

## PENGINDERA PARAMETER METEOROLOGI DAN PENENTUAN ARAH GERAK PADA PAYLOAD

Hidayat<sup>1</sup>, Maskie Z.Oematan<sup>2</sup>, Liling Saputra Jaya Mudin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Komputer Unikom, Bandung

<sup>1</sup>hidayat@unikom.ac.id, <sup>3</sup>linkz\_vnt54@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Salah satu pemanfaatan roket adalah untuk membawa payload (muatan roket) untuk mengukur parameter meteorologi yang meliputi pengukuran suhu, kelembaban dan tekanan di udara. Hal ini mendorong untuk melakukan penelitian untuk merancang sebuah Payload yang dapat mengukur parameter meteorologi di udara. Rancangan Payload menggunakan sensor-sensor, yaitu sensor percepatan (MMA3201EG), sensor tekanan udara (MPXA6115A6U), sensor suhu dan kelembaban (SHT75) dan mikrokontroler sebagai pengolah data. Selain itu, pada Payload digunakan sensor kompas (hitachi HM55B) dan brushless motor sebagai penggerak putaran propeller agar Payload dapat bergerak secara autonomous mencari arah gerak (seeking) sesuai dengan set point. Hasil pengukuran dan posisi Payload akan dikirim ke komputer melalui jalur udara (wireless) menggunakan RF YS1020UB. Hasil pengujian terhadap masing-masing sensor menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik. Tingkat keberhasilan pencarian arah gerak (seeking) Payload pada nilai set point 30°, adalah 92,4%.

Kata kunci : Payload, Meteorologi, Seeking, Basic Stamp 2p40.

### 1. PENDAHULUAN

Saat ini, teknologi roket telah berkembang dan dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai macam keperluan suatu bangsa atau negara. Pada umumnya, roket digunakan untuk keperluan militer, seperti roket kendali (*missile*). Namun, roket digunakan juga untuk keperluan pengorbitan wahana antariksa, seperti pengorbitan satelit. Selain itu, roket juga dapat digunakan untuk membawa muatan yang dinamakan *payload* untuk keperluan misi tertentu, salah satunya pengukuran parameter meteorologi di udara.

Pengukuran parameter meteorologi sangat penting dilakukan untuk dapat memperkirakan kondisi cuaca pada suatu daerah. Parameter yang diukur meliputi suhu, kelembaban dan tekanan di udara.

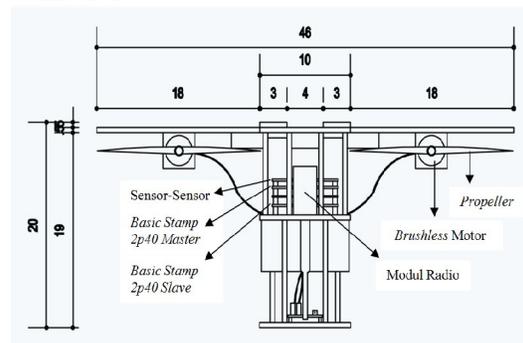
Pada penelitian ini dirancang suatu *payload* yang dapat mengukur parameter meteorologi. Selanjutnya, data hasil pengukuran akan dikirimkan ke komputer melalui frekuensi radio. Selain itu, *payload* yang diharapkan dapat mencari arah gerak (*seeking*) tertentu.

### 2. PERANCANGAN

Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan mekanik, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

### Perancangan Mekanik

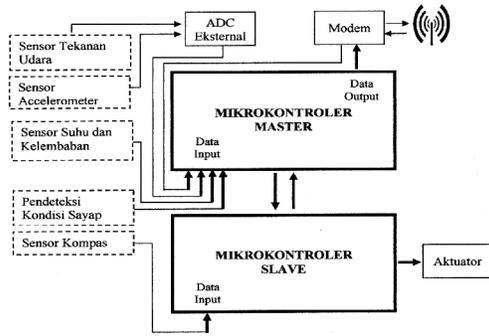
*Payload* yang dirancang berukuran tinggi 200 mm dan diameter 100 mm dan memiliki bobot sebesar 1 kg. Gambar di bawah ini menunjukkan ukuran *payload* yang dirancang. Rancangan mekanik *Payload* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Payload Tampak Depan Dengan Kondisi Sayap Terbuka

### Perancangan Perangkat Keras

Sistem yang akan dirancang ditunjukkan pada Gambar 2.

