2.8 Konstruksi sinyal pada kaki output A dan B

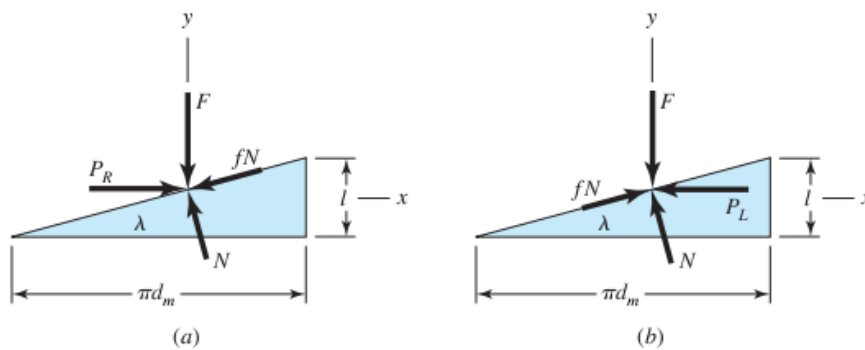
2.9 Torsi Ulir Daya

Perhitungan torsi ulir daya dilakukan untuk mendapatkan nilai torsi motor penggerak yang diperlukan untuk memutar poros penggerak pahat. Pada gambar 2.9 ditunjukkan ulir daya yang berfungsi untuk mengangkat atau menurunkan beban.



Gambar 2.9 Ulir Daya

Pada gambar 2.9 ditunjukkan potongan ulir. Gambar 2.10 (a) menunjukkan diagram benda bebas saat ulir daya digunakan untuk mengangkat beban, dan gambar 2.10 (b) menunjukkan diagram benda bebas saat ulir daya digunakan untuk menurunkan beban.



Gambar 2.10 Potongan Ulir : (a) mendorong beban, (b) menarik beban

Dengan menggunakan prinsip kesetimbangan gaya-gaya dalam arah x dan arah y didapat persamaan 2.1. Persamaan 2.1 (a) merupakan persamaan gaya yang digunakan untuk mengangkat beban. Persamaan 2.1 (b) merupakan persamaan gaya yang digunakan untuk menurunkan beban.

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= P_R - N \sin \lambda - fN \cos \lambda = 0 \\ \Sigma F_y &= -F - fN \sin \lambda + N \cos \lambda = 0\end{aligned}\quad \text{(persamaan 2.1 a)}$$

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= -P_L - N \sin \lambda + fN \cos \lambda = 0 \\ \Sigma F_y &= -F + fN \sin \lambda + N \cos \lambda = 0\end{aligned}\quad \text{(persamaan 2.1 b)}$$

Keterangan :

P_R, P_L = gaya yang bekerja untuk memindahkan beban (N)

fN = gaya friksi (N)

N = gaya normal (N)

Dari persamaan 2.1 (a), dapat diperoleh persamaan 2.2 (a) dan persamaan 2.2 (b).

$$P_R = N(\sin \lambda + f \cos \lambda) \quad \text{(persamaan 2.2 a)}$$

$$-F = fN \sin \lambda - N \cos \lambda$$

$$N = \frac{F}{\cos \lambda - f \sin \lambda} \quad \text{(persamaan 2.2 b)}$$

Jika persamaan 2.2 (b) dimasukkan ke persamaan 2.2 (a), maka dapat diperoleh persamaan 2.3. Persamaan 2.3 merupakan persamaan untuk menghitung gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban.

$$P_R = \frac{F(\sin \lambda + f \cos \lambda)}{\cos \lambda - f \sin \lambda} \quad \text{(persamaan 2.3)}$$

Dari persamaan 2.1 (b) dapat diperoleh persamaan 2.4 (a) dan persamaan 2.4 (b)

$$P_L = N(f \cos \lambda - \sin \lambda) \quad \text{(persamaan 2.4 a)}$$

$$F = fN \sin \lambda + N \cos \lambda$$

$$N = \frac{F}{\cos \lambda + f \sin \lambda} \quad \text{(persamaan 2.4 b)}$$

Jika persamaan 2.4 (b) dimasukkan ke persamaan 2.4 (a), maka dapat diperoleh persamaan 2.5. Persamaan 2.5 merupakan persamaan untuk menghitung gaya yang diperlukan untuk menurunkan beban.

$$P_L = \frac{F(f \cos \lambda - \sin \lambda)}{\cos \lambda + f \sin \lambda} \quad (\text{persamaan 2.5})$$

Kemiringan bidang miring terhadap bidang horizontal disebut dengan *lead angel* (λ). *Lead angel* dapat dicari menggunakan persamaan 2.6

$$\lambda = l/\pi d_m \quad (\text{persamaan 2.6})$$

Torsi yang diperlukan untuk mengangkat beban (P_R) dan menurunkan beban (P_L) dapat dicari menggunakan persamaan 2.7. Persamaan 2.7(a) digunakan untuk menghitung torsi untuk menaikkan beban dan persamaan 2.7 (b) digunakan untuk menghitung torsi untuk menurunkan beban.

