

# **PROTOTYPE KONTROL DAN MONITORING SUDUT KEMIRINGAN PAPI (PRECISION APPROACH PATH INDICATOR) BERBASIS MIKROKONTROLER**

**M. Fahmi Alfian<sup>1</sup>, Rifdian IS<sup>2</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email : [alfianfahmimuhammad@gmail.com](mailto:alfianfahmimuhammad@gmail.com)

## **Abstrak**

*Precision Approach Path Indicator (PAPI)* adalah salah satu peralatan *visual aids* yang berfungsi sebagai penunjang keselamatan penerbangan. Alat ini digunakan sebagai penentu *touchdown zone* saat pesawat melakukan pendaratan dengan membaca sudut dari pancaran cahaya yang diberikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk memudahkan kinerja teknisi dan menambah kehandalan *Precision Approach Path Indicator (PAPI)* agar kepresisian sudut elevasi tetap terjaga. Metode penelitian dengan melakukan observasi *Precision Approach Path Indicator (PAPI)* pada masa *On The Job Training (OJT)* di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan, serta mengacu pada pedoman *Annex 14 – Aerodrome* dan dokumen Direktoral Jendral Perhubungan Udara tahun 2004 tentang *Manual Of Standart Aerodrome*, Tahun 2012 tentang Pentunjuk dan Tata Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil, dan KP 2 Tahun 2013 Tentang Kriteria Penempatan dan Utilitas Bandar Udara. Hasil pengujian dengan ketelitian sensor IMU MPU – 6050 adalah  $0,175^\circ$  akan memudahkan teknisi melakukan perbaikan dan menambah keandalan *Precision Approach Path Indicator (PAPI)* dengan menambah fitur otomatisasi menaik turunkan *box PAPI* ketika terjadi perubahan sudut menggunakan motor *Stepper*, sehingga kepresisian sudut *Precision Approach Path Indicator (PAPI)* tetap terjaga demi keselamatan dan kelancaran pendaratan pesawat.

**Kata kunci** : *Precision Approach Path Indicator (PAPI)*, *Touchdown Zone*, motor *Stepper* , SENSOR IMU MPU - 6050, *Visual Aids*.

## **1. PENDAHULUAN**

*Precision Approach Path Indicator (PAPI)* adalah alat bantu visual yang membantu pilot untuk mendarat mengikuti sudut pendaratan (*onslope*) titik pendaratan (*touch down zone*). Dalam Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Udara. Nomor : KP 289 tahun 2012 Pasal 3 tentang alat bantu visual yang perlu dilakukan pengujian di darat diantaranya adalah *PAPI*. Pada pasal 4 dijelaskan pengujian dilakukan dengan 2 cara yaitu secara berkala satu bulan sekali dan enam bulan sekali oleh Direktorat Jenderal Pehubungan Udara.

Walaupun demikian, dalam kenyataanya meskipun sudah dilakukan *Ground Check* atau kegiatan pemantauan terhadap sudut *PAPI*, masih ada laporan dari pilot maupun pihak *ATC*

(*Air Traffic Controller*) bahwa sudut *PAPI* telah mengalami perubahan yang mengakibatkan pilot tidak nyaman ketika melakukan pendaratan dan dapat membahayakan pesawat. Hal ini dikarenakan perubahan sudut *PAPI* dapat terjadi kapan saja dan tidak diketahuinya secara langsung bahwa ada perubahan sudut pada *PAPI*. Apabila hal tersebut sering terjadi tentu saja akan membahayakan pesawat saat akan mendarat. Apabila sudut elevasi *PAPI* berubah kurang dari batas minimum yaitu  $2^\circ 45'$  maka pesawat akan mendarat sebelum *threshold* dan mengalami kecelakaan. Sebaliknya jika sudut *PAPI* berubah lebih dari batas maksimum yaitu  $3^\circ$  maka pesawat

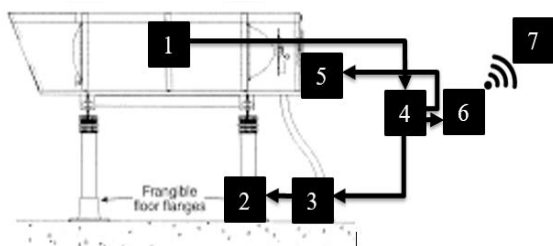
mengalami *over run*/mendarat melebihi *touchdown zone*.

