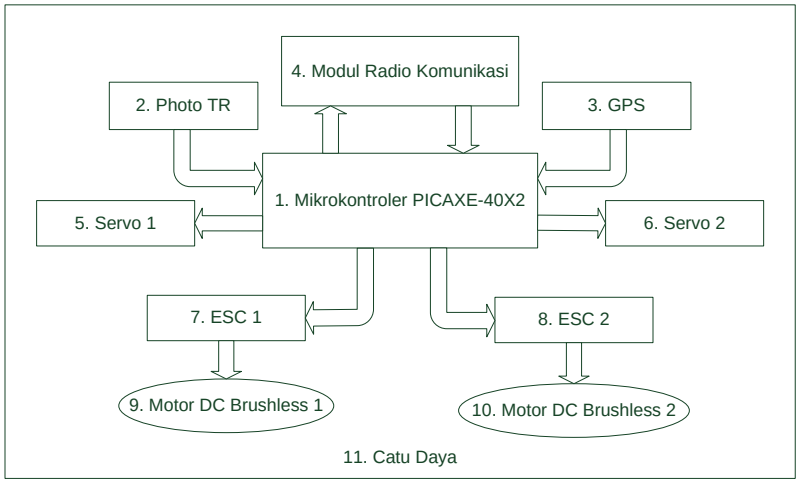
BAB III
PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Secara Umum

3.1.1 Diagram Blok Sistem



Gambar III.1. Diagram blok sistem

Keterangan:

1. Mikrokontroler PICAXE-40X2
2. Photo Transistor
3. GPS
4. Modul Radio Komunikasi
5. Servo 1
6. Servo 2
7. ESC1 (*Electronic Speed Control*)
8. ESC2 (*Electronic Speed Control*)
9. Motor DC *brushless* 1
10. Motor DC *Brushless* 2
11. Catu Daya

3.1.2 Penjelesan Diagram Blok Sistem

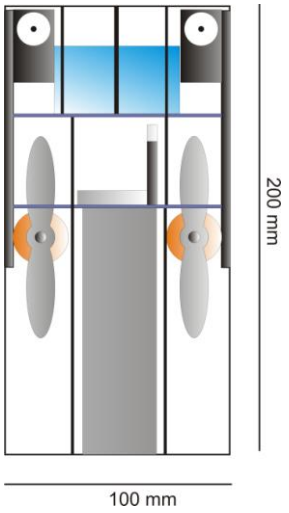
1. Mikrokontroler PICAXE40-X2 berfungsi sebagai unit kontrol yang akan mengontrol semua perangkat yang ada pada *payload* dan untuk mengontrol pergerakan *payload*.
2. Photo transistor berfungsi sebagai pendeteksi cahaya, untuk menentukan apakah *payload* sudah separasi atau belum.
3. GPS (*global positioning system*) berfungsi untuk mengetahui posisi *payload* dan untuk dijadikan acuan *payload* untuk bergerak menuju ke *home*.
4. Modul radio komunikasi berfungsi sebagai komunikasi antara *payload* dan *ground segment* yang akan melakukan pertukaran data selama *payload* bekerja.
5. Servo1 berfungsi sebagai penggerak sayap sebelah kiri.
6. Servo2 berfungsi sebagai penggerak sayap sebelah kanan.
7. ESC1 (*electronic speed control*) berfungsi sebagai *driver* dari motor DC *brushless* yang akan menggerakan motor *brushless* sebelah kiri.
8. ESC2 (*electronic speed control*) berfungsi sebagai *driver* dari motor DC *brushless* yang akan menggerakan motor *brushless* sebelah tengah atau ekor.
9. Motor DC *brushless*1 berfungsi sebagai penggerak *propeller* sebelah kiri yang akan menggerakan *payload*.
10. Motor DC *brushless*2 berfungsi sebagai penggerak *propeller* sebelah tengah atau ekor yang akan menggerakan *payload*.
11. Catu daya berfungsi sebagai sumber tegangan untuk mensuplai tenaga ke semua perangkat yang ada di *payload.*

3.2 Perancangan Perangkat keras

3.2.1 Perancangan Mekanik

3.2.1.1 Bentuk

Untuk dapat bekerja secara maksimal, sebuah *payload* harus memiliki bentuk struktur mekanik yang sesuai dengan medan yang akan dilalui. Maka dari itu dibuat suatu bentuk *payload yang* sesuai dengan kebutuhan. Adapun gambar mekanik yang dibuat buat adalah sebagai berikut:



Gambar III.2. Desain payload 2D

3.2.1.2 Dimensi

Adapun untuk ukuran atau dimensi *payload*, mengacu kepada ketentuan ukuran standar kompartemen roket. Adapun ukuran yang telah ditentukan tersebut adalah:

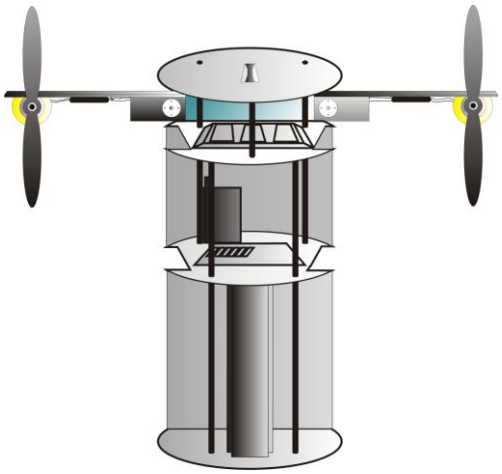
Tinggi : 200 mm (20 cm)

Diameter : 100 mm (10 cm)

Berat : 1000 gr ± 1

3.2.1.3 Bahan Mekanik dan Desain 3D

Dalam perancangan payload, pemakaian bahan dari teplon dan alumunium. Karena kedua bahan tersebut memiliki daya tahan yang kuat, memiliki berat massa yang ringan dan tahan terhadap magnet. Sehingga tidak akan mengganggu kerja sensor yang nantinya akan mempengaruhi pergerakan *payload*. Adapun untuk gambar 3 dimensi *payload* yang dirancang adalah sebagai berikut:



Gambar III.3. Desain payload 3D

3.2.2 Perancangan Sistem Minimum

3.2.2.1 Jenis Mikrokontroler yang dipilih

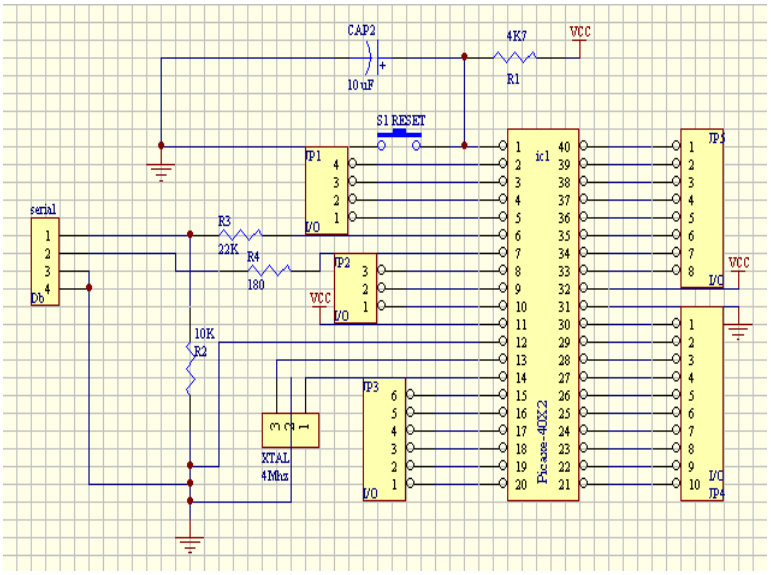
Mikrokontroler yang dipilih untuk perancangan *payload* ini adalah mikrokontroler berjenis PIC dengan tipe PIC18F4520 yang telah ditanam *bootloader* oleh PICAXE sehingga PIC ini sering disebut dengan PICAXE40-X2 dan telah terintegrasi dengan *software editornya*. PIC PIC18F4520 dengan *bootloader* sangat berbeda dengan PIC PIC18F4520 yang belum ditanam *bootloader*, jika PIC PIC18F4520 yang belum ditanam *bootloader* dihubungkan ke *programming editor* maka PIC tersebut tidak terkoneksi.

Alasan pemilihan mikrokontroler PIC18F4520 (PICAXE40-X2) adalah mikrokontroler ini sudah dapat bekerja pada tegangan 3V-5V. PIC ini memiliki fitur yang lengkap seperti ADC *internal*, *interrupt serial*, *interrupt digital*, *timer*

internal, mendukung i2c dan mempunyai kecepatan 4x lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler lain.

3.2.2.2 Rangkaian Sistem Minimum

Untuk rangkaian sistem minimum mikrokontroler yang dipakai, rangkaiannya sangat sederhana. Untuk pengiriman data serial dari komputer mikrokontroler ini hanya menggunakan 3 buah resistor. Ini berarti selain lengkap dengan fiturnya, mikrokontroler ini juga dilengkapi dengan rangkaian yang sangat sederhana. Adapun gambar rangkaian sistem minimum yang dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar III.4. Rangkaian sistem minimum

3.2.2.3 I/O yang dipakai dan Deskripsi Pin

Dalam perancangan *payload* penulis telah menentukan bahwa perangkat-perangkat lain seperti sensor, motor, dan lain-lain memakai pin yang telah ditetapkan dan sesuai dengan fungsinya. Adapun tabel keterangan dari penggunaan pin I/O adalah sebagai berikut:

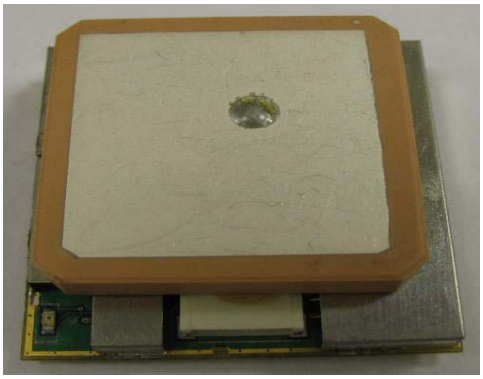
Tabel III.1. Tabel pin I/O yang digunakan

No. Pin	Alias	Digunakan Untuk
1	Reset	Mereset mikrokontroler
2	ADC0/A.0	Photo transistor
3	ADC1/A.1	
4	ADC2/A.2	
5	ADC3/A.3	
6	Serial In	Penerima data dari Komputer *(download)*
7	Serial Out/A.4	Mengirin data ke Komputer *(Debug)*
8	ADC5/A.5	
9	ADC6/A.6	
10	ADC7/A.7	
11	+V	Sebagai masukan tegangan positif
12	0V	Sebagai *ground*
13	Resonator	Tambahan *crystal external*
14	Resonator	Tambahan *crystal external*
15	Tmr Clk/C.0	Clk kompas
16	Pwm C.1/C.1	
17	Hpwm/Pwm C.2/C.2	
18	Hi2c scl/hspi sck/C.3	
19	D.0	En
20	D.1	Din/DOut
21	D.2	Serin GPS
22	D.3	
23	C.4/hi2c sda/hspi sdi	
24	C.5/hspi sdo	
25	C.6/hserout	
26	C.7/hserin	
27	D.4	
28	D.5/hpwm B	
29	D.6/hpwm C/kb clk	
30	D.7/hpwm D/kb data	
31	0V	Sebagai *ground*
32	+V	Sebagai *input* tegangan positif
33	B.0/ADC 12/hint0	
34	B.1/ADC 10/hint1	
35	B.2/ADC 8/hint2	
36	B.3/ADC 9	
37	B.4/ADC11	
38	B.5	Servo1
39	B.6	Servo2
40	B.7	

3.2.3 Sensor

3.2.3.1 GPS (Global Positioning System)

GPS merupakan sebuah sensor untuk mendeteksi lokasi dengan mengacu kepada titik koordinat bumi. Selain itu GPS juga dapat mengetahui data waktu. Dalam perancangan ini menggunakan GPS yang nantinya akan berfungsi sebagai acuan *payload* untuk bergerak menuju *home*. Maka dari itu penulis menggunakan GPS untuk navigasinya. GPS *receiver* yang dipakai pada sistem ini adalah GPS modul *engine* EM-411. GPS ini memiliki 6 buah pin. Di bawah ini adalah gambar GPS *engine* EM-411.



Gambar III.5. GPS EM-411

Berikut ini merupakan tabel yang menjelaskan konfigurasi pin-pin pada GPS-EM411.

Tabel III.2. Konfigurasi pin GPS

Pin	Nama Pin	Fungsi
1	GND	Ground
2	Vcc	Tegangan input 4.5 V - 6.5 V sebagai DC input
3	TX	Chanel pengirim dari keluaran navigasi
4	RX	Chanel penerima untuk menerima pesan ke software
5	GND	Ground
6	-	

GPS akan mengeluarkan data dengan format NMEA, NMEA 0138 merupakan data yang dipakai dalam peracangan sistem ini. NMEA 0813 berisi informasi yang berhubungan dengan geografi seperti waktu, *longitude*, *latitude*, ketinggian, kecepatan, dan masih banyak lagi. Standar NMEA 0813 menggunakan format ASCII sederhana, masing-masing kalimat mendefinisikan masing-masing tipe pesan yang dapat dipilah-pilah.

NMEA 0183 memiliki bermacam-macam tipe kalimat, salah satunya adalah RMC (*Recomended Minimum Navigation Information*). Data inilah yang dipakai penulis untuk dijadikan acuan *payload* bergerak menuju ke *home*. NMEA tipe RMC ini mengeluarkan data sebagai berikut.

