BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

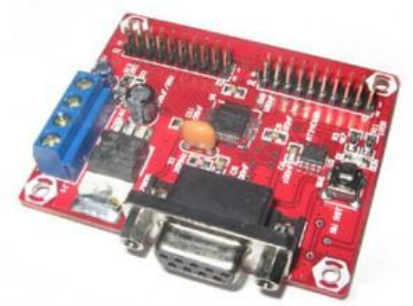
2.1 Tinjauan Perangkat Keras

2.1.1 Mikrokontroler (Basic Stamp 2p40)

Basic stamp adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Parallax Inc* yang diprogram menggunakan *format* bahasa pemrograman *basic*. Program yang telah dibuat akan diunduh melalui *port* serial. Mikrokontroler *basic stamp* membutuhkan *power supply* saat mengunduh program dan program yang sudah diunduh tidak akan hilang meskipun baterai atau *power supply* dilepas.

Kode pemograman *basic* disimpan di dalam EEPROM serial pada *board basic stamp*. EEPROM menyediakan penyimpanan yang sulit diubah dan menjaga memory saat kehilangan *power*. EEPROM digunakan dalam *basic stamp* yang dijamin menyimpan data selama 40 tahun ke depan dan mampu ditulisi ulang 10.000.000 kali per lokasi memori.

Mikrokontroler *basic stamp* memiliki versi yang berbeda-beda. *Basic stamp* memiliki versi, yaitu *basic stamp* 1, *basic stamp* 2, *basic stamp* 1e, *basic stamp* 2P, *basic stamp* 2Pe dan *basic stamp* 2sx. Pada modul *basic stamp* terdapat IC *regulator* LM7805 dengan *output* 5 *volt* yang mengubah input 6 hingga 15 *volt* (pada pin V_{IN}) turun menjadi 5 *volt* yang dibutuhkan komponen. *Basic stamp* yang dipakai adalah *basic stamp* 2P40 yang mempunyai 32 pin I/O. Berikut ini adalah tampilan *basic stamp* 2P40.

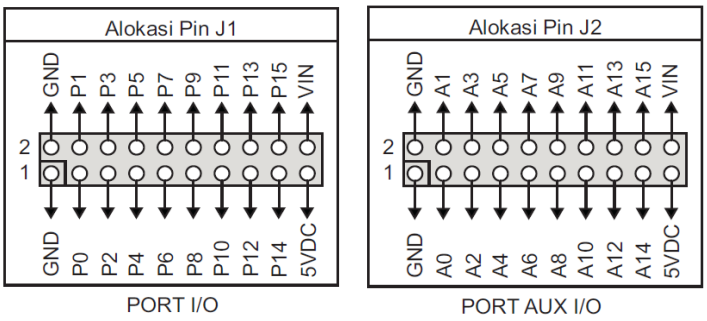


Gambar 2.1 Modul basic stamp (BS2P40)

Basic stamp ini mempunyai spesifikasi *hardware* sebagai berikut:

1. Mikrokontroler *basic stamp* 2P40 *Interpreter Chip* (PBASIC48W/P40).
2. 8 x 2Kbyte EEPROM yang mampu menampung hingga 4000 instruksi.
3. Kecepatan prosesor 20MHz Turbo dengan kecepatan eksekusi program hingga 12000 instruksi per detik.
4. RAM sebesar 38*byte* (12 I/O, 26 variabel) dengan *Scratch Pad* sebesar 128 *byte*.
5. Jalur *input*/*output* sebanyak 32 pin.
6. Tersedia jalur komunikasi serial UART RS-232 dengan konektor DB9.
7. Tegangan input 9 – 12 V_{DC} dengan tegangan output 5 V_{DC}.

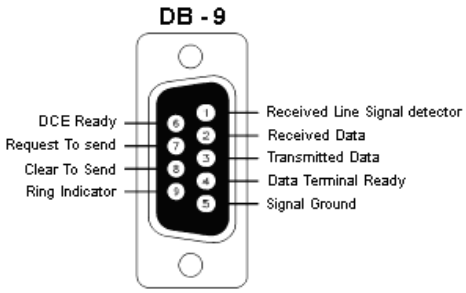
Berikut ini adalah alokasi pin yang terdapat pada mikrokontroler *basic stamp* BS2P40.