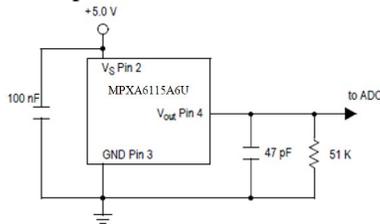


Gambar 2. Diagram Blok Sistem Payload

**Mikrokontroler Master** memuat mikrokontroler *Basic Stamp 2p40* yang berfungsi untuk mengolah data dari sensor tekanan udara, sensor *accelerometer*, sensor suhu dan kelembaban dan juga berfungsi untuk mengatur pengiriman data telemetri.

**Sensor Tekanan Udara** memuat sensor MPXA6115A6U yang berfungsi untuk mengukur tekanan di udara. Selanjutnya, data hasil pengukuran akan diolah oleh mikrokontroler *master*.

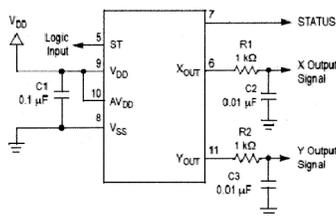
Rangkaian sensor MPXA6115A6U ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Sensor MPXA6115A6U.[2]

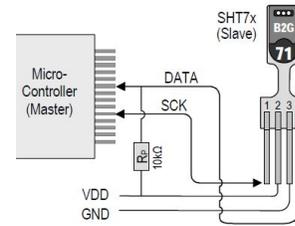
Data *output* dari sensor MPXA6115A6U berupa data analog yang akan diubah ke dalam digital menggunakan ADC. Kemudian data tersebut diubah ke dalam satuan kilo *pascal* (kPa).

**Sensor Accelerometer** memuat sensor MMA3201EG yang berfungsi untuk mengukur percepatan gravitasi yang dialami *payload*. Rangkaian sensor MMA3201EG ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Sensor MMA3201EG[3]

**Sensor Suhu dan Kelembaban** memuat sensor SHT75 yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban di sekitar *payload*. Rangkaian komunikasi sensor SHT75 dengan *basic stamp* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Sensor SHT75[1]

Sensor SHT75 akan mengirimkan data *output* berupa data suhu dan kelembaban yang akan diolah oleh mikrokontroler *master*. Data suhu tersebut akan diubah dalam satuan derajat *celcius* ( $^{\circ}\text{C}$ ), sedangkan data kelembaban diubah ke dalam satuan %RH. Berikut ini persamaan untuk suhu dan kelembaban:[1]

$$T = -40.1 + 0.01 * SO_T$$

$$RH_{Limit} = -2.0468 + (0.0367 * SO_{RH}) + (-1.5955 \times 10^{-6} * SO_{RH}^2)$$

Keterangan :

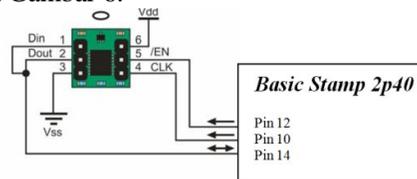
$RH_{Limit}$  = Kelembaban dalam satuan %RH

$SO_{RH}$  = data kelembaban yang terukur dari sensor SHT75

$T$  = Suhu dalam satuan derajat *celcius* ( $^{\circ}\text{C}$ )

$SO_T$  = data suhu yang terukur dari sensor SHT75

**Sensor Kompas** memuat sensor Hitachi HM55B yang berfungsi untuk mengetahui arah gerak *payload*. Rangkaian sensor Hitachi HM55B dengan *Basic Stamp*, diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Sensor Hitachi HM55B[4]