$GPRMC,065102,A,0745.6301,S,11024.5308,E,000.0,006.2,030306,001.0,E*65<CR+LF>

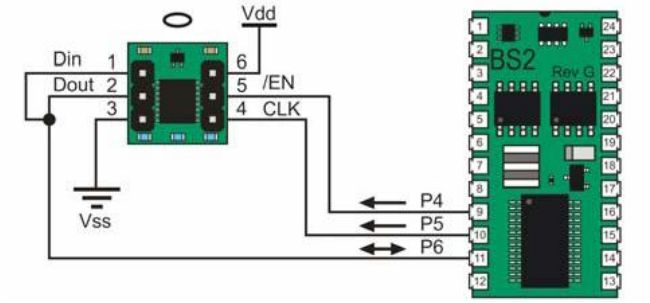
Tabel III.3. Format keluaran data GPS header $GPRMC

Nama	Contoh	Keterangan
Message ID	$GPRMC	RMC protokol header
UTC Position	065102	hhmmss.ss
Status	A	A=data valid or V=dta tidak valid
Latitude	0745.6301	ddmm.mmmm
N/S Indicator	S	N=north or S=south
Longitude	11024.5308	dddmm.mmmm
E/W Indicator	E	E=east or W=west
Speed Over Ground	000.0 (knot)	
Course Over Ground	066.2 (degree)	
Date	030306	Ddmmyy
Magnetic Variation	E	E=east or W=west
Checksum	*65	
CR LF		End of message termination

3.2.3.2 Kompas Hitachi 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. Dalam perancangan ini kompas digunakan untuk menentukan arah tujuan payload, adapun cara pemasangan kompas HM55B ke mikrokontroler tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar III.6. Konfigurasi kompas

3.2.3.3 Servo

Sebuah motor servo adalah perangkat yang dapat mengendalikan posisi, dapat membelokkan dan menjaga suatu posisi berdasar penerimaan pada suatu sinyal elektronik. Motor servo merupakan sebuah motor DC yang diberi sistem *gear*.



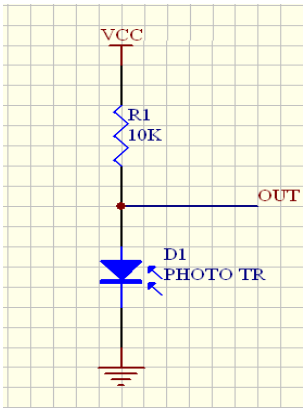
Gambar III.7. Servo

3.2.3.4 Photo Transistor

Photo transistor merupakan sebuah transistor yang akan bekerja pada intensitas cahaya. Karena itu photo transistor digunakan pada *payload* sebagai pendeteksi kondisi separasi *payload*.

Photo transistor bentuknya hampir sama dengan LED. Maka dari itu penggunaan photo transistor pada *payload* ini tidak akan menghabiskan banyak tempat.

Untuk dapat bekerja photo transistor harus dilengkapi dengan komponen elektronika lainnya. Di bawah ini merupakan gambar rangkaian dari photo transistor.



Gambar III.8. Rangkaian phototransistor

Karena dalam perancangan ini penulis menggunakan ADC Internal maka untuk pembacaan sensor Photo transistor ini akan langsung masuk ke mikrokontroler. Data yang dikeluarkan oleh photo transistor itu berupa tegangan dan natinya akan dikonversi ke digital dengan menggunakan ADC internal pada mikrokontroler.

3.2.4 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. Di bawah ini merupakan gambar dari ESC.



Gambar III.9. ESC (Electronic Speed Control)

3.2.5 Motor

Agar *payload* dapat bergerak secara normal maka penulis menggunakan motor yang mempunyai *torque* yang besar, salah satu motor yang mempunyai *torque* yang besar adalah Motor DC *Brushless.* Tipe yang dipakai adalah motor DC *brushless* 1800KV. Di bawah ini merupakan gambar dari motor DC *brushless.*



Gambar III.10. Motor DC brushless

3.2.6 Catu Daya

Sumber tegangan atau catu daya memegang peranan yang sangat penting dalam hal perancangan sebuah *payload.* Tanpa bagian ini *payload* tidak akan berfungsi. Begitu pula dengan pemilihan sumber tegangan yang tidak tepat, maka *payload* tidak akan bekerja dengan baik.

Penentuan sistem catu daya yang akan digunakan ditentukan oleh bayak faktor, diantaranya:

1. Tegangan

   Setiap aktuator atau motor tidak memiliki tegangan yang sama. Hal ini akan berpengaruh terhadap desain catu daya. Tegangan tertinggi dari salah satu aktuator akan menetukan nilai tegangan catu daya.

2. Arus

   Arus memiliki satuan Ah (*Ampere-hour*). Semakin besar Ah, semakin lama daya tahan baterai bila digunakan pada beban yang sama.

3. Teknologi Baterai

   Baterai isi ulang ada yang dapat diisi kapan saja, dan ada pula yang harus diisi ulang sebelum batas tegangan minimum.