Gambar 2.2 Alokasi pin basic stamp

2.1.2 Konektor DB-9 Port Serial Komputer

DB-9 adalah konektor yang digunakan untuk menghubungkan perangkat keras luar komputer (*eksternal*) dengan komputer pada komunikasi serial. Pada komputer IBM PC kompatibel biasanya terdapat satu atau dua buah konektor DB-9 yang biasa dinamai COM 1 dan COM 2. Standar sinyal yang dikeluarkan *port* serial adalah standar RS232, sehingga sering juga dinamakan Com RS232. Konektor DB-9 seperti yang terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Konektor DB-9 pada bagian belakang CPU

Berikut ini merupakan tabel konfigurasi pin dan nama sinyal konektor serial DB-9 seperti yang terlihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Konfigurasi pin dan nama sinyal konektor serial DB-9

Nomor Pin	Nama Sinyal	Fungsi	Keterangan
1	DCD	Input	Data Carrier Detect/Received Line Signal Detect
2	RxD	Input	Receive Data
3	TxD	Output	Transmite Data
4	DTR	Output	Data Terminal Ready
5	GND	-	*Ground*
6	DSR	Input	Data Set Ready
7	RTS	Output	Request to Send
8	CTS	Input	Clear to Send
9	RI	Input	Ring Indicator

Keterangan mengenai saluran RS232 pada konektor DB-9 sebagai berikut :

1. *Received Line Signal Detect*, dengan saluran ini DCE memberitahukan ke DTE bahwa pada terminal masukan ada data masuk.
2. *Receive Data*, digunakan DTE menerima data dari DCE.
3. *Transmite Data*, digunakan DTE mengirimkan data ke DCE.
4. *Data Terminal Ready*, pada saluran ini DTE memberitahukan kesiapan sinyalnya.
5. *Signal Ground*, saluran *Ground*.
6. *Ring Indicator*, pada saluran ini DCE memberitahukan ke DTE bahwa sebuah stasiun menghendaki hubungan dengannya.
7. *Clear to Send*, dengan saluran ini DCE memberitahukan bahwa DTE boleh mulai mengirimkan data.

8. *Reques to Send*, dengan saluran ini DCE diminta mengirim data oleh DTE.
9. *DCE Ready*, sinyal aktif pada saluran ini menunjukkan bahwa DCE sudah siap.

2.1.3 Pengubah Level Digital ke RS232 (MAX232)

Standar sinyal komunikasi serial yang banyak digunakan adalah standar RS232 yang dikembangkan oleh *Electrical Industry Association and The Telecommunication Industry Association* (EIA/TIA) yang pertama kali dipublikasikan pada tahun 1962. ini jauh sebelum IC TTL *popular* sehingga sinyal ini tidak ada hubungan sama sekali dengan level tegangan IC TTL. Standar ini hanya menyangkut komunikasi data antara komputer (*Data Terminal Equipment – DTE)* dengan alat-alat pelengkap komputer (*Data Circuit Terminal Equipment – DCE).* Standar RS232 inilah yang biasa digunakan pada *port* serial IBM PC kompatibel.

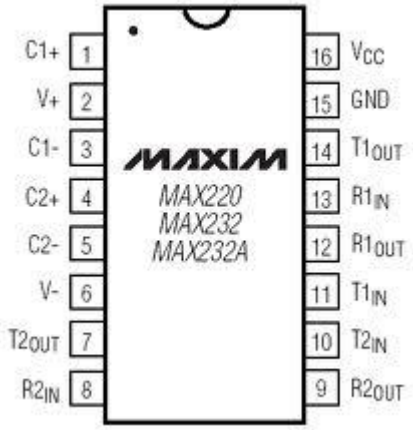
Saluran RS232 hanya dipakai untuk menghubungkan DTE dengan DCE dalam jarak pendek. RS232 mencakup ketentuan tentang karakteristik sinyal, macam-macam sinyal dan konektor yang dipakai, serta konfigurasi sinyal pada kaki-kaki di konektor dan juga penentuan tata cara pertukaran informasi antara komputer dan alat-alat pelengkapnya. Standar RS232 sama sekali tidak membicarakan protokol (tata cara) transmisi data.