$$T_R = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{\sin \lambda + f \cos \lambda}{\cos \lambda - f \sin \lambda} \right) \quad (\text{persamaan 2.7 a})$$

$$T_L = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{f \cos \lambda - \sin \lambda}{\cos \lambda + f \sin \lambda} \right) \quad (\text{persamaan 2.7 b})$$

2.10 Microcontroller

Microcontroller merupakan perangkat elektronika yang didalamnya terdapat rangkaian kontrol, mikroprosesor, memori, dan *input* atau *output*. Mikrokontroler dapat disebut sebagai sebuah piranti elektronik berupa integrated circuit (IC) yang memiliki kemampuan memanipulasi data berdasarkan instruksi program yang dibuat. *Mikrokontroler* dapat diprogram menggunakan berbagai macam bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman yang biasa digunakan untuk memprogram *mikrokontroler* diantaranya adalah bahasa *assembler*, bahasa C, bahasa *basic* dan lain-lain.

Mikrokontroler biasanya digunakan untuk mengendalikan suatu proses secara otomatis seperti sistem kontrol mesin, remot kontrol, kontrol alat berat, kontrol robot dan lain-lain. Dengan menggunakan *mikrokontroler* sistem kontrol akan menjadi lebih ringkas, lebih mudah dan lebih ekonomis.

Salah satu jenis *mikrokontroler* yang banyak digunakan untuk aplikasi kontrol adalah *ATMega 8535*. *ATMega 8535* merupakan salah satu *mikrokontroler* keluaran *Atmel*. *Atmel* adalah salah satu vendor yang bergerak dibidang *mikroelektrika*. *ATMega 8535* memiliki

beberapa fitur yang dapat digunakan untuk aplikasi kontrol. Skema dan bentuk mikrokontroler ATmega 8535 dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Skematis dan Bentuk Mikrokontroler Atmega8535

2.11 Code vision AVR

Code vision AVR adalah software yang biasa digunakan untuk membuat code program pada mikrokontroler. Kebanyakan user yang akan memprogram suatu IC mikrokontroler menggunakan software ini. Tampilan dasar dari CodeVisionAVR dapat dilihat pada gambar 2.12.

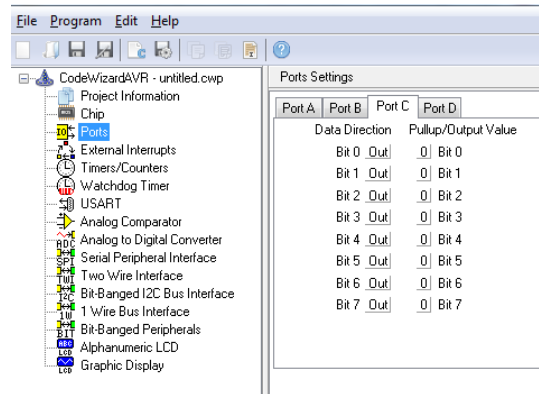


Gambar 2.12 Tampilan Dasar Code Vision AVR

2.11.1. Fasilitas Input atau Output

Fasilitas input atau output merupakan fungsi mikrokontroler untuk dapat menerima sinyal masukan (input) dan memberikan sinyal keluaran (output). Sinyal Input maupun sinyal output berupa digital 1 (high) yang mewakili tegangan 5 volt dan data digital 0 (low) yang mewakili tegangan 0 volt. Mikrokontroler ATmega 8535 memiliki 4 buah port 8 bit yang dapat difungsikan sebagai port input maupun sebagai port output. Port-port tersebut adalah port A, port B, port C, dan port D.

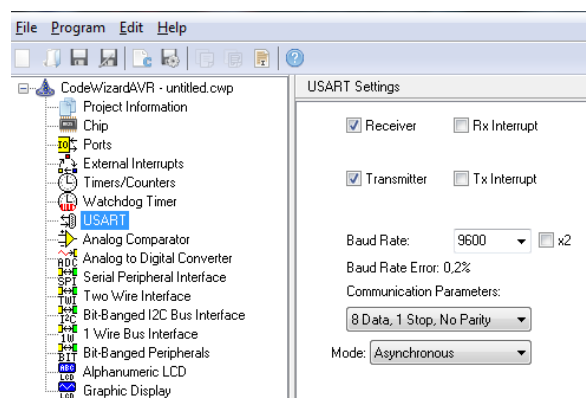
Setiap port pada mikrokontroler mempunyai tiga buah register byt, yaitu $DDRx.n$, $PORTx.n$, dan $PINx.n$. Huruf x mewakili nama port, sedangkan n mewakili nama byt. Byt $DDRx.n$ memiliki *I/O address* $PORTx$ sedangkan byt $PINx.n$ memiliki *I/O address* $PINx$. Register $PORTx.n$ digunakan untuk memberi nilai keluaran *high/low* (pada saat difungsikan sebagai *output*). Tampilan pengaturan port pada mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13 Tampilan pengaturan port (*input* atau *output*)