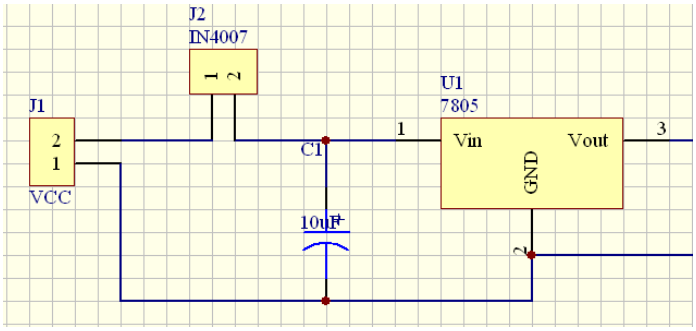
Baterai yang digunakan pada *payload* ini adalah baterai berjenis *Lythium Polymer*. Hal ini karena jenis baterai *Lythium Polymer* merupakan jenis baterai yang dapat diisi ulang. Baterai ini memiliki tegangan kerja 11,1 Volt. Berikut ini adalah contoh sebuah baterai Lipo 2200 mAh.



Gambar III.11. Baterai Lipo

Untuk pengisian baterai ini dapat dilakukan sebelum kurang dari tegangan minimum.

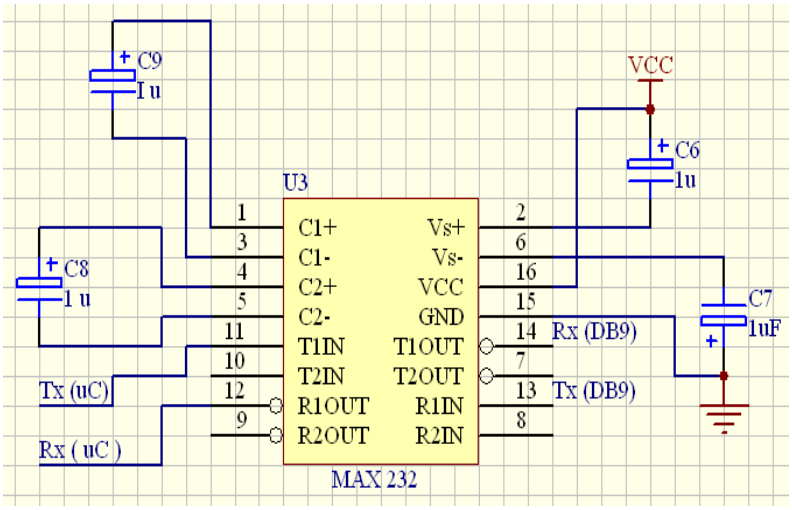
Karena dalam perancangan *payload* ini banyak membutuhkan tegangan 5V, maka tegangan dari baterai harus diturunkan. Untuk menurunkan tegangan tersebut dapat menggunakan rangkaian regulator. Adapun rangkaian regulator adalah sebagai berikut.



Gambar III.12. Rangkaian regulator

3.2.7 Modul Komunikasi

Konektor pada komputer yaitu DB-9 akan mengeluarkan data dengan *level* tegangan RS232, sehingga membutuhkan IC jika komunikasi menggunakan tegangan TTL. IC Max232 berfungsi untuk mengubah tegangan dari TTL menjadi *level* RS232. Sehingga komputer dapat berkomunikasi dengan *payload*.. Berikut merupakan skematik RS232:



Gambar III.13. Skematik Max232

IC yang dipakai pada sistem ini memiliki 16 pin. Agar dapat dihubungkan dengan *port* serial PC dan pada terminal TTL, maka IC ini memerlukan komponen tambahan berupa kapasitor. Rangkaian diatas beroperasi dengan tegangan 5 volt.

3.2.8 Komunikasi Serial

Proses pengiriman data dari mikrokontroler ke *ground segment* menggunakan modul radio. Adapun modul radio yang digunakan dalam perancangan *payload* ini adalah modul radio dengan tipe YS-1020U. Modul ini mempunyai jarak jangkauan sekitar 800 m, kondisi ini sudah bisa memenuhi kebutuhan *payload*. Adapun gambar dari modul YS-1020U adalah sebagai berikut.

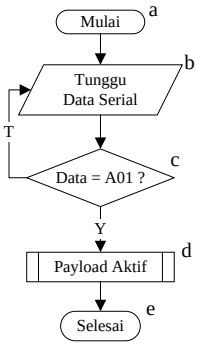


Gambar III.14. Modul radio YS-1020U

3.3 Perancangan Software

3.3.1 Algoritma Payload Secara Umum

Perancangan algoritma merupakan salah satu tahap penting dalam perancangan sistem kendali. Maka dari itu penulis membuat rancangan algoritma secara umum untuk mengendalikan *payload*. Adapun rancangan algoritma yang telah penulis buat adalah sebagai berikut:



Gambar III.15. Flowchart kerja secara umum

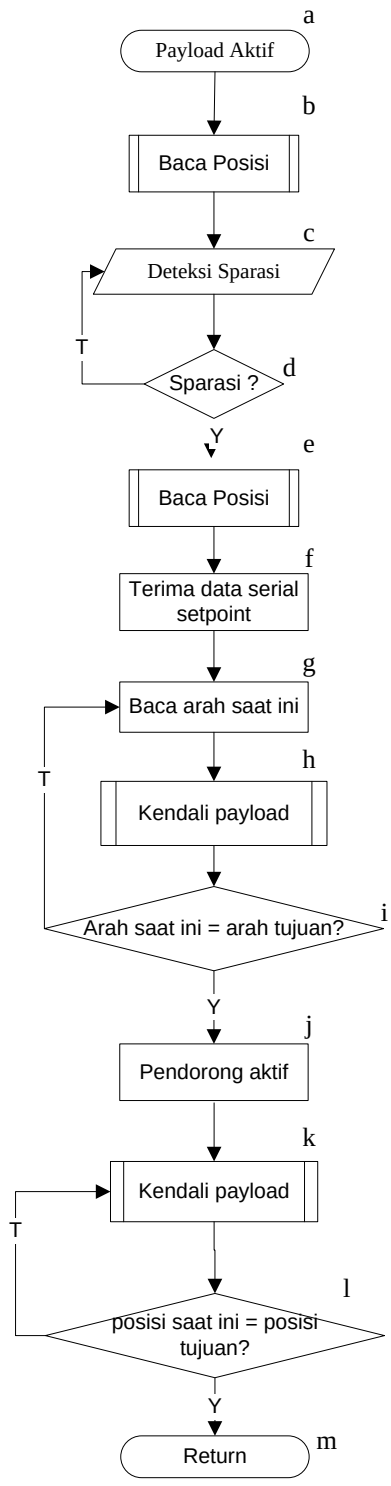
Adapun keterangan dari *flowchart* di atas adalah sebagai berikut:

Tabel III.4. Penjelasan flowchart kerja payload secara umum

Indeks	Keterangan
A	Memulai awal program.
B	Kondisi *payload* menunggu perintah on
C	Pemeriksaan data yang masuk adalah benar
D	Pemanggilan prosedur aktif sistem kendali *payload*
E	Akhir dari sistem kendali *payload*

3.3.2 Algoritma Pengendalian Payload

Agar dalam pengendalian *payload* dapat terkendali maka dibutuhkan sebuah algoritma, sebuah algoritmanya pun harus tepat dan mengikuti aturan. Di bawah ini contoh algoritma pengendalian *payload* secara umum.

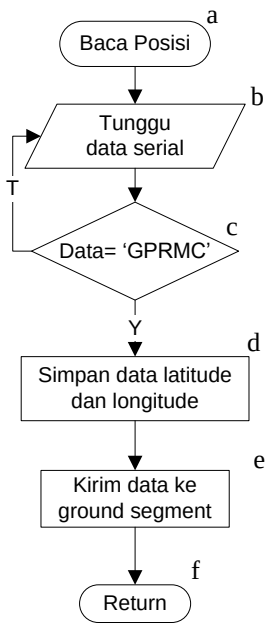


Gambar III.16. Flowchart prosedur sistem payload

Adapun keterangan dari *flowchart* di atas adalah sebagai berikut:

Tabel III.5. Penjelasan flowchart prosedur sistem payload

Indeks	Keterangan
A	Awal dari prosedur
B	Pengiriman data posisi
C	Proses pemeriksaan kondisi sparasi
D	Penyeleksian kondisi sparasi
E	Pemanggilan prosedur baca posisi
F	Penerimaan data set point dari ground segment
G	Pembacaab arah saat ini oleh sensor kompas
H	Pemanggilan prosedur pengendalian *payload*
I	Penyeleksian kondisi arah saat ini dan tujuan
J	Pendorong payload aktif
K	Pemanggilan prosedur kendali *payload*
L	Pembandingan posisi saat ini dengan tujuan
M	Kembali ke sistem utama