Sensor Hitachi HM55B akan mengirimkan data axis x dan axis y, kedua data ini akan diolah oleh mikrokontroler *slave* yang kemudian diubah dalam satuan derajat dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Sudut } \theta = \arctan(-\text{axis y}/\text{axis x})$$

**Modem** memuat modem RF YS-1020UB yang berfungsi untuk mengirimkan data hasil pengolahan mikrokontroler ke komputer.

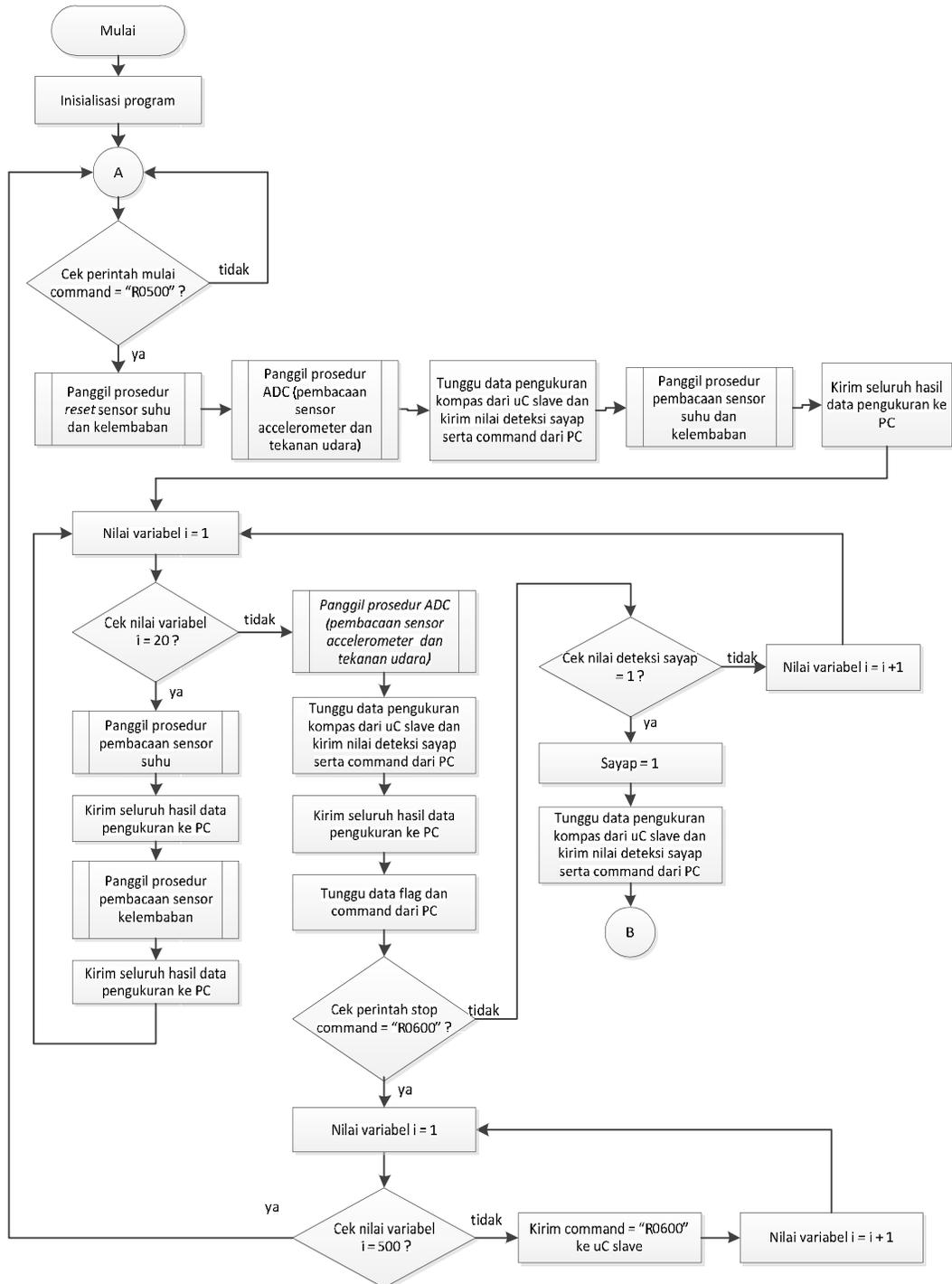
## Pengindera Parameter Meteorologi Dan Penentuan Arah Gerak Pada Payload

Konfigurasi pin-pin radio YS-1020UB yang digunakan pada *payload* hanya terdiri dari Gnd, Vcc, RXD/TTL dan TXD/TTL yang dihubungkan langsung pada pin di mikrokontroler.