2.11.2. *USART*

Fasilitas *USART* merupakan fungsi mikrokontroler untuk dapat melakukan komunikasi serial antara mikrokontroler dengan komputer. Komunikasi serial dilakukan untuk mengirim data baik dari mikrokontroler menuju komputer, maupun mengirim data dari komputer menuju mikrokontroler. Tampilan pengaturan *USART* pada *Code Vision AVR* dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Tampilan pengaturan *usart*

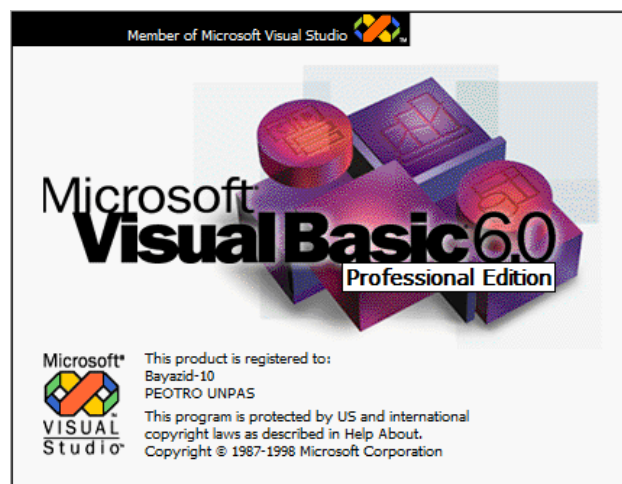
2.12 *Visual Basic*

Visual Basic 6.0 adalah suatu program aplikasi yang mempermudah programmer untuk membuat suatu program dengan cepat dan lebih mudah diakses oleh kalangan non-programmer dengan meminjam bahasa *Object Oriented Project* (OOP) serta mempraktikkan

secara grafis dan visual. *Visual Basic* terkadang disebut *Rapid Application Development* (RAD) karena memungkinkan programmer membuat aplikasi prototype dengan cepat. RAD adalah model proses pembangunan perangkat lunak yang tergolong dalam teknik *incremental* (bertingkat). *Visual basic* adalah bahasa pemrograman berorientasi objek yang berbasis *Windows* dari *Microsoft* yang mengizinkan pengguna mengembangkan aplikasi *Windows* dan *Office* yaitu dengan :

1. Membuat tombol perintah, kotak *text*, jendela dan *toolbar*.
2. Selanjutnya akan di-link ke program *basic* untuk melakukan tindakan tertentu.

Visual Basic merupakan *even-driven*, artinya program menunggu pengguna melakukan sesuatu “event”, seperti klik pada ikon, dan kemudian program akan merespon. Tampilan dasar *visual basic 6.0* dapat dilihat pada gambar 2.15.

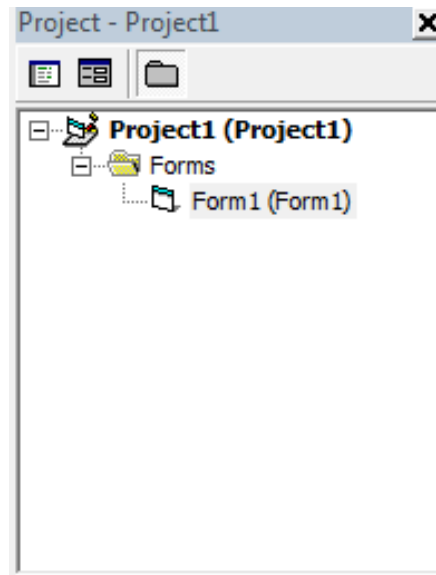


Gambar 2.15 Tampilan awal *Visual Basic 6.0*

2.12.1 *Project*

Project adalah sekumpulan modul yang didalamnya terdapat *form* beserta kodenya. *Project* dapat disimpan dalam file berformat *.vbf*. File ini akan menyimpan keseluruhan komponen program termasuk pilihan *project*, pilihan *environment*, dan pilihan file *exe*. Pada jendela *project* terdapat tiga *icon*, yaitu *icon view code*, *icon view object*, dan *icon toggle folder*.

