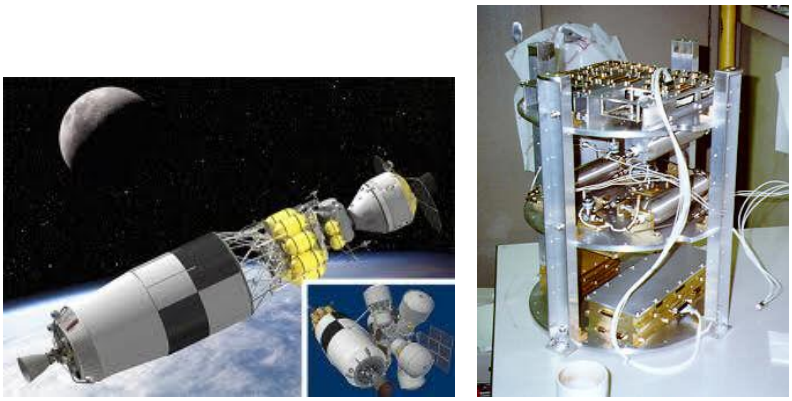
BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian dan Sejarah Payload

Payload merupakan muatan dari sebuah roket yang dapat memberikan keuntungan kepada penggunanya. Di Indonesia *payload* sering digunakan oleh instansi pemerintah yaitu LAPAN. Salah satu *payload* yang pernah diuji terbang oleh instansi pemerintah adalah *payload* misi komunikasi radio amatir pada tahun 1982. Pada tahun 1996 Indonesia menguji terbang konsentrator antariksa *(digipeater).* Konsentrator antariksa (konsensa) pada dasarnya merupakan komputer yang berfungsi sebagai *flying mail box* dan *router* untuk komunikasi dengan *mode store and forward*. *Payload* ini dibuat sebagai jalan keluar dari jaringan-jaringan komunikasi yang sudah mulai macet diperiode ini.

Pada tahun 2001 Indonesia mengembangakan model *engineering* satelit Lapsat. Model *payload* ini dirancang untuk dapat memenuhi persyaratan operasi seperti setiap subsistem harus terintegrasi, pengoperasian catu daya, muatan komunikasi data digital dan telemetri harus dapat dikendalikan sepenuhnya dari *onboard* komputer.

Salah satu contoh gambar *payload* roket adalah sebagai berikut:



Gambar II.1. Payload

2.2 Metode Transmisi

Dalam mentransmisikan data terdapat tiga macam metode transmisi data, yaitu :

2.2.1 Simplex

a. Sinyal ditransmisi dalam satu arah
b. Stasiun yang satu bertindak sebagai pengirim (*transmitter*) dan yang lain sebagai penerima (*receiver*), tugasnya adalah tetap.
c. Jarang digunakan untuk sistem komunikasi data



2.2.2 Half duplex

a. Sinyal ditransmisikan ke dua arah secara bergantian

b. Kedua stasiun dapat melakukan transmisi tetapi hanya sekali dalam suatu waktu

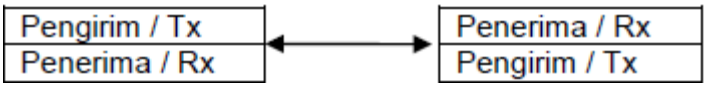
c. Terdapat "*turn around time*" (waktu untuk mengubah arah)



2.2.3 Full duplex

a. Sinyal ditransmisikan ke dua arah secara bersamaan

b. Dua arah pada waktu yang sama



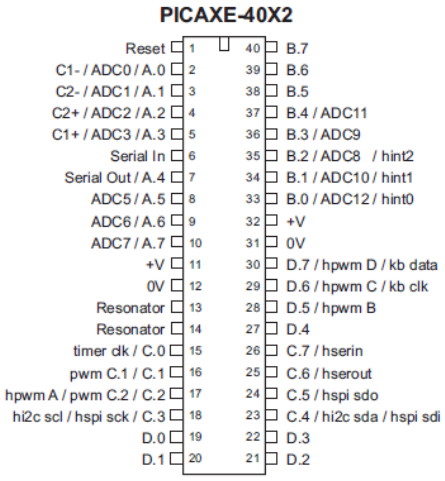
2.3 Perangkat Keras

Dalam perancangan *payload* ini menggunakan beberapa perangkat keras untuk mendukung kerjanya. Adapun perangkat keras yang dipakai adalah sebagai berikut:

2.3.1 Mikrokontroler PICAXE-40X2

Mikrokontroler PICAXE-40X2 merupakan mikrokontroler yang memiliki karakteristik sistem yang unik pada saat ini. Mikrokontroler ini dapat diprogram berulang-ulang sampai 100.000 kali. Mikrokontroler PICAXE-40X2 dapat diprogram menggunakan bahasa *basic* dan *flowchart*, sehingga dapat memudahkan penggunaan mikrokontroler ini. Program yang di-*download* ke mikrokontroler akan disimpan di *flash* memori. *Flash* memori ini dapat ditulis ulang sampai 100.000 kali. Program yang tersimpan di memori tidak akan hilang ketika sumber daya diputus, sehingga program akan kembali berjalan ketika sumber daya disambungkan kembali.

Konfigurasi dari mikrokontroler PICAXE-40X2 adalah sebagai berikut:



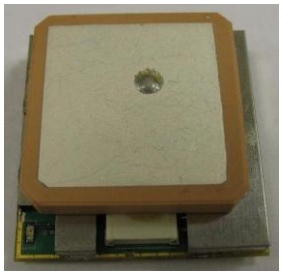
Gambar II.2. Konfigurasi pin PICAXE-40X2

Tabel II.1. Tabel konfigurasi pin PICAXE-40X2

Pin	Nama	Keterangan
1	Reset	Untuk me-*reset* mikrokontroler
2-5, 8-10	ADC 0-7	Sebagai masukan analog
6-7	Serial	Untuk serial *input* dan *output* data serial
11, 32	+5V	Tegangan 5V
12, 31	0V	Tegangan 0V atau *ground*
13, 14	Resonator	Untuk memasang Kristal eksternal
15-18, 23-26	C0-C7	Sebagai pin I/O
19-22, 27-30	D0-D7	Sebagai pin I/O
33-40	B0-B7	Sebagai pin I/O

Dari tabel di atas ada beberapa dari pin I/O yang bisa difungsikan untuk *input* atau *output* data serial, pengaturan PWM dan lain-lain.

2.3.2 Modul GPS



Gambar II.3. GPS EM-411

2.3.2.1 Pengertian GPS

GPS adalah singkatan dari *Global Positioning System* yang merupakan sistem untuk menentukan posisi dan navigasi secara global dengan menggunakan satelit. Sistem ini pertama kali dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika yang digunakan untuk kepentingan militer maupun sipil (survey dan pemetaan).

Sistem GPS yang nama aslinya adalah NAVSTAR GPS (*Navigation Satelit Timming and Ranging Global Positioning system*), mempunyai tiga segmen yaitu:

satelit, pengontrol dan penerima/pengguna. Satelit GPS yang mengorbit bumi, dengan orbit dan kedudukan yang tetap, seluruhnya berjumlah 24 buah dimana 21 buah aktif bekerja dan 3 buah sisanya adalah cadangan.

2.3.2.2 Penentuan Posisi Dengan GPS

Pada dasarnya penentuan posisi dengan GPS adalah pengukuran jarak secara bersama-sama ke beberapa satelit (yang koordinatnya telah diketahui) sekaligus. Untuk menentukan suatu titik di bumi, *receiver* setidaknya membutuhkan 4 satelit yang sinyalnya dapat ditangkap dengan baik. Secara *default* posisi atau koordinat yang diperoleh mengacu ke global datum yaitu *World Geodetic System*.