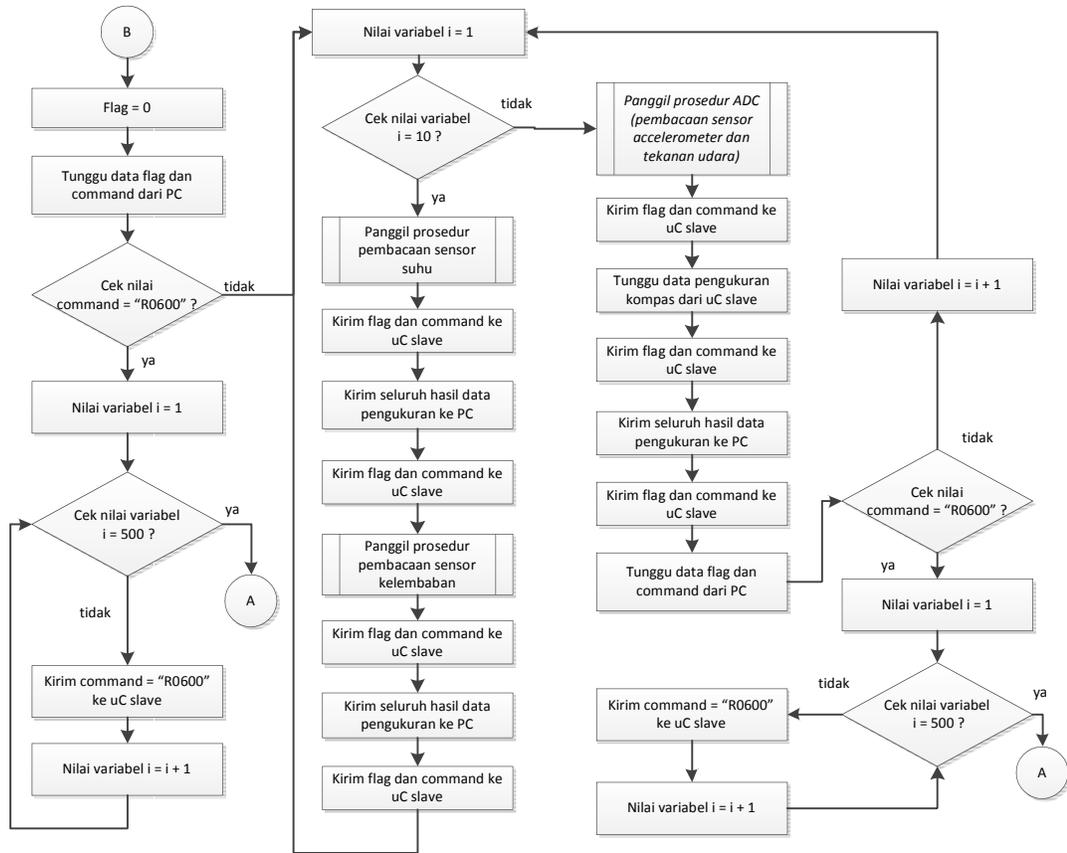
**Pendeteksi Kondisi Sayap** memuat rangkaian *push button* yang berfungsi untuk mendeteksi kondisi sayap *payload*.

### Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak sistem yang dirancang terdiri dari Program pada Mikrokontroler Master dan program pada Mikrokontroler Slave. Gambar di bawah ini menunjukkan diagram alir pada mikrokontroler Master.