Ditinjau dari standar elektonik, RS232 dikenal sebagai saluran data transmisi tunggal (*single-ended/unbalanced data transmission*). Dalam saluran data transmisi tunggal, satu sinyal dikirim dengan satu utas kabel ditambah kabel *ground*. IC yang digunakan untuk saluran RS232 adalah max 232 seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 MAX232

Berikut ini adalah konfigurasi pin IC MAX232 seperti yang terlihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Konfigurasi pin IC MAX232

2.1.4 Aktuator

Aktuator merupakan perangkat elektromekanik yang menghasilkan daya gerakan. Dapat dibuat dari sistem motor listrik, sistem *pneumatic* atau perangkat hidrolik.

Aktuator yang digunakan pada *payload* sebagai penghasil gerakan yaitu salah satunya *brushlles motor.*

2.1.4.1 Brushless Motor

Brushless motor merupakan Motor yang mempunyai permanen magnet pada bagian "rotor" sedangkan elektro-magnet pada bagian "stator"-nya. Secara umum, kecepatan putaran *brushless* motor yang

keluar dari ESC diatur oleh pulsa dari mikrokontroler, sehingga berbeda dengan *brushed*.



Gambar 2.6 Brushless motor

Keuntungan dari *brushless* motor sebagai berikut:

1. Komputer dapat mengatur kecepatan motor lebih baik sehingga membuat *brushless motor* lebih efisien.
2. Tidak adanya *storing/electrical noise*.
3. Tidak menggunakan *brushes* yang dapat rusak setelah lamanya pemakaian.
4. Dengan posisi *electromagnets* di bagian *stator*, maka pendinginan motor menjadi lebih mudah.
5. Jumlah *electromagnets* di *stator* dapat sebanyak mungkin untuk mendapatkan kontrol yang lebih akurat. [8]

2.1.4.2 Electronic Speed Controller (ESC)

ESC (*Elektronic Speed Control)* yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor, selain itu juga berfungsi untuk menaikan jumlah arus yang diperlukan oleh motor. ESC dapat dikatakan juga sebagai *driver* motor dengan mengeluarkan pulsa untuk *brushless* motor yang berasal dari mikrokontroler.



Gambar 2.7 Elektronic Speed Control (ESC)

2.1.4.3 Propeller

Baling-baling atau *propeller* merupakan jenis kipas yang menghasilkan tenaga dengan mengkonversi gerakan rotasi menjadi daya dorong untuk menggerakkan sebuah benda. Bilah-bilah dari *propeller* berperan sebagai sayap yang berputar menghasilkan sebuah perbedaan tekanan antara permukaan depan dan belakang bilah tersebut.



Gambar 2.8 Propeller

2.1.5 Catu Daya

Catu daya memegang peranan yang sangat penting dalam hal perancangan sebuah *payload.* Pemilihan catu daya yang tepat akan menghasilkan *payload* yang bekerja dengan baik.

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

1. Tegangan

   Setiap aktuator tidak memiliki tegangan yang sama. Hal ini akan berpengaruh terhadap disain catu daya. Tegangan tertinggi dari salah satu aktuator akan menentukan 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 hanya apabila benar-benar kosong, dan ada pula yang dapat diisi ulang kapan saja tanpa harus menunggu baterai tersebut benar-benar kosong.

Baterai yang digunakan pada perancangan *payload* ini berjenis *lithium polymer* (LiPo). Baterai ini dapat diisi ulang (*rechargeable*). Baterai yang digunakan memiliki tegangan 11,1 Volt dan arus sebesar 2200 mAh dengan 3 *cell* di dalamnya. *Cell* merupakan teknologi konversi energi elektrokimia yang mampu mengubah senyawa hidrogen dan oksigen menjadi air, dan dalam prosesnya menghasilkan listrik. Pemakaian baterai jenis ini harus dihentikan atau dilepas jika tegangan baterai turun mendekati batas tegangan 11,1 Volt, sehingga harus diisi ulang agar melebihi tegangan 11,1 Volt. Berikut ini adalah contoh sebuah baterai *lithium polymer*.