*Ground check* atau Kegiatan pemantauan yang dilakukan oleh teknisi secara manual setiap 1 bulan sekali. Pihak teknisi harus mendatangi lokasi *PAPI* berada yang pada umumnya terletak cukup jauh dari *power house* yaitu dengan jarak kurang lebih 2000 meter. Sehingga, jika terjadi perubahan sudut *PAPI* secara mendadak tidak dapat langsung diketahui oleh pihak teknisi bandara. Alat penunjang pemantauan sudut *PAPI* juga masih konvensional menggunakan *clinometer* manual. Hal ini menyebabkan kegiatan pemantauan sudut *PAPI* tidak maksimal dan kurang efisien mengingat padatnya jadwal penerbangan yang ada. Dengan latar belakang tersebut peneliti membuat penelitian yang berjudul **“Prototype Kontrol dan Monitoring Sudut Kemiringan *PAPI* (*Precision Approach Path Indicator*) Berbasis Mikrokontroler”**.

## 2. METODE

Penelitian ini diklasifikasikan menjadi 3 tahap : 1. Perancangan 2. Pembuatan dan 3. Pengujian

Maksud dan tujuan konsep rancangan *prototype* ini diharapkan prinsip kerjanya nanti akan sesuai dengan kondisi yang diinginkan oleh peneliti. Secara keseluruhan prinsip kerja dari rancangan alat ini dijelaskan pada diagram blok, wiring dan *flow chart* dibawah ini.

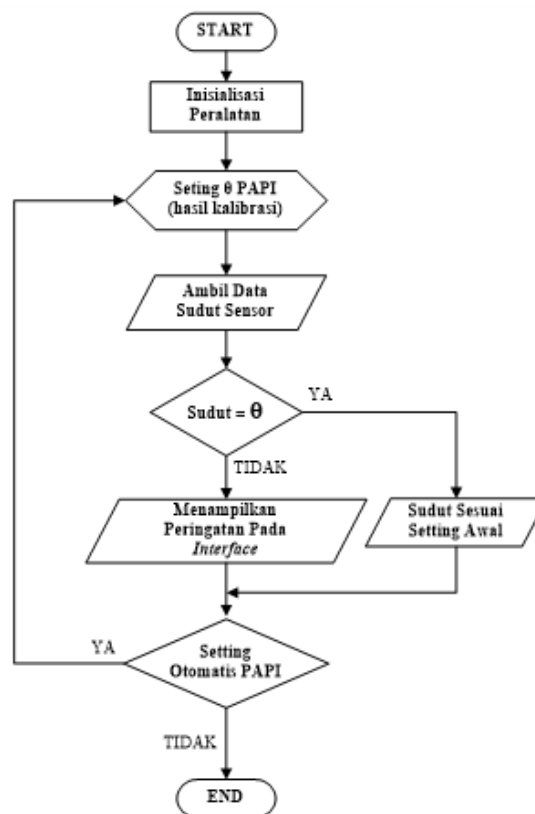


Gambar 1. Diagram Blok Rancangan Alat.

Keterangan :

1. Sensor IMU MPU – 6050.
2. Motor Stepper.

3. Driver Motor Stepper DRV 8825.
4. Mikrokontroler Arduino Nano.
5. LCD 20 X 4.
6. Modul Wireless X-Bee S1.
7. PC.



Gambar 2. Flow Chart Rancangan Alat.

Gambar diatas menjelaskan bahwa cara kerja yaitu, inisialisasi *power supply* ke seluruh komponen, sensor IMU MPU 6050 membaca sudut, hasil pembacaan diolah oleh mikrokontroler. Hasil di tampilkan *lcd* 20x4 dan *interface pc* melalui modul *wireless x-bee* s1, apabila terjadi perubahan mikrokontroler akan memerintahkan motor *stepper* bekerja melalui *driver drv* 8825.

### Pembuatan

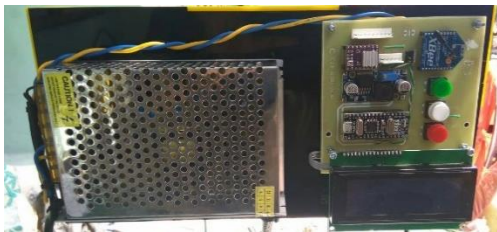
Pada proses tahap pembuatan penelitian ini peneliti ingin merealisasikan apa yang sudah direncanakan pada proses perancangan alat diatas agar sudut kemiringan *PAPI* dapat terbaca secara *real time* dan bisa mengatur sudut kemiringan secara otomatis melalui modul *wireless x-bee* s1 dan motor *stepper*.