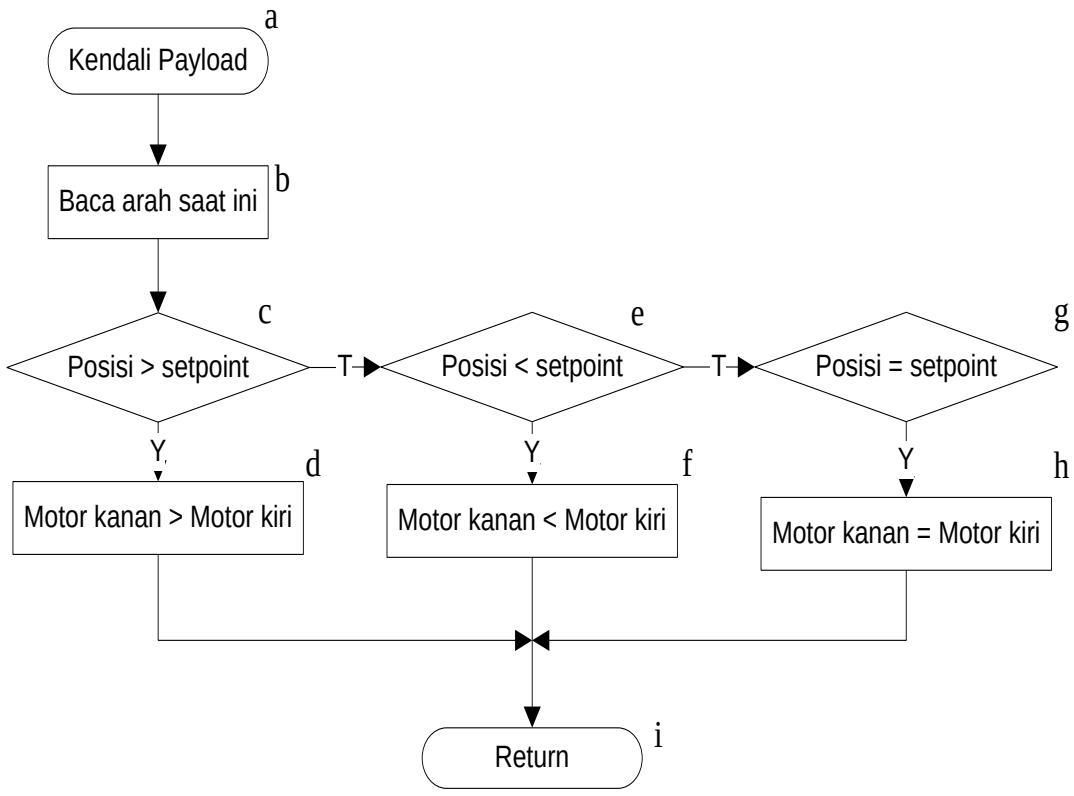


Gambar III.17. Flowchart prosedur baca posisi

Adapun keterangan dari *flowchart* di atas adalah sebagai berikut:

Tabel III.6. Penjelasan flowchart prosedur baca posisi

Indeks	Keterangan
A	Awal dari prosedur
B	Kondisi *payload* menunggu data serial dari GPS
C	Pemeriksaan data yang masuk dengan header “GPRMC”
D	Penyimpanan data ke variable
E	Pengiriman data ke ground segment
F	Kembali ke sub system



Gambar III.18. Flowchart prosedur kendali payload

Adapun keterangan dari *flowchart* diatas adalah sebagai berikut:

Tabel III.7. Penjelasan flowchart prosedur kendali payload

Indeks	Keterangan
A	Awal dari prosedur
B	Pembacaan arah payload saat ini
C	Pengecekan kondisi jika arah lebih besar dari set point
D	Pergerakan motor
E	Pengecekan kondisi jika arah lebih kecil dari set point
F	Pergerakan motor
G	Pengecekan kondisi jika arah sama dengan dari set point
H	Pergerakan motor
I	Kembali ke sub system

3.3.3 Deklarasi Variabel dan Tipe Data yang dipakai

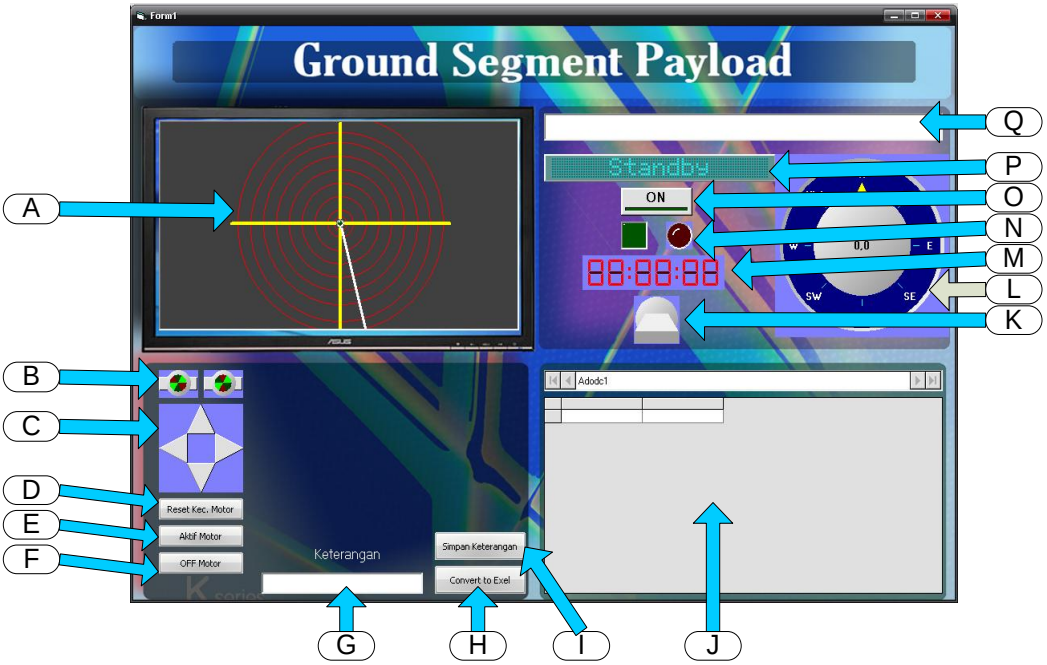
Dalam perancangan program harus terdapat deklarasi variabel yang nantinya akan berguna sebagai tempat penyimpanan data. Untuk penggunaan tipe data pada variabel ditentukan oleh data yang diterima dari masukan, misalnya seperti sensor. Suatu variabel tidak bisa menyimpan semua jenis nilai/data, melainkan hanya satu jenis tipe saja. Berikut adalah deklarasi variabel dan tipe data yang dipakai dalam perancangan *payload:*