Gambar 2.9 Baterai lithium polymer

Selain jenis baterai *lithium polymer* (LiPo), masih banyak lagi jenis baterai yang tersedia di pasaran dengan spesifikasi yang beragam dan dapat digunakan untuk catu daya. Diantaranya baterai Ni-Cd, *Alkaline*, *Lead Acid* dan sebagainya, yang masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangannya.

2.1.6 Pengubah Sinyal Analog ke Digital (ADC0832)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal digital. ADC ini digunakan bila ada inputan tegangan analog. IC ADC yang ada seperti 0804, 0808 dan 0832 adalah IC ADC yang sudah ada dari pabrik dan bisa dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan. IC jenis ini bekerja secara cermat dengan menambahkan sedikit komponen sesuai dengan spesifikasi yang harus diberikan dan dapat mengkonversikan secara cepat suatu masukan tegangan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan ADC adalah tegangan maksimum yang dapat dikonversikan oleh ADC dari rangkaian pengkondisi sinyal, resolusi, pewaktu eksternal ADC, tipe keluaran, ketepatan dan waktu konversinya.

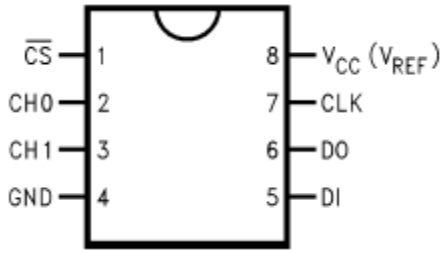
Pada perancangan *payload* ini, menggunakan ADC0832. ADC0832 memiliki dua *channel* sinyal *input* dan juga memiliki tegangan *referensi* (V_{REF}) yang terhubung langsung pada tegangan sumber +5V, sehingga penggunaannya lebih sederhana karena tidak membutuhkan banyak rangkaian tambahan.

Berikut ini bentuk fisik IC ADC0832 seperti yang terlihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 IC ADC0832

Berikut ini adalah konfigurasi pin IC ADC0832 seperti yang terlihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Konfigurasi pin IC ADC0832

Fitur yang dimiliki ADC0832, yaitu:

- Mudah *interface* untuk semua mikroprosesor.
- TTL/MOS input/output compatible TTL/MOS *input/output* yang kompatibel.
- Beroperasi dengan *link* data serial.
- Mudah untuk digunakan bersama rangkaian mikroprosessor.
- Tidak diperlukan penyesuaian yang rumit.
- mempunyai 2 *channel multiplexer* dengan 2 buah alamat logika.
- Jangkauan *input* berkisar 0-5 volt dengan satu buah catu daya 5 *volt*. [1]

2.1.7 Radio Frekuensi (Modul Radio YS-1020UB)

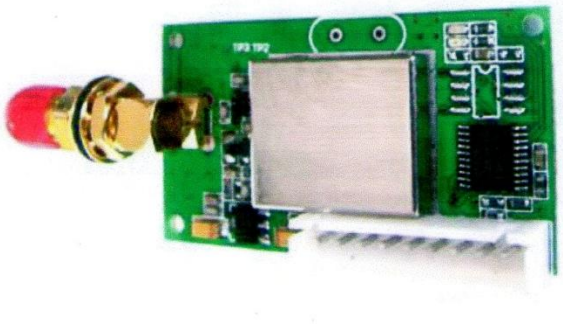
Sistem komunikasi radio tidak menggunakan kabel dalam penyampaian informasi atau data, melainkan melalui udara sebagai pengantarnya. Dalam komunikasi radio memiliki sebuah pemancar TX yang memancarkan dayanya menggunakan antena ke arah tujuan. Sinyal yang dipancarkan berbentuk gelombang elektromagnetik. Sinyal yang diterima kemudian diteruskan ke sebuah pesawat penerima Rx.