Secara garis besar penentuan posisi dengan GPS ini dibagi menjadi dua metode yaitu metode absolut dan metode relatif.

a. Metode absolut atau juga dikenal sebagai *point positioning*, menentukan posisi hanya berdasarkan pada 1 pesawat penerima (*receiver*) saja. Ketelitian posisi dalam beberapa meter (tidak berketelitian tinggi) dan umumnya hanya diperuntukan bagi keperluan navigasi.
b. Metode relatif atau sering disebut *differential positioning*, menentukan posisi dengan menggunakan lebih dari sebuah *receiver*. Satu GPS dipasang pada lokasi tertentu di muka bumi dan secara terus menerus menerima sinyal dari satelit dalam jangka waktu tertentu dijadikan sebagai acuan bagi yang lainnya. Metode ini menghasilkan posisi dengan ketelitian tinggi dan diaplikasikan untuk keperluan survey geodesi ataupun pemetaan yang memerlukan ketelitian tinggi.

2.3.2.3 Sistem Koordinat GPS

Pengenalan tentang sistem koordinat sangat penting agar dapat menggunakan GPS secara optimum. Setidaknya ada dua klasifikasi tentang sistem

koordinat yang dipakai oleh GPS maupun pemetaan yaitu: sistem koordinat global yang biasa disebut sebagai koordinat geografi dan sistem koordinat di dalam proyeksi.

a. Koordinat geografi diukur dalam lintang dan bujur dalam besaran derajat desimal, derajat menit desimal, atau derajat menit detik. Lintang diukur terhadap equator sebagai titik nol (00 sampai 900 positif kearah utara dan 00 sampai 900 negatif kearah selatan). Bujur diukur berdasarkan titik nol di Greenwich (00 sampai 1800 ke arah timur dan 00 sampai 1800 kearah barat).
b. Koordinat dibidang proyeksi merupakan koordinat yang dipakai pada sistem proyeksi tertentu. Umumnya berkaitan erat dengan sistem proyeksinya, walaupun adakalanya koordinat geografi digunakan dalam bidang proyeksi. Beberapa sistem proyeksi yang lazim digunakan di Indonesia diantaranya adalah proyeksi merkator, *transverse merkator universal transverse merkator*, kerucut konformal. Masing-masing sistem tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, dan pemilihan proyeksi umumnya didasarkan pada tujuan peta yang akan dibuat. Dari beberapa sistem proyeksi tersebut, proyeksi *transverse merkator* dan *universal transverse merkator*-lah yang banyak digunakan di Indonesia.

Berbicara mengenai sistem koordinat dalam bidang proyeksi tidak dapat terlepas dari datum yang digunakan. Ada dua macam datum yang umum digunakan dalam perpetaan yaitu datum horizontal dan datum vertikal. Datum horizontal dipakai untuk menentukan koordinat peta (X,Y), sedangkan datum vertikal untuk menentukan elevasi (peta topografi) ataupun kedalaman (peta bimetri). Perhitungan dilakukan dengan transformasi matematis tertentu.

2.3.2.4 Protokol NMEA 0183

Protokol NMEA 0183 (*National Marine Electronics Association*) merupakan suatu badan yang menerbitkan spesifikasi yang mendeskripsikan

berbagai perlengkapan navigasi agar dapat berkomunikasi satu sama lain melalui koneksi serial RS-232 atau emusinya (misalnya USB *port*). NMEA menggunakan file data ASCII dalam pentransmisian sistem informasi GPS dari *receiver* ke *hardware* yang berfungsi sebagai *input* dari posisi dan merupakan *realtime* untuk navigasi dibidang kelautan. Salah satu aplikasi protokol ini adalah pada komunikasi data GPS.