### Pengujian

Pada tahap pengujian alat, *prototype* ini akan peneliti uji dengan mengubah ketinggian pijakan kaki *box* untuk mengetahui keakuratan pembacaan sudut dan respon putaran motor *stepper*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Rangkaian dan Pengujian *Hardware*

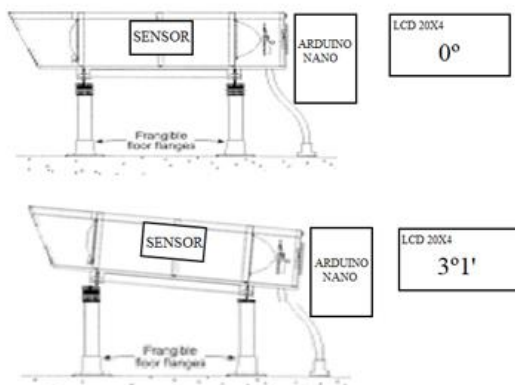


Gambar 3. *Power supply*.

*Power Supply* yang digunakan oleh peneliti sebagai catu daya memiliki tegangan 12 Volt dengan arus 5A untuk menginisialisasi seluruh komponen.

Tabel 1. Hasil Pengujian Catu Daya

No	Komponen	V Input	V Diinginkan	V Output Terukur
1.	Keluaran Adaptor	220 Vac	12 Vdc	11,98 Vdc
2.	Regulator IMI 956	11,98 Vdc	5 Vdc	5,04 Vdc
3.	Arduino Nano	11,98 Vdc	5 Vdc	4,95 Vdc
4.	Sensor IMU MPU6050	5,04 Vdc	5 Vdc	5,02 Vdc
5.	LCD 20 X 4	11,98 Vdc	5 Vdc	5,03 Vdc
6.	Motor Stepper	11,98 Vdc	12 Vdc	11,95 Vdc
7.	Modul DRV 8825	5,04 Vdc	5 Vdc	4,98 Vdc
8.	X - Bee S1	5,04 Vdc	3,3 Vdc	3,4 Vdc



Gambar 4. Rancangan Sensor IMU

Sensor IMU MPU-6050 diletakkan pada *box PAPI* untuk mengetahui sudut kemiringan berdasarkan gerakan *yaw* (gerak naik turun) dan

diuji menggunakan referensi analog busur derajat.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor IMU

No.	Analog	YAW ( IMU MPU - 6050)
1.	1°	1,1°
2.	2°	2,3°
3.	3°	3,1°
4.	4°	4,2°



Gambar 5. Rancangan Motor Stepper

Penggerak *box PAPI* menggunakan motor stepper yang diperintahkan mikrokontroler melalui *driver* DRV 8825 untuk bergerak *forward* atau *reverse*.