Jenis komunikasi dapat dibedakan berdasarkan aliran datanya, antara lain:

- *Simplex comunication* merupakan komunikasi satu arah, aliran data hanya satu arah, contoh sistem komunikasi TV, Radio *broadcast*.
- *Half duplex comunication* merupakan komunikasi dua arah, data dapat mengalir kedua arah secara bergantian, hanya satu arah saja pada suatu saat. Contoh pada Sistem *Walkie-talkies*.
- *Full duplex communication* merupakan komunikasi dua arah secara simultan, pada saat yang sama data mengalir ke dua arah secara bersamaan. Contoh akses internet dan telepon lewat saluran TV *cable*, pada saat bersamaan.

Pada perancangan *payload* ini menggunakan komunikasi *half duplex* dan radio yang digunakan dalam pengiriman data ini adalah RF Data Transceiver YS-1020UB. RF Data Transceiver YS-1020UB adalah sebuah device yang dapat mengirimkan data serial melalui media udara. Device tersebut melakukan proses data serial digital ke frekuensi pembawa dengan frekuensi yang lebih tinggi untuk kemudian dipancarkan ke udara oleh pemancar. Pada penerima frekuensi pembawa yang mengandung data ditangkap dan dipisahkan dari data yang dibawa.

Modul YS-1020UB *Wireles Data Transceiver* dapat mengirimkan dan menerima data serial melalui media udara, dengan frekuensi 433MHz ISM band dan baud rate air sebesar 9600bps. Penggunaan modul tersebut cukup praktis karena dari segi ukuran cukup kecil dan lansung dapat dihubungkan dengan RS232. Modul tersebut bekerja dengan catu daya antara 3,3 sampai 5*Volt* DC. Dalam satu modul dapat digunakan sebagai pengirim dan sekaligus penerima. Bentuk fisik dari modul YS-1020UB adalah seperti yang terlihat pada Gambar 2.12. Data serial yang akan dipancarkan melalui RF dikirim ke modul YS-1020UB oleh mikrokontroler secara serial. Begitu pula data yang diterima, akan diambil oleh mikrokontroler secara serial.

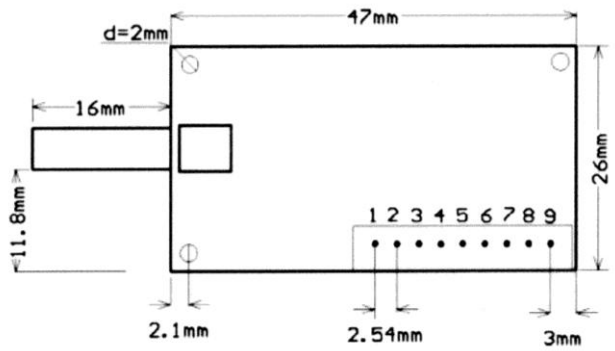


Gambar 2.12 RF Data Transceiver YS-1020UB

Modem radio ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Mempunyai 8 kananl untuk pengiriman/penerimaan data
- Tipe modulasi yang dipakai adalah *Gaussian Frequensy Shift Keying* (GFSK) dengan menggunakan *Gaussian filter* untuk memperhalus penyimpangan frekuensi yang terjadi.
- Dapat menggunakan *level Transistor-Transistor Logic* (TTL) dan RS232.
- Integrasi antara *receiver* dan *transmitter* memerlukan waktu 10 ms antara pengiriman dan penerima.

Berikut ini adalah gambar dimensi dan susunan pin, serta tabel yang menjelaskan konfigurasi pin-pin pada radio YS-1020UB yang diperlihatkan pada gambar 3.13 dan tabel 2.2.