Parameter yang digunakan oleh protokol ini adalah sebagai berikut :

a. Baudrate : 4800
b. Jumlah data : 8 bit
c. Stop bit : 1
d. Parity : None

2.3.2.5 Format Data GPS

Secara periodik GPS menerima data dari satelit dan mengirimkannya ke bagian keluaran dengan format data yang beragam. Setiap data yang dikirimkan oleh GPS mengacu pada standar NMEA 0183. NMEA 0183 adalah standar kalimat laporan yang dikeluarkan oleh GPS *receiver*, standar NMEA memiliki banyak jenis bentuk kalimat laporan diantaranya yang paling penting adalah koordinat lintang (*latitude*), bujur (*longitude*), ketinggian (*altitude*), waktu sekarang standar UTC (UTC *Time*) dan kecepatan (*speed over ground*).

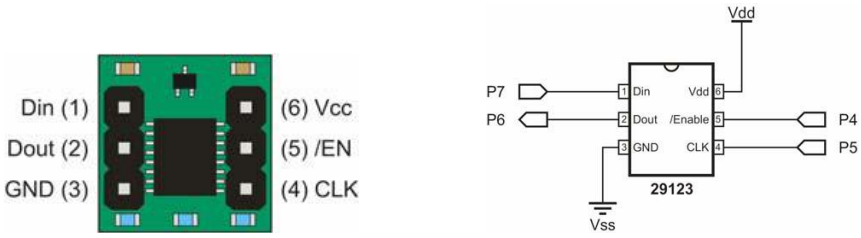
Berikut ini adalah jenis kalimat NMEA 0183:

a. $GPGGA (*Global Positioning System Fixed Data*)
b. $GPGLL (*Geographic –Latitude/Longitude*)
c. $GPGSA (*GNSS DOP and Aktive Satelites*)
d. $GPGSV (*GNSS Satelite In View*)
e. $GPRMC (*Recommended Minimum Specific GNSS Data*)
f. $GPVTG (*Course Over Ground and Ground Speed*)

Setiap data diawali dengan karakter “$” dan diakhiri dengan <CR><LF>. Pada prakteknya tidak semua data dengan *header* ini diambil, hanya yang menyangkut waktu, garis lintang dan garis bujur untuk posisi pengguna.

2.3.3 Sensor Kompas HM55B

Kompas adalah alat yang menunjukan arah mata angin, yaitu utara, selatan, barat, dan timur. Kompas hitachi HM55B merupakan salah satu kompas digital yang dikembangkan oleh parallax yang mempunyai keluaran digital sebanyak 2 axis yaitu axis X dan axis Y. Kompas ini memeiliki regulator internal yang mengubah tegangan menjadi 3V dan itu merupakan daerah kerja kompas ini. Pada saat program dijalankan, kecepatan sensitivitas 30-40 ms. Dengan mikrokontroler memudahkan menampilkan arah dalam format 360^0. Berikut ini adalah tampilan dan konfigurasi pin kompas hitachi HM55B.



(a) (b)

Gambar II.4. (a) bentuk fisik kompas HM55B (b) konfigurasi pin kompas HM55B

2.3.4 Motor DC Brushless dan ESC (*Electronic Speed Control*)

2.3.4.1 Motor DC Brushless

Perancangan *autonomous payload* ini dilengkapi dengan sistem aktuator sebagai pengendali arah gerak *payload*. Aktuator dari *payload* terdiri dari tiga buah *motor brushless* yang dilengkapi *propeler* sebagai pendorongnya. *Motor DC brushless* berbeda dengan motor DC biasa, karena *motor DC brushless* tidak memiliki sikat pada bagian rotornya. Selain itu *motor DC brushless* memiliki torsi

yang cukup besar dibandingkan dengan motor DC biasa. *Motor DC brushless* pada *payload* digunakan sebagai navigasi *payload* untuk bergerak.



Gambar II.5. Motor DC Brushless

2.3.4.2 ESC (Electronic Speed Control)

Motor brushless memiliki sebuah ESC (*Elektronic Speed Control)* yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor, selain itu juga berfungsi untuk menaikan jumlah arus yang diperlukan oleh motor. Kecepatan untuk motor yang keluar dari ESC diatur melalui pulsa dari mikrokontroler.