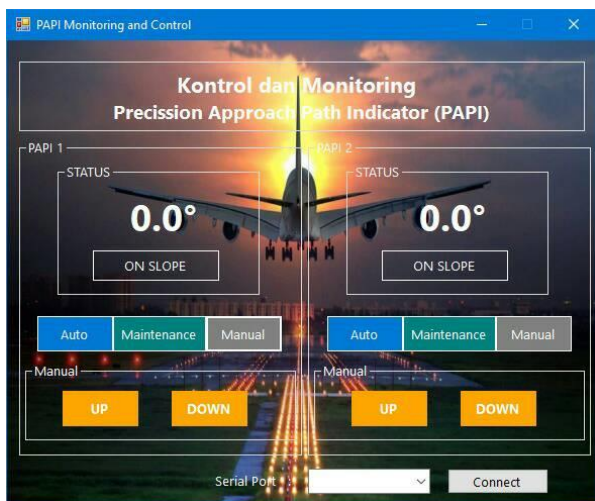
Tabel 3. Hasil Pengujian Modul DRV8825

Derajat	Motor Stepper		DRV 8825	
	Forward	Reverse	V Input	V ke Motor
0°	OK	OK	4,98 Vdc	11,97 V
30°	OK	OK	4,98 Vdc	11,96 V
60°	OK	OK	4,98 Vdc	11,93 V
90°	OK	OK	4,98 Vdc	11,92 V
120°	OK	OK	4,98 Vdc	11,94 V
150°	OK	OK	4,98 Vdc	11,98 V
180°	OK	OK	4,98 Vdc	11,94 V
210°	OK	OK	4,98 Vdc	11,96 V
240°	OK	OK	4,98 Vdc	11,93 V
270°	OK	OK	4,98 Vdc	11,98 V
300°	OK	OK	4,98 Vdc	11,97 V
330°	OK	OK	4,98 Vdc	11,95 V

#### b. Rangkaian *Software*

Penampil hasil *prototype* ini menggunakan *VisualBasic.NET* sekaligus sebagai media

kontrol dan monitoring jarak jauh dengan media modul *wireless x-bee s1*.



Gambar 6. Tampilan Interface

### c. Rangkaian dan Pengujian Sistem Keseluruhan

Prinsip kerja sistem *Prototype* ini adalah bagaimana sensor IMU membaca sudut elevasi *PAPI*, menampilkan hasil pada LCD dan *interface PC* melalui koneksi *wireless x-bee s1* dengan perintah kontrol manual atau otomatis untuk mempertahankan sudut elevasi dengan menggerakkan kaki *box PAPI* melalui motor *stepper*.

#### - Pengujian Sistem Berdasarkan Motor *Stepper* dan *box PAPI B*

Tabel 4. Hasil Pengujian Motor *Stepper Box PAPI B*

No	PAPI B	± (mm)	Hasil	Keterangan
1.	3°	+0mm	3°	<i>On Slope</i>
2.	3°15'	+3mm	3°01'	<i>On Slope</i>
3.	3°30'	+6mm	3°09'	<i>On Slope</i>
4.	3°45'	+9mm	3°35'	<i>Too High</i>
5.	2°45'	-3mm	2°50'	<i>Too Low</i>
6.	2°30'	-6mm	2°55'	<i>Too Low</i>
7.	2°15'	-9mm	3°02'	<i>On Slope</i>
8.	3°15'	+3mm	3°01'	<i>On Slope</i>
9.	3°30'	+6mm	3°01'	<i>On Slope</i>
10.	3°45'	+9mm	3°40'	<i>On Slope</i>
11.	2°45'	-3mm	2°55'	<i>Too Low</i>
12.	2°30'	-6mm	3°10'	<i>On Slope</i>
13.	2°15'	-9mm	3°25'	<i>Too High</i>

Dari tabel didapatkan hasil 13 kali percobaan menaik turunkan alas setiap ketebalan 3mm yaitu, 8 kali hasil *Onslope*, 2

kali hasil *Too High* dan 3 kali hasil *Too Low*. Hasil menyatakan bahwa alat ini dapat berfungsi, namun memiliki beberapa kali kegagalan diluar koridor *Onslope*.

#### - Pengujian Sistem Pengoperasian *Interface PC*

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem Operasi Secara *Interface PC*

No	Manual	Otomatis	Maintenance	Keterangan
1.	ON	OFF	ON	3
2.	ON	ON	ON	3
3.	OFF	OFF	ON	3
4.	OFF	ON	ON	3
5.	ON	OFF	OFF	1
6.	ON	ON	OFF	2
7.	OFF	OFF	OFF	4
8.	OFF	ON	OFF	2
9.	ON	OFF	ON	1
10.	ON	ON	ON	3
11.	OFF	OFF	ON	3
12.	OFF	ON	ON	3
13.	ON	OFF	OFF	1
14.	ON	ON	OFF	2
15.	OFF	OFF	OFF	4
16.	OFF	ON	OFF	2

Dari pengujian disimpulkan bahwa *Prototype* kontrol dan monitoring sudut kemiringan *PAPI (Precision Approach Path Indicator)* berbasis mikrokontroler akan bekerja sesuai sistem mode manual akan berfungsi jika mode otomatis OFF dan mode *maintennance* ON. Mode Otomatis akan berfungsi jika mode manual dan *maintennance* OFF. Dan mode *maintennance* akan berfungsi jika mode manual dan otomatis OFF. Tetapi saat mode manual dan otomatis ON secara bersamaan yang lebih diutamakan adalah mode otomatis. Ketiga mode tersebut berfungsi apabila tombol otomatis yang ada pada *box PAPI* dalam posisi ON.