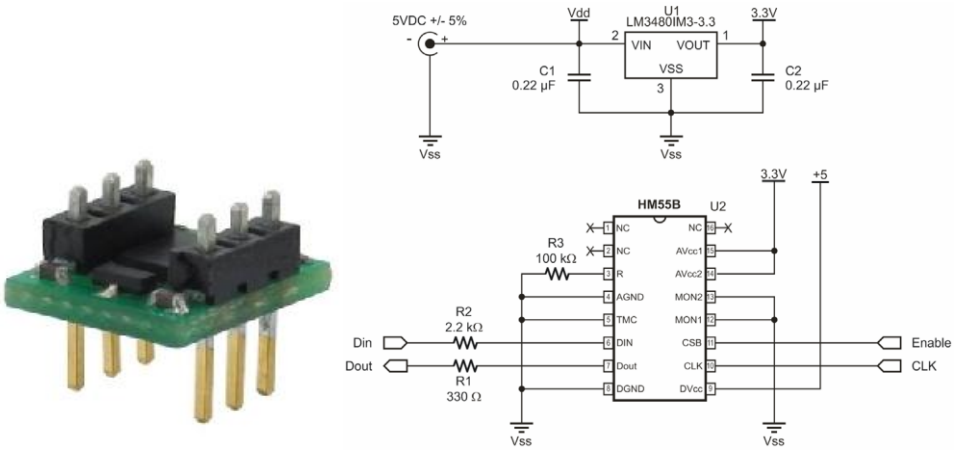
Gambar 2.13 Dimensi dan susunan pin modul radio YS-1020UB

Tabel 2.2 Pin-pin Modul Radio YS-1020UB

No. Pin	Nama Pin	Fungsi	Level
1	GND	Ground	
2	Vcc	Tegangan Input	+3.3 s/d 5.5 V
3	RXD/TTL	Input Serial Data	TTL
4	TXD/TTL	Output Serial Data	TTL
5	DGND	Digital Grounding	
6	A(TXD)	Aof RS-485 or TXD of RS-232	A (RXD)
7	B(RXD)	B of RS-485, RXD or RS-232	B (TXD)
8	SLEEP	Sleep Control (Input)	TTL
9	Test	Testing	

2.1.8 Sensor Kompas (Hitachi HM55B)

Modul kompas digital berbasis hitachi HM55B, digunakan untuk mengetahui orientasi arah gerak pada *payload*. Modul hitachi HM55B merupakan salah satu sensor kompas digital yang dikembangkan oleh parallax yang mempunyai keluaran digital sebanyak 2 axis, yaitu axis X dan axis Y.



(a) *(b)*

Gambar 2.14 (a) Bentuk fisik modul hitachi HM55B, (b) Rangkaian dalam modul hitachi HM55B

Berikut ini adalah tabel yang menjelaskan konfigurasi pin pada modul hitachi HM55B ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Konfigurasi pin modul Hitachi HM55B

No. Pin	Nama Pin	Fungsi
1	Din	*Serial data input*
2	Dout	*Serial data output*
3	GND	*Ground*
4	CLK	*Synchronous clock input*
5	/EN	*Active-low device enable*
6	Vcc	*+5 V power input*

Modul kompas ini memiliki regulator *onboard* yang mengubah tegangan sumber menjadi 3 V, tegangan ini merupakan daerah kerja modul kompas ini. Kecepatan sensitivitas 30-40 ms setelah program dijalankan. Penggunaan mikrokontroler dapat memudahkan untuk menampilkan arah dalam format 360^0. Berikut di bawah ini spesifikasi modul hitachi HM55B:

- Tegangan sumber: 3V (*Onboard regulator*).
- Sensitivitas: 1.0 - 1.6 uT/lsb.
- Resolusi: 6 bit (64 *direction*).
- Waktu konversi: 30 - 40 ms.
- *Synchronous serial interface*.
- Dimensi: 0.3 inci, 6-pin DIP *package*.
- Range pengoperasian: 0 - 70^oC.

2.1.9 Sensor Percepatan (MMA3201EG)

Sensor MMA3201EG berfungsi untuk mengukur percepatan gravitasi yang dialami *payload*. Sensor MMA3201EG berbentuk IC yang memiliki dua puluh pin. Bentuk fisik sensor MMA3201EG diperlihatkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Sensor percepatan MMA3201EG

Komponen sensor percepatan MMA3201EG memiliki kisaran pengukuran (-40 hingga 40) g, dimana 1(satu) g = 9,8 m/s^2. Nilai akurasinya sebesar ±0,2 g. Waktu tanggap atau yang juga sering disebut *response time* dari alat ini cukup cepat, yaitu 2 ms.