Gambar 7. Diagram Alir Program Mikrokontroler Master

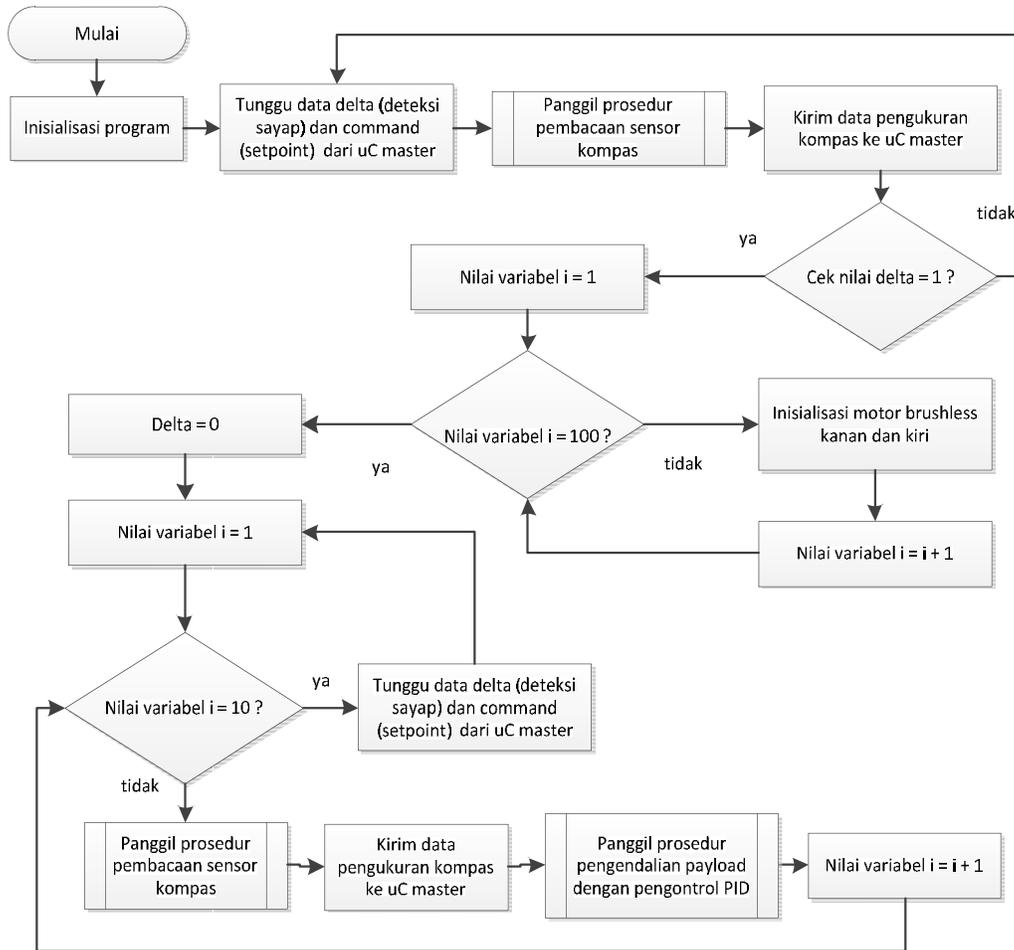


Gambar 7. Lanjutan

Diagram alir pada Gambar 7 merupakan alir program yang digunakan pada mikrokontroler *master*. Data *string* 'R0500' yang diterima oleh mikrokontroler *master* digunakan untuk memulai program, dan data *string* 'R0600' digunakan untuk menghentikan program dan menunggu untuk dijalankan kembali (*standby*). Data karakter yang diikuti dengan data desimal, seperti 'R'0030 digunakan untuk memberikan nilai *set point* 30°, data 'R'0090 digunakan untuk memberikan nilai *set point* 90°, data 'R'0180 digunakan untuk memberikan nilai *set point* 180° dan data 'R'0270 digunakan untuk memberikan nilai *set point* 270°. Karakter 'R' digunakan sebagai awal data. Satu digit data desimal setelah karakter 'R', merupakan nilai untuk variabel *flag* dan tiga digit data desimal berikutnya merupakan nilai data untuk variabel *command*, nilai tiga digit data desimal ini akan dikirim oleh mikrokontroler *master* ke mikrokontroler *slave*.

