

APLIKASI SENSORPRESSURE AIR SPEED INDICATOR PADA PESAWAT MODEL JD-010 BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535.

Joko Sugiharto, ST¹ , Hindardi, ST, MM²

1. Alumni Elektro,
2. Dosen Teknik Teknik Elektro Universitas Suryadarma

ABSTRAK

Pesawat terbang sangat berguna baik transportasi udara maupun pertahanan. Banyak orang yang kurang mengetahui cara kerja salah satu instrumen pada pesawat terbang, seperti air speed indicator. Pada proyek tugas akhir ini, difokuskan pada cara kerja air speed indicator menggunakan sensor pressure (tekanan) dengan type sensor yang digunakan MPX5100-GP yang dikombinasikan menggunakan mikrokontroler atmega 8535. Pesawat model yang digunakan, adalah Model pesawat Cessna dengan skala 1 : 8 dari bahan kayu balsa, sterofom dan bahan yang lainnya.

Pesawat model Cessna yang dinamakan JD-010 dikomunikasikan menggunakan radio frekuensi 433 Mhz dengan ditambahkan monitoring tampilan visual basic 6.0 yang ditempatkan di ground untuk mengetahui data air speed dalam ketinggian yang telah ditentukan.

Kata Kunci : Mikrokontroler atmega 8535, Sensor pressure MPX5100-GP, Rf433Mhz.

I. PENDAHULUAN

Teknologi pesawat terbang khususnya pada bagian *instrument* atau biasa disebut *avionic* dewasa ini telah berkembang dengan pesat, disamping itu jenisnya pun sangat banyak seperti

air speed indicator, gyroscope, GPS (Global Position System) dan lain-lain.

Pada pembahasan makalah ini akan membahas *instrument* pada *pitottube*, sebagai bagian utama dari *air speed indicator* adalah sebuah *diafragma* dari logam yang *fleksibel*. *Diafragma* ini dihubungkan dengan

pitot tube bila pesawat bergerak maju maka tekanan dinamis masuk kedalam *pitot tube* dan menekan *diafragma* mengembang dan mengempis sesuai dengan besar kecilnya tekanan dinamis yang masuk kedalam *pitot tube* gerakan *diafragma* sebuah tuas yang akan memutarakan sebuah *rocking shaft*.

Pada penjelasan diatas model *pitot tube* akan dicoba menggunakan berupa sensor dimana sensor ini berfungsi untuk membaca aliran udara yang masuk kedalam bagian sensor yaitu *tranduser*. Spesifikasi pada sensor MPX 5100GP *operating pressure* 14.5 PSI dengan *output signal* 0.2 Volt ~ 4.7 Volt. MPX 5100GP *outputnya* berupa *analog* yang akan diolah ke *Analog Digital Converter* (ADC) dengan menggunakan sebuah *prosesor* berupa *mikrokontroler atmega 8535* yang sudah terdapat *Analog Digital Converter* (ADC). Data *output* dari sensor MPX5100GP diolah kedalam *mikrokontroler* dalam sebuah satuan kecepatan aliran udara yang akan ditampilkan ke dalam *software visual basic 6.0*.

II. LANDASAN TEORI

Pembahasan pada landasan teori ini meliputi beberapa komponen untuk menunjang kelancaran.

2.1 *Air Speed Indicator*

Air speed indicator adalah pengukuran tekanan dinamis yang penunjukannya perubahan dari satuan tekanan menjadi satuan kecepatan. Dimana pembahasan ini meliputi kinerja *airspeed indicator* dan perubahan konversi dari tekanan angin atau udara menjadi kecepatan sebagai berikut:

2.1.1 *Pitot Tube*

Pitot tube adalah sebuah *tube* yang ada pada badan pesawat guna mengukur tekanan yang disebabkan oleh pergerakan udara atau angin yang dialami sebuah pesawat. Biasanya *pitot tube* ada dibagian hidung pesawat, namun ada juga pesawat-pesawat yang *pitot tube*-nya berada pada bagian *wing* (sayap) pesawat. Selain mengukur tekanan udara total, *pitot tube* juga mengukur tekanan udara dinamis (*dynamic pressure*, tekanan udara yang bergerak).