Tabel III.8. Tipe data yang digunakan

Deklarasi variabel	Tipe Data
CMD	*Byte*
Space_2	*Word*
Data_GPS	*Byte (20)*
Data_Kompas	*Word*
Error	*Byte*
Status	*Nib*

3.3.4 Perancangan Interface VB

Untuk memudahkan dalam pengendalian *payload* dan pengiriman data maka dalam perancangan ini dirancang sebuah *ground segment.* Adapun perancangan *interface ground segment* terdiri dari *navigasi*, letak posisi, data hasil pengukuran, serta posisi *payload* dalam grafik koordinat. Adapun bentuk *interface* dirancang dari *software* VB, di bawah ini contoh dari *interface ground segment.*



Gambar III.19. Interface ground segment

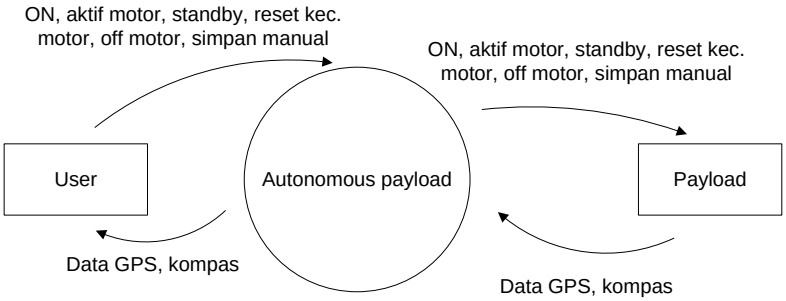
Software ground segment di atas berfungsi sebagai pengontrol *payload* secara jarak jauh, dari *ground segment* tersebut dapat diketahui dari kondisi *payload* seperti kondisi arah *payload*, data titik koordinat dari tempat *payload* dan dapat digunakan untuk kendali *payload* secara manual. Adapun penjelasan dari *software ground segment* di atas adalah sebagai berikut:

Tabel III.9. Penjelasan interface ground segment

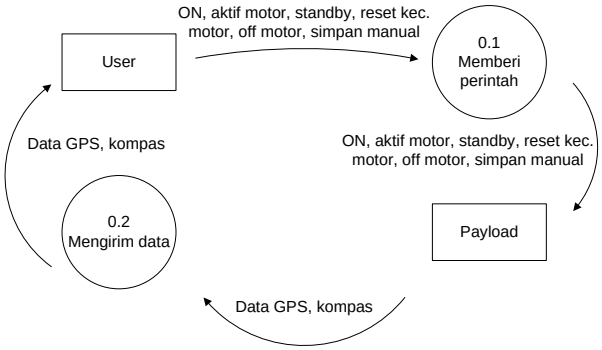
Indeks	Penjelasan
A	Radar
B	Indikator motor
C	Navigasi manual
D	Reset kec. motor
E	Aktif motor
F	Off motor
G	Keterangan data
H	Konversi data ke excel
I	Penyimpanan manual
J	Data base
K	Tombol aktif system payload
L	Indikator kompas
M	Timer aktif
N	Indikator
O	Open Port
P	Indikator
Q	List data serial yang masuk

3.3.5 Perancangan DFD

DFD merupakan salah satu alat pembuatan model yang sering digunakan, dalam perancangan *object* pendekatan algoritma menggunakan DFD, karena bila dalam fungsi sistem ada yang lebih penting dan kompleks dapat dimanipulasi. Berikut adalah DFD untuk *interface ground segment payload:*



Gambar III.20. Diagram konteks



Gambar III.21. Diagram level 0