**Diagram Alir Program Mikrokontroler Slave**  
 Diagram alir pada Gambar 8 merupakan alur program pada mikrokontroler *slave*. Mikrokontroler *slave* akan menerima data dari mikrokontroler *master*. Pada mikrokontroler *slave* terdapat instruksi pemeriksaan data pendeteksi sayap yang dikirim oleh mikrokontroler *master*, jika data ini bernilai 0, maka prosedur kontrol PID tidak dijalankan, pemeriksaan tersebut akan dilakukan ketika mikrokontroler *master* mengirimkan data. Pada saat instruksi kontrol PID dijalankan akan terdapat pemeriksaan data *string*, yaitu 'R0600', jika mikrokontroler *master* mengirimkan data tersebut, maka mikrokontroler *slave* akan menghentikan proses instruksi kontrol PID, pemeriksaan ini akan terus berlangsung selama mikrokontroler *master* mengirim data deteksi sayap bernilai 1.

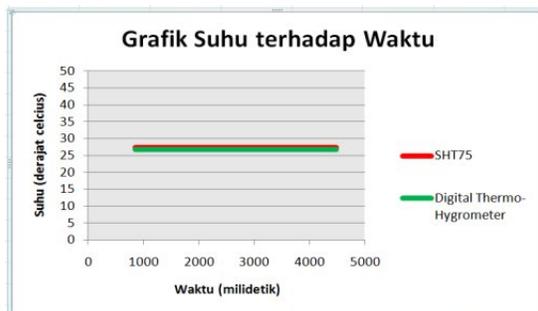
## Pengindera Parameter Meteorologi Dan Penentuan Arah Gerak Pada Payload



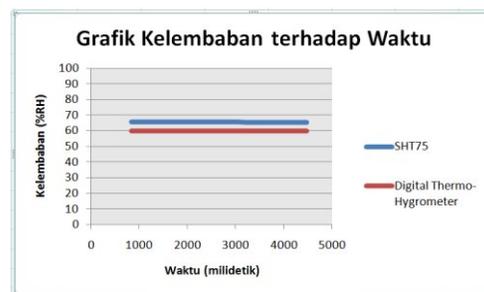
Gambar 8. Diagram Alir Program Mikrokontroler Slave

### 3. HASIL PENGUJIAN

Pengujian sensor SHT75 dilakukan dengan cara melakukan pengukuran suhu dan kelembaban dan langsung dibandingkan dengan hasil pengukuran suhu dan kelembaban yang terbaca oleh alat ukur *digital thermo-hygrometer*. Grafik hasil pengukuran sensor SHT75 dan alat ukur *digital thermo-hygrometer* ditunjukkan Gambar 9 dan Gambar 10.



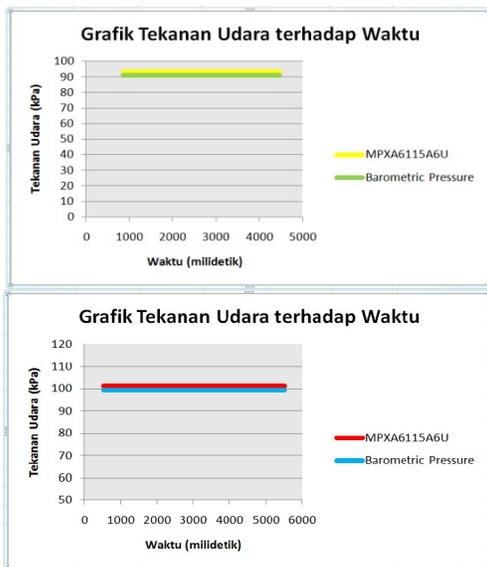
Gambar 9. Grafik Suhu Terhadap Waktu



Gambar 10. Grafik Kelembaban Terhadap Waktu

Grafik pengukuran di atas menunjukkan bahwa hasil selisih pengukuran suhu oleh sensor SHT75 dengan alat ukur *digital thermo-hygrometer* memiliki selisih nilai tertinggi 0,5°C. Nilai selisih ini masih berada dalam toleransi nilai pada sensor SHT75, yaitu  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ , sedangkan nilai toleransi pada alat ukur *digital*