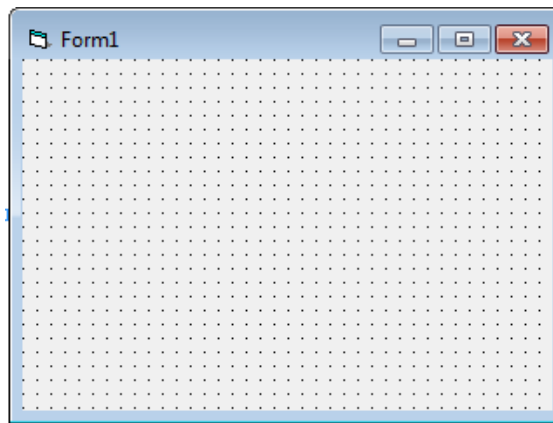
Icon view code digunakan untuk menampilkan jendela editor kode program, *icon view object* digunakan untuk menampilkan bentuk *form*, dan *icon toggle folder* digunakan untuk menampilkan *folder* atau tempat penyimpanan folder. Tampilan *project* pada program *visual basic 6.0* dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Bentuk *project* pada *Visual Basic 6.0*

2.12.2 *Form*

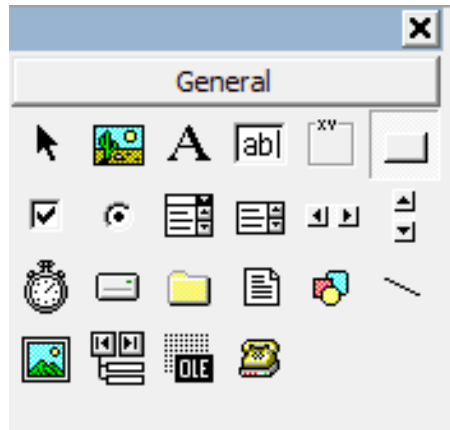
Form adalah objek yang digunakan sebagai tempat perancangan program. Biasanya pada *form* terdapat garis titik-titik yang disebut *grid*. *Grid* sangat berguna untuk membantu pengaturan tata letak objek yang dimasukkan ke dalam *form*, karena gerakan menunjuk *mouse* akan sesuai (tepat) pada titik-titik *grid*. Bentuk *form* pada *visual basic 6.0* dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Bentuk *form* pada *visual basic 6.0*

2.12.3 *Toolbox*

Toolbox adalah kotak alat berisi *icon-icon* tertentu yang akan dimasukkan ke dalam jendela *form*. *Toolbox* dapat dimodifikasi misalnya menambah *icon* dengan cara *toolbox* diklik kanan, kemudian *componen* atau *add tab* dipilih. Beberapa objek yang biasa digunakan adalah *Textbox*, *CommandButton*, *Listbox*, *MSCommonDialog*, dan *MSComm*. Tampilan pada *toolbox* dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Komponen *toolbox*

2.12.4 *Textbox*

Textbox merupakan *objek visual basic* yang dapat digunakan untuk memasukkan nilai yang diperlukan oleh suatu aplikasi program. *Textbox* dapat menampilkan hasil perhitungan maupun nilai suatu pengukuran.

2.12.5 *CommandButton*

CommandButton merupakan objek yang dapat digunakan untuk mengeksekusi perintah tertentu. *CommandButton* hampir selalu muncul pada semua aplikasi. Bentuk *CommandButton* tampak seperti segi empat dengan *text* di atasnya.

2.12.6 *Listbox*

Listbox merupakan objek *visual basic* yang dapat digunakan untuk menampilkan hasil nilai setelah melakukan eksekusi program atau pada saat program berlangsung (seperti *textbox*).

2.12.7 *MSComm*

MSComm merupakan objek yang dapat digunakan untuk melakukan komunikasi *serial*. Objek ini disimbolkan dengan gambar telepon. Agar dapat melakukan komunikasi *serial*, beberapa properti objek *MSComm* perlu diubah. Beberapa properti tersebut adalah :

- *CommPort*, properti ini diisi dengan jalur komunikasi *serial* yang akan digunakan,
- *RTreshold*, properti ini diisi harga satu (1),
- *SRhreshold*, properti ini diisi harga satu (1), dan
- *Setting*, properti ini diisi sesuai dengan kecepatan pengiriman data dan jenis komunikasi *serial* yang dipilih.

Penerimaan data secara *serial* dilakukan dengan cara memindahkan karakter yang ada pada properti *input* ke memori. *Sintaks* penulisan perintah penerimaan data secara *serial* adalah *buffer = MScmm1.input*.

Pengiriman data secara *serial* dilakukan dengan cara mengisi properti *output* dengan karakter yang dikirim. *Sintaks* penulisan perintah pengiriman data secara *serial* adalah *MScmm1.Output = chr (angka)*.

Ketika komputer selesai mengirim atau menerima data secara *serial*, program akan secara otomatis mengeksekusi *MScmm1.OnComm*. Bila komputer selesai menerima data, maka harga properti *CommEvant = CommEvReceive*. Bila komputer selesai menerima data, maka harga properti *CommEvant = CommEvSend*.