Static port adalah lubang yang biasanya ada pada sisi samping badan pesawat. Kegunaannya adalah untuk mengukur tekanan udara statis (*static pressure*, tekanan udara tidak bergerak, tekanan udara di area tertentu). *Static pressure* selalu ada di ruang yang mengandung udara, pada objek yang diam maupun pada objek yang bergerak sedangkan *dynamic pressure* hanya ada pada objek yang bergerak. Jadi *dynamic pressure* bergantung pada pergerakan (motion).

Dynamic pressure terjadi pada objek yang bergerak melalui udara diam maupun objek yang diam tapi dilalui udara yang bergerak. Jadi *dynamic pressure* yang dialami sebuah pesawat yang bergerak dengan kecepatan 70 *knot* melalui udara yang diam maupun pada pesawat diam yang dilalui oleh udara bergerak secepat 70 *knot*, adalah sama.

Pitot tube dan *static port* memiliki hubungan yang erat dengan ASI (*Airspeed Indicator*). Karena indikasi ASI berubah-ubah sesuai dengan perubahan *dynamic pressure* dan *static pressure*. Cara kerjanya, pengukuran total *pressure*

oleh *pitot tube* dikirimkan kepada ASI. Sementara itu, pengukuran *static pressure* oleh *static port* dikirimkan juga kepada ASI dan menjadi negasi dari total *pressure*. Hasilnya yang terindikasi di ASI hanyalah *dynamic pressure*.

Instrument lain yang menggunakan prinsip tekanan udara, yaitu *altimeter* dan *vertical speed indicator* (VSI) hanya menggunakan *static port* untuk pengukurannya.

2.1.2 *Pitot Electric*

Pada penjelasan *Pitot Electric* ini yaitu model *pitot tube* akan dicoba menggunakan berupa *sensor* dimana *sensor* ini berfungsi untuk membaca aliran udara yang masuk kedalam bagian *sensor* yaitu *transducer*. Spesifikasi pada *sensor* MPX 5100GP *operating pressure* 14.5 PSI dengan *output signal* 0.2 Volt ~ 4.7 Volt. MPX 5100GP *output* nya berupa *analog* yang akan diolah ke *Analog Digital Converter* (ADC) dengan menggunakan sebuah *prosesor* berupa *mikrokontroler ATmega8535* yang sudah terdapat *Analog Digital Converter* (ADC). Data *output* dari

sensor MPX5100GP diolah kedalam *mikrokontroler* dalam sebuah satuan tekanan aliran udara yang akan ditampilkan ke dalam *software visual basic* 6.0.

2.2 *Analog Digital Converter* (ADC)

ADC atau *Analog Digital Converter* merupakan suatu piranti yang berfungsi untuk mengubah sinyal-sinyal *Analog* menjadi sinyal *Digital*. Atau dapat disimpulkan ADC ini merubah nilai suatu masukan yang berupa arus, tegangan listrik atau sinyal analog lainnya menjadi sinyal digital (angka).

Pada umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan *analog* dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/berat, aliran dan sebagainya, kemudian diukur dengan menggunakan sistim *digital* (komputer). ADC (*Analog Digital Converter*) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk

sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam *sample per second* (SPS).

Jumlah *bit* ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh ADC 8 *bit* akan memiliki *output* 8 *bit* data *digital*, ini berarti sinyal *input* dapat dinyatakan dalam 255 ($2^n - 1$) nilai diskrit. ADC 16 *bit* memiliki 16 *bit* *ouput* data *digital*, ini berarti sinyal *input* dapat dinyatakan dalam 65535 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 16 *bit* akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik dari pada ADC 8 *bit*.

2.3 *Servo*

Sebuah *actuator* pada pesawat model yang berfungsi sebagai navigasi arah yang ditetapkan dibagian *rudder*. *Servo* dikontrol melalui *mikrokontroler* dengan *output* PWM (*Pulse Width Modulation*) yang terprogram melalui bahasa pemograman.



Gambar 1. *Servo*

2.4. *Propeller*

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



Gambar 2. *Propeller*

2.5 *Sensor MPX 5100GP*

Sensor yang digunakan adalah MPX5100GP yang diproduksi oleh

Freescale Semiconductor, Inc. *Sensor* ini akan menghasilkan sinyal keluaran analog berupa tegangan apabila dideteksi tekanan udara pada tempat tersebut.