*thermo-hygrometer* adalah  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ , sehingga pengukuran suhu menggunakan sensor SHT75 memiliki tingkat akurasi yang baik. Selisih hasil pengukuran kelembaban oleh sensor SHT75 dengan alat ukur *digital thermo-hygrometer* mencapai nilai selisih tertinggi 5,5%RH. Nilai selisih ini masih berada dalam toleransi nilai pada sensor SHT75, yaitu  $\pm 1,8\%$ RH, sedangkan nilai toleransi pada alat ukur *digital thermo-hygrometer* adalah  $\pm 5\%$ RH, sehingga pengukuran kelembaban menggunakan sensor SHT75 memiliki tingkat akurasi yang baik. Pengujian sensor MPXA6115A6U telah dilakukan di dua tempat yang berbeda, yaitu Bandung dan Bekasi. Grafik hasil pengukuran tekanan udara ditunjukkan pada Gambar 11.

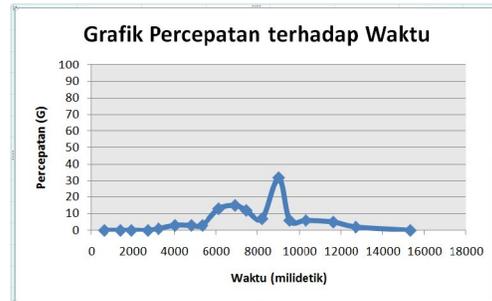


Gambar 11. Grafik Tekanan Udara Terhadap Waktu

Grafik pengukuran tekanan udara di atas menunjukkan bahwa data telah terkalibrasi dengan baik. Hasil perbandingan pengukuran tekanan udara oleh sensor MPXA6115A6U dengan *Barometric Pressure* yang dilakukan di Bandung dan di Bekasi menghasilkan nilai selisih yang baik, dengan nilai selisih rata-rata 1,95kPa, hal ini disebabkan karena pada sensor MPXA6115A6U memiliki tingkat akurasi tekanan udara  $\pm 1,5\text{kPa}$  dan *Barometric Pressure* memiliki tingkat akurasi tekanan udara  $\pm 0,15\text{kPa}$ .

### Analisa Pengujian Sensor Percepatan (MMA3201EG)

Pengujian sensor MMA3201EG telah dilakukan dengan menggunakan sepeda motor, sensor MMA3201EG mengukur percepatan sepeda motor pada saat sepeda motor dijalankan. Hasil pengukuran percepatan sepeda motor, grafiknya seperti yang terlihat pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik Percepatan Terhadap Waktu

Data yang dihasilkan dari sensor MMA3201EG merupakan data percepatan sesaat terhadap waktu, pengujian sensor MMA3201EG dilakukan di jalan raya dengan jarak  $\pm 100\text{m}$ , Pada Gambar 12 terlihat bahwa sensor MMA3201EG dapat bekerja dengan baik.

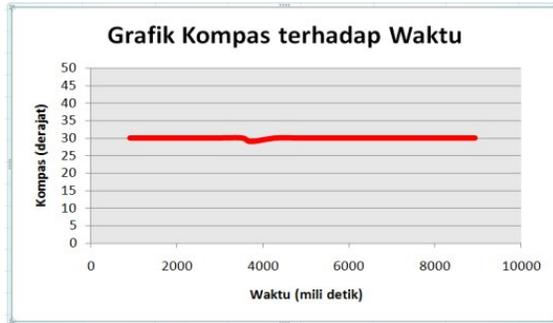
Pada detik ke 0,607 sampai detik ke 2,707 percepatan yang terukur 0G pada saat detik tersebut sepeda motor dalam kondisi diam, pada detik ke 3,227 sepeda motor mulai dijalankan secara perlahan.