#### - Pengujian Sistem Pengoperasian *Groundcheck*

Tabel 6. Hasil Pengujian Sistem Operasi Secara  
*Groundcheck*

No	Manual	Otomatis	Keterangan
1.	ON	OFF	1
2.	ON	ON	1,2
3.	OFF	OFF	3
4.	OFF	ON	2
5.	ON	OFF	1
6.	ON	ON	1,2
7.	OFF	OFF	3
8.	OFF	ON	2
9.	ON	OFF	1
10.	ON	ON	1,2
11.	OFF	OFF	3
12.	OFF	ON	2
13.	ON	OFF	1
14.	ON	ON	1,2
15.	OFF	OFF	3
16.	OFF	ON	2

Dari tabel disimpulkan bahwa alat akan bekerja secara manual saat mode otomatis OFF, alat akan bekerja secara otomatis saat mode manual OFF, dan alat tidak akan bekerja saat mode manual dan otomatis OFF. Namun apabila kedua mode manual dan otomatis ON alat akan bekerja normal dengan mengutamakan mode otomatis.

#### 4. PENUTUP

##### Simpulan

Dari pengukuran dan analisis yang dilakukan oleh peneliti terhadap rancangan alat monitoring dan peringatan otomatis perubahan sudut seting *PAPI* di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancangan alat yang disusun oleh peneliti bekerja untuk memonitoring perubahan sudut dari pembacaan sensor IMU MPU-6050 yang dipasang pada box *PAPI*, dan melakukan *setting* otomatis *PAPI* melalui kaki box *PAPI*.
2. Tingkat ketelitian alat ini adalah 0,1 derajat.
3. Untuk penerapan secara langsung di lapangan dibutuhkan penyesuaian dengan peraturan baik *Annex*, SKEP ataupun KP

serta keadaan di lapangan. Tetapi tidak merubah sistem yang sudah ada sehingga rancangan dapat di fungsikan secara efisien dan maksimal.

4. Rancangan alat ini bekerja berdasarkan pembacaan dari sensor IMU MPU – 6050 dan akan ditampilkan oleh *interface* untuk kemudian dipilih *ground check* atau *setting* otomatis.
5. Rancangan alat ini mudah di operasikan, dan memiliki *interface* yang sederhana dan menarik sehingga dapat menujung efisiensi dan memudahkan para teknisi dalam proses *ground check*.

##### Saran

Adapun saran dari peneliti untuk pengembangan penelitian ini agar kedepannya lebih baik, antara lain :

1. Perlu adanya tambahan tentang riwayat */history* dari hasil pembacaan sensor terhadap setiap perubahan sudut, agar lebih memudahkan teknisi.
2. Diharapan adanya penyempurnaan rancangan pada bagian *interface* yang lebih canggih dan menarik, sensor yang lebih teliti, komunikasi *wireless* yang lebih akurat dan motor penggerak yang lebih halus dan kuat.
3. Dalam pengoperasian alat, hendaknya diperhatikan cara pengoperasian yang benar karena akan memberikan hasil yang maksimal sesuai dengan yang diharapkan. Dalam pengoperasian alat, hendaknya diperhatikan sop cara pengoperasian yang benar karena akan memberikan hasil yang maksimal sesuai dengan yang diharapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]Pramana, Yuga Aditya. 2012. *Implementasi Sensor Accelerometer, Gyroscope dan Magnetometer Berbasis Mikrokontroler Untuk Menampilkan Posisi Benda Menggunakan Inertial Navigation System (INS)*. Bandung : Program Studi Teknik Elektro, Universitas Komputer Indonesia.
- [2]Maulana, Mochamad Iqbal. 2015. *Rancangan Alat Pemantauan dan Peringatan Otomatis Pada Perubahan Penalaan Sudut PAPI(Precision Approach Path Indicator) Berbasis Mikrokontroler di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya*. Surabaya : Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Surabaya.
- [3]Setyadi, D. 2005. *Belajar Pemrograman Visual Basic 6.0*. Yogyakarta.
- [4]Pitowarno, Endra. 2005. *Mikroprosesor & Interfacing*.
- [5]Sasonto, Hari. 2015. *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula, Free Book Online*.