Sensor MPX5100GP berfungsi untuk mengetahui besar tekanan gas dalam sebuah media tekanan gas. *Sensor* ini bekerja berdasarkan sifat piezoresistif, yaitu perubahan nilai resistansi suatu benda karena perubahan bentuk permukaan dari benda tersebut. Berdasarkan karakteristik kerja sensor pada *datasheet*, MPX5100GP dapat bekerja dengan baik apabila diberi tegangan masukan sebesar $\pm 5V$ DC dan arus sebesar 7-10 mA.

Keluaran sensor MPX5100GP berupa *sinyal analog* dengan rentang 4,5V DC, yaitu antara 0,2–4,7V DC. Agar dapat dikontrol oleh *mikrokontroler*, maka sinyal keluaran sensor harus diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk *digital*. *Konverter* sinyal analog ke sinyal *digital* ini, atau yang biasa disebut ADC (*Analog Digital Converter*), sudah tersedia secara internal pada *mikrokontroler ATmega8535*.

Sehingga tidak diperlukan lagi rangkaian lain sebagai ADC

Pinsip kerja *sensor MPX5100GP* ini adalah masukan tekanan dari udara akan masuk ke *port input*, sensor akan membaca tekanan yang masuk dengan mengkonversi tekanan menjadi tegangan. Tegangan hasil keluaran sensor kemudian diproses pada *mikrokontroler* dan ditampilkan pada layar LCD. Seting pembacaan tekanan sendiri menggunakan *mikrokontroler ATmega8535* kemudian ditampilkan pada LCD

Seperti yang tercantum dalam *datasheet ATmega8535*, sinyal *analog* akan dikonversi menjadi *sinyal digital 10 bit* menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$ADC = \frac{V_{in} \times 1024}{V_{REF}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana: ADC = Hasil konversi ADC

VIN= Tegangan masukan

VREF= Tegangan referensi

2.6 *Ground Control System (GCS)*

Software Ground Control Station memiliki beberapa fitur penting diantaranya:

a. Grafik

IMU yang terdiri dari tiga *sensor accelerometer* dan tiga *sensor gyroscope* yang masing-masing ditempatkan pada tiga sumbu (x, y, dan z) dan saling tegak lurus.

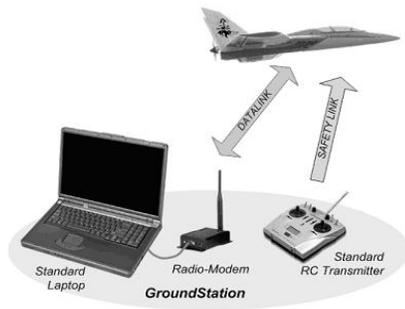
b. *Comm Port Selector*

Pada fitur *Ground Station* ini digunakan untuk memilih *port* yang akan digunakan serta *baudrate* yang akan digunakan. Dengan adanya *port* yang telah otomatis terdeteksi maka akan mempermudah proses penggunaan *port serial* yang digunakan.

c. *Instrumentasi Avionic Artificial Horizon*

Instrumen ini digunakan untuk menampilkan kondisi *horizontal* wahana. Dengan tampilan ini kita dapat melihat posisi kemiringan wahana (*Roll dan Pitch*). Cara membuatnya dengan memanfaatkan instrumentasi *Avionic* dari codeproject.com. sehingga dapat digunakan serta ditambahkan kedalam project form ini. Instrumen ini bekerja

dengan menggunakan data yang didapat dari data *sensor* yang diolah oleh *kontroler*.



Gambar 3. *Ground Control System*

Perangkat atau instrument *Ground Control System* yang digunakan pada pesawat JD-010 meliputi sebagai berikut:

1. USB to serial

USB merupakan *port* masukan/keluaran baru yang dibuat untuk mengatasi kekurangan-kekurangan port serial maupun paralel yang sudah ada. USB dibuat dengan kelebihan-kelebihan sebagai berikut:

1. Hot-plugable, yang berarti piranti masukan/keluaran yang menggunakan USB dapat ditambahkan ketika PC menyala.

2. Mudah digunakan karena piranti masukan/keluaran yang terpasang dikenali oleh PC menggunakan *driver* yang sesuai kemudian konfigurasinya akan dikerjakan secara otomatis.

3. Semua piranti dipasang menggunakan satu tipe konektor.

4. Kecepatan USB sangat tinggi, dapat mencapai 12 Mbps (untuk USB Rev 1.1, yang digunakan pada Tugas Akhir ini) yang tentunya jauh lebih cepat dibanding port serial dan paralel yang ada saat ini.