Pada detik ke 6,117 percepatan yang terukur 15G dan detik ke 8,998 percepatan yang terukur 32G, pada detik tersebut terjadi lonjakan, hal ini disebabkan karena tuas motor ditarik dengan cepat sehingga terjadi hentakan pada sepeda motor dan sensor MMA3201EG mengukur percepatan sesaat terhadap waktu, sehingga terjadi lonjakan pada percepatan yang terukur.

### Analisa Pengujian Sensor Kompas (Hitachi HM55B)

Kalibrasi sensor kompas Hitachi HM55B telah disesuaikan dengan arah kompas. Grafik hasil kalibrasi sensor Kompas terhadap arah  $30^{\circ}$  ditunjukkan pada Gambar 13.

## Pengindera Parameter Meteorologi Dan Penentuan Arah Gerak Pada Payload

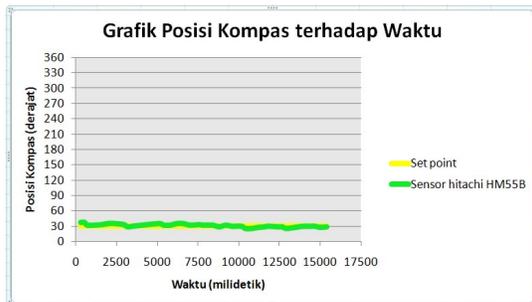


Gambar 13. Grafik Perubahan Arah 30° Terhadap Waktu

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa sensor hitachi HM55B telah terkalibrasi dengan baik. Nilai *error* yang dihasilkan adalah 1°, yaitu pada detik ke 3,724 dengan nilai arah kompas 29°. Secara keseluruhan nilai *error* rata-rata adalah 0,05°.

### Analisa Pengujian Arah Gerak Payload

Pengujian untuk mencari arah gerak *payload* telah dilakukan dengan cara menggantungkan *payload* pada tiang besi. *Payload* akan melakukan pencarian posisi sesuai dengan *set point* yang diberikan dengan menggerakkan propeller pada tiap sayap *Payload*. Pada pengujian ini *setpoint* yang diberikan 30°. Grafik hasil pengujian pencarian posisi terhadap arah gerak *payload* pada orientasi arah kompas 30°, diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Posisi Kompas Terhadap Waktu

Pada gambar 14. terlihat bahwa perubahan posisi kompas mendekati arah *set point*, yaitu 30°. Hasil pengujian pencarian posisi terhadap arah gerak *payload* memiliki nilai *error* tertinggi 7° dengan rata-rata 2,275°. Hal ini disebabkan oleh referensi yang didapat dari sensor Hitachi HM55B memiliki nilai yang tidak konstan. Tingkat keberhasilan pencarian arah gerak (*seeking*) *Payload* sesuai *setpoint* adalah 92,4%.

## 4. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, di antaranya:

1. *Payload* yang dirancang dapat mengukur parameter meteorologi yang meliputi suhu, kelembaban dan tekanan di udara dengan baik. Hal ini didasarkan dari hasil pengujian pada masing-masing sensor.
2. Arah gerak *Payload* dapat mengikuti nilai *setpoint* dengan baik. Hal ini ditunjukkan pada saat pengujian arah gerak *Payload* dengan nilai *setpoint* 30°.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Datasheet SHT7x (SHT71, SHT75)*. Sensirion, Desember 2011.
- [2] *High Temperature Accuracy Integrated Silicon Pressure Sensor for Measuring Absolute Pressure, On Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated*. Motorola, 2001.
- [3] *Hitachi® HM55B Compass Module (#29123)*. Parallax, Inc., 2005.
- [4] *Surface Mount Micromachined Accelerometer*. Freescale Semiconductor, 2011.
- [5] *YS-1020UB RF Data Transceiver*. ShenZhen YiShi Electronic Technology Development.
- [6] Setiawan, Iwan. *Kontrol PID Untuk Proses vIndustri*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2008.