Berikut ini adalah tabel yang menjelaskan konfigurasi pin pada sensor MMA3201EG diperlihatkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Pin-pin sensor MMA3201EG

No. Pin	Nama Pin	Keterangan
1 sampai 3	-	Leave unconnected.
4	-	Tidak ada koneksi internal. Leave unconnected.
5	ST	Logika masukan pin yang digunakan untuk memulai self-test.
6	X_{OUT}	Data output accelerometer, untuk arah X.
7	STATUS	Logika keluaran untuk menujukan kesalahan.
8	V_{SS}	The power supply ground.
9	V_{DD}	The power supply input.
10	AV_{DD}	Power supply input (Analog).
11	Y_{OUT}	Data output accelerometer, untuk arah Y.
12 sampai 16	-	Used factory trim. Leave unconnected.
17 sampai 19	-	Tidak ada koneksi internal. Leave unconnected.
20	GND	Ground.

2.1.10 Sensor Suhu dan Kelembaban (SHT 75)

Dibandingkan dengan seri sensor SHT lainnya (SHT 11, SHT 15, SHT 71), sensor SHT75 merupakan sensor suhu dan kelembaban yang mempunyai tingkat akurasi data yang lebih baik. Akurasi kelembaban SHT75 adalah ±1.8 % RH dan akurasi suhunya adalah 0.3 ^oC. Bentuk fisik sensor SHT75 diperlihatkan pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Sensor suhu dan kelembaban SHT 75

Komponen ini dilengkapi dengan *serial clock input* agar dapat disesuaikan dengan *clock* mikrokontroler. Data berubah ketika *clock* berubah dari *high* ke *low* (*falling edge*) dan akan *valid* atau ditahan ketika *clock* berubah dari *low* ke *high* (*rising edge*).

Berikut ini spesifikasi SHT75, di antaranya:

- *Output digital*.
- Antarmuka: 2-*wire serial* (bukan I2C).
- Supply: 2,4 – 5,5 VDC.
- Sensor kelembaban: kisaran (0 hingga 100) %RH, resolusi 0,05 %RH, akurasi ±1,8 %RH.
- Sensor suhu: kisaran (-40 hingga +123,8) ^{o}C, resolusi 0,01^{o}C, akurasi ±0,3^{o}C.

Berikut ini adalah tabel yang menjelaskan konfigurasi pin pada sensor SHT75 diperlihatkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Pin-pin sensor SHT75

No. Pin	Nama Pin	Keterangan
1	SCK	Serial clock input
2	VDD	Supply 2,4 – 5,5 V
3	GND	Ground
4	DATA	Serial data bidirectional

2.1.11 Sensor Tekanan Udara (MPXA6115A6U)

Sensor MPXA6115A6U berfungsi untuk mengukur tekanan udara di sekitar *payload*. Sensor MPXA6115A6U tahan terhadap kelembaban tinggi dan juga meningkatkan akurasi pada temperatur tinggi. Sensor MPXA6115A6U memiliki resolusi atau tingkat kesalahan maksimum 1,5%. Bentuk sensor MPXA6115A6U diperlihatkan pada gambar 2.17.



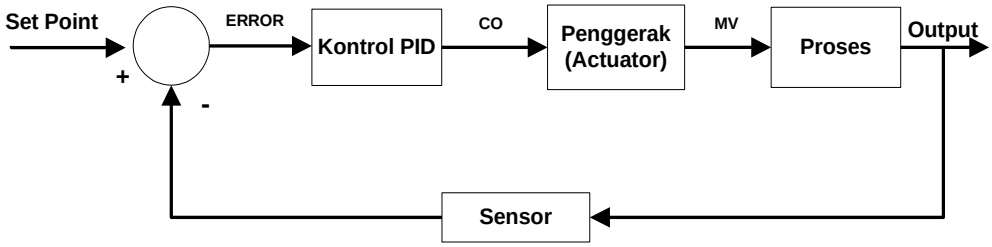
Gambar 2.17 Sensor tekanan udara MPXA6115A6U