5. Jumlah piranti yang dapat dipasang pada PC mencapai 127 piranti (dengan bantuan hub yang dapat dipasang sampai 5 tingkat), suatu batasan yang sangat tinggi untuk ekspansi piranti masukan/keluaran.

6. Piranti dengan USB dapat menggunakan catudari PC (untuk penggunaan arus tidak lebih dari 500mA) sehingga tidak membutuhkan tambahan catu daya luar.

7. Hemat listrik karena piranti dapat mati secara otomatis apabila tidak digunakan (PC dalam keadaan suspend).

8. Adanya deteksi dan pemulihan kesalahan yang handal. Kesalahan data dideteksi dan transaksi diulang lagi untuk memastikan data dikirim/diterima dengan benar.

9. Merupakan piranti eksternal PC sehingga tidak perlu membuka kotak PC atau merancang suatu kartu antar muka dalam penggunaan piranti masukan/keluaran dengan USB.

Komunikasi pada USB dilakukan secara serial. Serial lebih dipilih dibanding dengan paralel karena kebutuhan kabel yang lebih sedikit, sehingga lebih murah, dan lebih mudah diterapkan dalam konfigurasi dinamik. Yang dimaksud dengan konfigurasi dinamik adalah suatu system masukan/keluaran dapat dipasang atau dikonfigurasi ulang dengan memasang atau melepas kabel ketika PC bekerja. Pada konfigurasi dinamik tidak diperlukan booting ulang.

Hubungan piranti masukan/keluaran dengan PC melalui USB dilakukan secara asimetrik yang berarti konektor pada kedua ujung kabel tidak sama sehingga harus diketahui ujung mana yang dipasang

pada master dan ujung mana yang dipasang pada slave. Terminologi yang diadopsi oleh spesifikasi USB adalah “*upstream*” (menuju PC) dan “*downstream*” (menuju piranti masukan/keluaran).

Ujung “*upstream*” mengatur protokol dan mengintruksikan ujung “*downstream*” untuk membalas pada waktu yang ditentukan. *Konektor* tipe A dipasang pada PC sedangkan tipe B dipasang pada piranti masukan/keluaran. *Konektor* pada USB memiliki 4 kaki, yaitu VCC +5V atau sering disebut VBUS), Data- (D-), Data+ (D+), dan GND

2.7 Konversi dari tekanan angin menjadi kecepatan

Sensor tekanan adalah *sensor* untuk mengukur tekanan suatu zat. Tekanan (p) adalah satuan fisika untuk menyatakan gaya (F) per satuan luas (A). Satuan tekanan sering digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu cairan atau gas.

Satuan tekanan dapat dihubungkan dengan satuan *volume* (isi) dan suhu. Semakin tinggi tekanan didalam suatu tempat dengan isi yang

sama, maka suhu akan semakin tinggi. Hal ini dapat digunakan untuk menjelaskan mengapa suhu diatas lebih rendah dari pada dibawah, karena dibawah tekanan lebih tinggi.

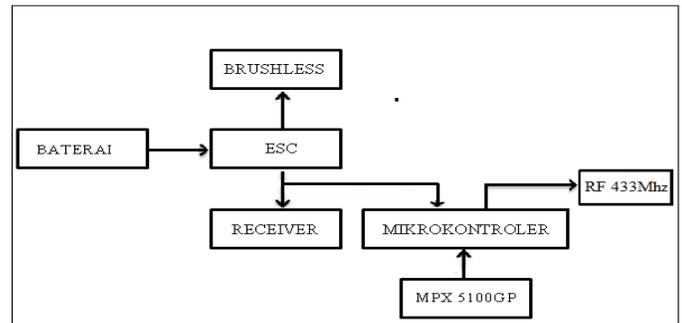
Konversi disini menggunakan prinsip *piezoresistif*, yaitu perubahan nilai resistansi suatu benda karena perubahan bentuk permukaan dari benda tersebut. Berdasarkan karakteristik kerja sensor MPX 5100GP dapat bekerja dengan baik apabila diberi tegangan masukan sebesar $\pm 5V$ DC dan arus sebesar 7-10 mA.

III. PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA

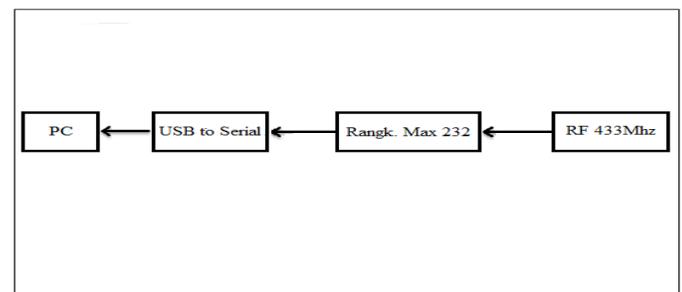
perancangan dan pengujian alat meliputi pembahasan berdasarkan blok diagram, pengujian alat dan penjelasan perangkat lunak.

3.1 Blok Diagram

Berikut adalah blok diagram dari transmitter dan receiver.



Gambar 4. *Transmitter* pada pesawat JD-10



Gambar 5. *GCS (Ground Control Sistem) Reicever*

Prinsip kerja dari blok diagram gambar 4.1 *Transmitter* dan gambar 4.2 *Reicever* pada pesawat model JD-010 sebagai berikut:

1. Penjelasan dari gambar 1
 - a. Baterai yang digunakan 11 volt dan ampere 5800 mAh itu cukup untuk mengaktifkan *motor brushless*.
 - b. ESC (*Electric Speed Control*) berfungsi untuk mengatur kecepatan motor

- brushless* dan mengaktifkan *reicever remoteyang* membutuhkan *power DC 5 volt* yang sudah ada dari *outputnya ESC (Electric Speed Control)*.
- c. *Mikrokontroler Atmega8535* berfungsi untuk membaca data dari *sensor MPX 5100GP* yang akan dikirimkan ke PC melalui *radio frekuensi 433 Mhz*. *Mikrokontroler atmega 8535* mendapatkan *power supplay* dari *reicever* dimana *reicever* terdapat *port* yang menghasilkan *5 volt*.
 - d. *Reicever* ini sudah terintegrasi oleh *remote control* dari buatan pabrik, dimana sistem terbang pesawat ini masih manual yang di kontrol oleh *user* atau manusia.
- untuk menerima data dari pesawat berupa data sensor MPX 5100GP
- b. Rangkaian *max232* berfungsi untuk mengatur data yang diterima dalam bentuk TTL atau ASCII.
 - c. *USB to Serial* digunakan untuk mengubah dari PORT serial ke USB dimana laptop sekarang sudah tidak ada PORT serial DB-9.
 - d. PC berfungsi sebagai *monitoring* data yang akan di modifikasi dalam bentuk *visual basic*, yang mana tampilan *monitoring* ini menggunakan *visual basic 6.0*.

3.2 Pengujian Alat

Pengujian alat pada sistem *air speed indicator* akan di bahas dalam bentuk tabel berikut ini:

2. Penjelasan dari gambar 4.2
 - a. *Radio frekuensi 433 Mhz* yang digunakan berfungsi

Tabel 1. Data Analog / ADC

NO	DATA ADC	OUTPUT MPX 5100GP (Volt)
1	43 bit	0.2 V
2	238 bit	1.8 V
3	476 bit	2.5 V
4	615 bit	3.2 V
5	710 bit	4.7 V

Tabel 2. Konversi Tekanan

NO	DATA ADC	KONVERSI TEKANAN	OUTPUT MPX 5100GP (Volt)
1	43 bit	0 psi	0.2 V
2	238 bit	5 psi	1.8 V
3	476 bit	10 psi	2.5 V
4	615 bit	13 psi	3.2 V
5	710 bit	15 psi	4.7 V

Tabel 3. Konversi Kecepatan

NO	TEKANAN	KECEPATAN	OUTPUT MPX 5100GP (Volt)
1	0 psi	0m/s	0,2 V
2	3 psi	2,826m/s	0,9 V
3	6 psi	5,652 m/s	1,8 V
4	9 psi	8,478 m/s	2,2 V
5	12 psi	11,304 m/s	2,9 V
6	15 psi	14,13 m/s	4,7 V

$$V_t = V_0 \pm \frac{P \times A}{m} \cdot t \dots\dots (4.1)$$

Dimana:

V_0 : 0 m/s

m : 2 kg

A : 2 mm (0.00314 m)

t : 600 s (10 menit)

Contoh:

Diketahui: $P = 3$

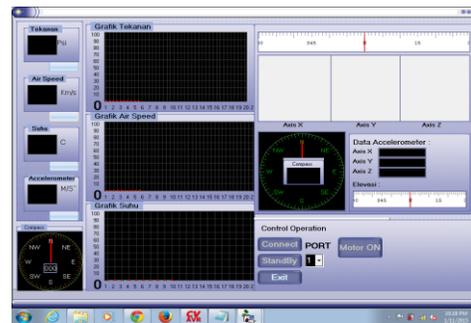
$$V_t = V_0 \pm \frac{P \times A}{m} \cdot t$$

$$= 0 \pm \frac{3 \times 0,00314}{2} \cdot 600$$

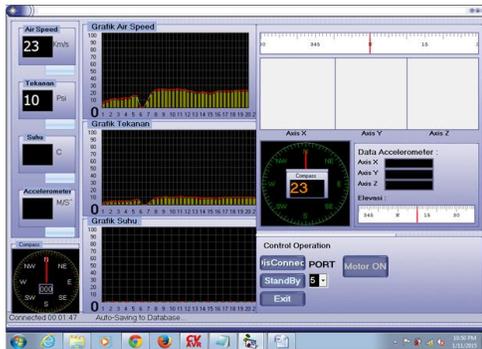
$$= 0 \pm 2.826 = 2.826 \text{ m/s}$$

3.3 Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak ini sebagai monitoring penerimaan data dari pesawat ke PC, Perangkat lunak ini menggunakan *software visual basic 6.0* yang belum terkoneksi. *Software* ini berisikan tampilan *sensor* tekanan, *sensor air speed indicator*, *sensor* suhu, *compass* dan *3 axis* serta tampilan grafik.



Gambar 6. Tampilan *Software* sebelum terkoneksi



Gambar 7. Tampilan Software sudah terkoneksi

3.4 Analisa

1. Dalam *navigasi* pesawat terbang sangat dibutuhkan *instrument air speed indicator*.
2. Untuk menambah keakuratan sensor kecepatan udara, sebaiknya menggunakan *pitot tube* yang terkalibrasi dan memiliki *static port* dan *dynamic pressure* dimana untuk saat ini *sensor* yang digunakan hanya memiliki *static pressure* yaitu tipe *sensor MPX 5100GP*.
3. Sistem *software* yang digunakan saat ini masih sederhana, *software* yang digunakan adalah *visual basic 6.0* dimana *software* ini hanya menampilkan data saja tanpa

menggunakan simulasi *instrument* pada pesawat terbang aslinya.

IV. KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian menggunakan *sensor MPX 5100GP* ADC yang didapat atau di hasilkan bernilai *43bit*. Dengan hasil pengukuran menggunakan *multitaster* menunjukkan nilai *0.2 volt*, hasil pengujian ini belum dikonversi dengan satuan tekanan (*psi*).
2. Pengujian tabel 1. nilai ADC *43bit* telah menunjukkan hasil konversi tekanan yang bernilai *0 psi*. hasil pengujian ini telah terukur dan dibandingkan dengan menggunakan kompresor yang sudah terinclude pada *indicator* tekanan. Pengujian ini sesuai dengan kapasitas max *sensor MPX 5100GP* yang bernilai *110 kpa* atau *15 psi*.
3. Pada tabel 4.3 konversi kecepatan misalnya nilai konversi tekanan *0 psi* menghasilkan konversi

kecepatan 0 m/s dan mengeluarkan output 0,2 volt dan alat ini masih dalam tahap pengembangan yang nantinya akan dilanjutkan lebih dalam lagi.

4. *Software* yang digunakan saat ini masih dalam pengembangan yang nantinya akan di perbarui sesuai dengan *instrument* pada pesawat terbang.
5. *Radio frekuensi 433Mhz* sudah mencukupi kebutuhan atau keperluan yang menunjang pada pesawat model JD-010 untuk pengiriman data *sensor* tekanan dengan *radius* 1km.

[4] Widodo Budijarto, “*Mikrokontroler ATmega 8535*”, PT. Elek Media Komputindo, Gramedia, Jakarta, 2004

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfianto Deni, Kamus “*Komponen Elektronika*”, Penerbit PT. Kawan Pustaka, Jakarta, 2011
- [2] Paul, A, “ *Prinsip-prinsip Elektronika*”, Airlangga, Jakarta, 2000.
- [3] Sudjadi, “*Teori dan Aplikasi Mikrokontroler*”, Penerbit Graha Ilmu Yogyakarta, 2005.