Gambar II.6. ESC (Electronic Speed Control)

2.3.5 Catu Daya

Catu daya yang digunakan adalah baterai lipo. Baterai ini mamiliki arus yang cukup besar dan dayanya cukup untuk mencatu mikrokontroler dan komponen lain yang digunakan. Baterai ini memiliki daya sebesar 11,1V dan arus sebesar 1800mA. Baterai lipo ini memiliki ketahanan pemakaian selama 10 menit, tidak boleh terpasang dengan motor maupun komponen lain selama lebih dari 10 jam dan harus segera di-*charger* sebelum batas minimal dari voltase baterai itu sendiri. Berikut ini gambar dari baterai yang digunakan.



Gambar II.7. Baterai Lipo (Lithium Polymer)

2.3.6 Propeller

Propeller merupakan suatu benda yang digunakan untuk menghasilkan daya dorong. Untuk menghasilkan daya dorong tersebut maka *propeller dapat* diputarkan oleh sebuah motor. Di bawah ini merupakan contoh gambar dari *propeller.*



Gambar II.8. Propeller

2.3.7 Komunikasi Radio

Untuk dapat mengirimkan data serial melalui udara diperlukan minimal suatu perangkat yang dapat melakukan proses penumpangan data serial digital ke frekuensi pembawa dengan frekuensi yang lebih tinggi untuk kemudian dipancarkan ke udara. Salah satu contoh perangkat yang dapat melakukan hal tesebut adalah modul YS-1020U *wireless transceiver*. *RF Data Transciever* YS-1020U adalah sebuah perangkat yang dapat mengirimkan data serial melalui media udara. Perangkat tersebut melakukan proses penumpangan data serial digital ke frekuensi pembawa dengan frekuensi yang lebih tinggi untuk kemudian dipancarkan keudara oleh pemancar. Pada penerima frekuensi pembawa yang mengandung data ditangkap dan dipisahkan dari data yang dibawa.

Modul YS-1020U *wireless* Data *Transciever* dapat mengirimkan dan menerima data serial melalui media udara, degan frekuensi 433 MHz *ISM band* dan *baud rate air* sebesar 9600bps. Penggunaan modul tersebut sangat praktis karena dari segi ukuran cukup kecil dan langsung dapat dihubungkan dengan RS232. Modul radio YS-1020U memiliki 9 pin dan diantara pin tersebut ada yang digunakan untuk mengoperasikan modul radio tersebut. Di bawah ini merupakan contoh dari modul radio.



Gambar II.9. Modul radio YS-1020

Radio ini dapat bekerja secara maksimal jika diuji atau digunakan pada area terbuka dan tidak terdapat penghalang yang dapat menggangu sinyal frekuensinya. Di bawah merupakan tabel konfigurasi dari pin radio tersebut.

Tabel II.2. Tabel konfigurasi pin modul radio

PIN	NAMA PIN	FUNGSI	LEVEL
1	GND	Ground	
2	VCC	Tegangan input	+3,3 - 5,5V
3	RXD/TTL	Input serial data	TTL
4	TXD/TTL	Output serial data	TTL
5	DGND	Digital grounding	
6	A(TXD)	A of RS-485 or TXD of RS-232	
7	B(RXD)	B of RS-485 or RXD of RS-232	
8	SLEEP	Sleep control (input)	TTL
9	RESET	Reset (input)	TTL

2.3.8 Teori Dasar Kendali PID

Sistem kendali PID adalah suatu sistem yang bertujuan mengendalikan suatu proses agar *output* yang dihasilkan dapat dikontrol sehingga tidak terjadi

kesalahan. Aksi kontrol PID pada dasarnya bertujuan untuk menggabungkan kelebihan komponen-komponen dasar kontrol PID diantaranya:

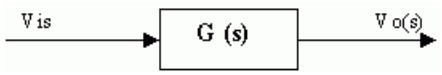
a. Kontrol proporsional: berfungsi untuk mempercepat respon.
b. Kontrol integral: berfungsi untuk menghilangkan *error steady*.
c. Kontrol derivatif: berfungsi untuk memperbaiki sekaligus mempercepat respon transien.