2.2 Perangkat Lunak

Pengontrolan Proporsional Integral dan Derivatif (PID)

Sistem kontrol merupakan proses pengendalian *error* dengan cara memasukkan *error* tersebut kedalam input yang akan dibandingkan dengan sistem pengendalian. Tujuan untuk mengurangi *error* tersebut dan menghasilkan *output* atau keluaran yang sesuai dengan *set point* yang diberikan. Agar *set ponit* tercapai maka perancangan *payload* ini menggunakan pengontrolan *Proporsional Integral dan Derivatif* (PID). Secara umum, pengontrolan PID menggunakan *close loop* atau umpan balik, yaitu program diolah pada mikrokontroler, lalu menjalankan *actuator*, setelah itu mengeluarkan *output*. Hasil *output* akan diperiksa oleh sensor agar dapat mencapai *set point* atau keluaran yang diinginkan.

Di bawah ini gambar blok diagram pengontrol PID dengan *close loop* yang diperlihatkan pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Pengontrolan PID dengan close loop

Berikut persamaan pengontrol PID yang diperlihatkan pada persamaan 2.1. [4]

$$mv\ t\ = K_p\, e\ t\ + K_i\ {}_0^1 e\ t\ dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Dengan : *(2.1)*

$$K_i = K_p \times \frac{1}{T_i} \text{ dan } K_d = K_p \times T_d$$

Keterangan :

$mv(t)$: *output* dari pengontrol PID atau *Manipulated Variable*

K_p : *gain proporsional*

T_i : *time integral*

T_d : *time derivatif*

K_i : *gain integral*

K_d : *gain derivatif*

Pada dasarnya aksi kontrol PID bertujuan untuk menggabungkan kelebihan komponen-komponen dasar PID, kelebihan komponen tersebut antara lain:

1. Pengontrol *proporsional* berfungsi untuk mempercepat respon.

   Ciri-ciri pengontrol *proporsional*:

   - Jika nilai Kp kecil, pengontrol *proporsional* mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan

menghasilkan respon sistem yang lambat (menambah *rase-time)*.

- Respon sistem akan semakin cepat mencapai keadaan mantapnya (mengurangi *rase time*), jika nilai Kp dinaikkan.
- Namun, jika nilai Kp diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil atau respon sistem akan berosilasi.
- Nilai Kp dapat diatur sehingga mengurangi *steady state error*.

2. Pengontrol *Integral* berfungsi untuk menghilangkan *error steady*.

   Ciri-ciri pengontrol *integral*:

   - Keluaran pengontrol *integral* membutuhkan selang waktu tertentu, sehingga pengontrol *integral* cenderung memperlambat respon.
   - Keluaran pengontrol akan bertahan pada nilai sebelumnya, ketika sinyal kesalahan berharga nol.
   - Keluaran akan menunjukkan kenaikkan atau penurunan yang dipengaruhi oleh besarnya sinyal kesalahan dan nilai Ki, jika sinyal kesalahan tidak berharga nol.
   - Ki yang berharga besar akan mempercepat hilangnya nilai *offset*. Tetapi semakin besar nilai Ki akan mengakibatkan peningkatan osilasi dari sinyal keluaran pengontrol.

3. Pengontrol *derivatif* berfungsi untuk memperbaiki sekaligus mempercepat *respon transient*.

   Ciri-ciri pengontrol *derivatif*:

   - Pengontrol tidak dapat menghasilkan keluaran jika tidak ada perubahan pada *input* (berupa sinyal perubahan kesalahan).
   - Jika sinyal kesalahan berubah terhadap waktu, maka keluaran yang dihasilkan pengontrol tergantung pada nilai Kd dan laju perubahan sinyal kesalahan.
   - Pengontrol diferensial mempunyai suatu karakter untuk mendahului, sehingga pembangkit kesalahan menjadi sangat

besar. Jadi pengontrol diferensial dapat mengantisipasi pembangkit kesalahan, memberikan aksi yang bersifat *korektif* dan cenderung meningkatkan stabilitas sistem.

- Dengan meningkatkan nilai Kd, dapat meningkatkan stabilitas sistem dan mengurangi *overshoot.*