Dalam hal ini *output* yang dikendalikan adalah kestabilannya, ketelitian dan kedinamisannya. Secara umum, sistem kendali dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

1. Sistem kendali loop terbuka
2. Sistem kendali loop tertutup

2.3.8.1 Sistem Kendali *Loop* Terbuka

Sistem kendali *loop* terbuka, keluarannya tidak mempengaruhi masukan, atau dengan kata lain sistem kendali *loop* terbuka *output*-nya tidak dapat digunakan sebagai perbandingan umpan balik dengan *input*-nya. Akibatnya ketetapan dari sistem tergantung dari kalibrasi. Pada umumnya, sistem kendali *loop* terbuka tidak tahan terhadap gangguan dari luar. Di bawah ini adalah gambar diagram blok sistem kendali *loop* terbuka.



Gambar II.10. Kendali loop terbuka

Fungsi alih sistem kendali *loop* terbuka adalah:

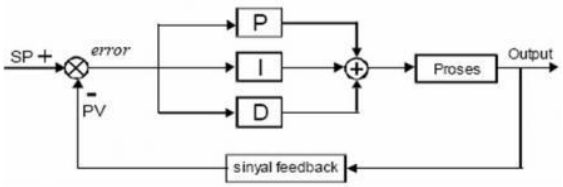
$$Vo(s) = G(s).V(s) \quad \text{(II.1)}$$

2.3.8.2 Sistem Kendali Loop Tertutup

Sistem kendali *loop* tertutup seringkali disebut sistem kendali umpan balik. Pada sistem kendali *loop* tertutup, sinyal kesalahan yang bekerja, yaitu perbedaan antara sinyal *input* dan sinyal umpan balik di-*input*-kan ke pengontrol sedemikian rupa untuk mengurangi kesalahan dan membawa keluaran sistem ke nilai yang dikehendaki. Pada umumnya sistem kendali *loop* tertutup tahan terhadap gangguan dari luar. Secara umum sistem kendali *loop* tertutup ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. Sistem kendali kontinu
b. Sitsem kendali diskrit

Secara umum gambar sistem kendali *loop* tertutup adalah sebagai berikut:



Gambar II.11. Kendali loop tertutup

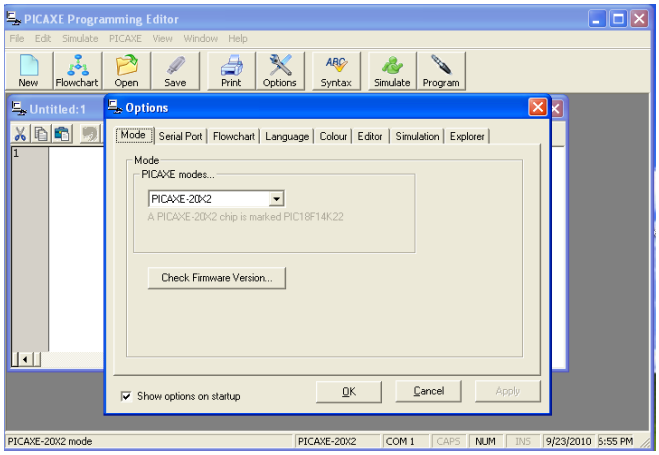
Fungsi alih diskrit sistem kendali *loop* tertutup adalah:

$$Vo = Kp \times error + Ki \times (error + last_error) \times Ts + \frac{Kd}{Ts} \times (error - last_error) \quad \text{(II.2)}$$

2.4 Perangkat Lunak Picaxe Programming Editor

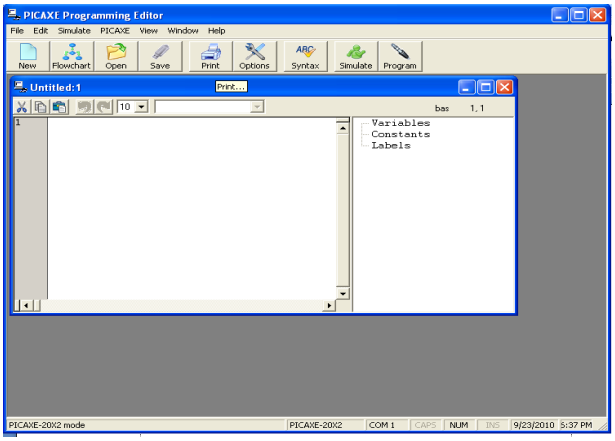
PICAXE *Programming Editor* merupakan sebuah aplikasi *windows* yang digunakan untuk pemrograman chip PICAXE. Aplikasi ini mendukung bahasa pemrograman secara tekstual dan metode program berkembang seperti *flowchart* (grafis). Aplikasi ini memiliki sebuah antar muka yang sangat mudah untuk dioperasikan oleh pengguna.

Berikut merupakan jendela PICAXE *Programming Editor* pada saat dioperasikan:



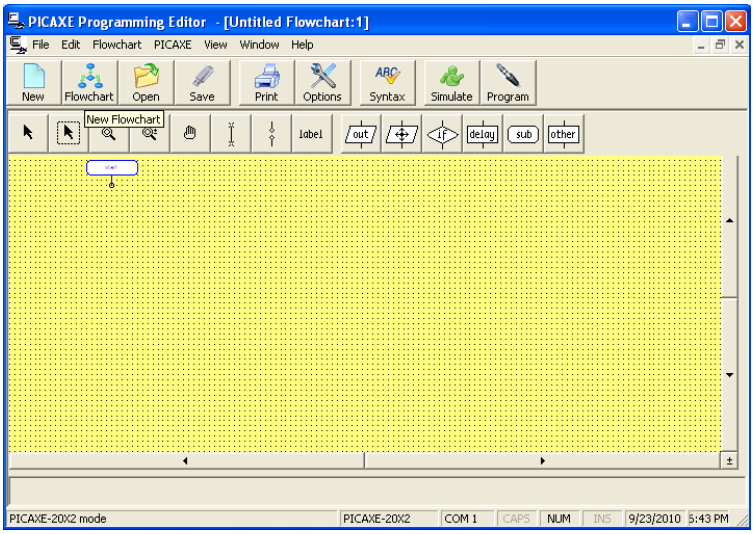
Gambar II.12. Programming Editor pada saat dijalankan

Ketika aplikasi dioperasikan maka tampilan akan seperti gambar di atas. Setelah itu lakukan pemilihan tipe chip yang dipakai kemudian periksa koneksi chip dengan aplikasi apakah terhubung atau tidak.



Gambar II.13. Lembar kerja tekstual

Setelah itu akan tampil lembar kerja seperti di atas. Dalam lembar kerja dapat dituliskan beberapa baris pogram. Untuk memilih lembar kerja berupa *flowchart* maka kita dapat mengaksesnya dengan cara mengklik *icon* yang bertuliskan *flowchart* pada *toolbar* aplikasi tersebut. Di bawah ini merupakan lembar kerja grafis berupa *flowchart.*



Gambar II.14. Lembar kerja grafichal (Flowchart)

Pada lembar kerja tersebut kita dapat membuat sebuah pogram dengan menggunakan *flowchart.* Setelah program selesai dibuat maka kita dapat men-*download* program tersebut ke chip PICAXE dengan cara mengklik tombol *download* atau F5 atau dengan cara memilih menu PICAXE kemudian klik menu Program. Di bawah ini tampilan jendela pada saat program di *download* ke chip PICAXE.



Gambar II.15. Tampilan pada saat program di-download ke chip