

**RANCANGAN SISTEM KONTROL LAMPU *CENTERLINE HIGH SPEED TAXIWAY* BERBASIS MIKROKONTROLER DI BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO HATTA TANGERANG**

**Mohammad Aqif Alfatih<sup>1</sup>, Hartono<sup>1</sup>, Bambang Junipitoyo<sup>1</sup>**

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Listrik Bandara, Fakultas Teknik Penerbangan, Politeknik Penerbangan Surabaya  
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

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

**Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini yaitu membantu pesawat dalam pergerakan setelah *landing*, sehingga dapat mengoptimalkan pergerakan pesawat di *runway* dengan bantuan *centerline high speed taxiway* di Bandar Udara Soekarno-Hatta. Alat akan dikontrol oleh ATC sebagai pemandu dan akan otomatis mati ketika pesawat telah melewati *High Speed Taxiway* (HST). Sistem kontrol pada alat ini juga dapat membantu pilot ketika *Taxi Guidance Sign* (TGS) pada *exit taxi* dalam keadaan mati dan mempersulit pilot menentukan pergerakan pesawat. Dalam penelitian ini, penulis merancang sebuah simulasi kontrol menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai media kontrol, dan beberapa alat lain seperti sensor inframerah dan LED. Sistem ini menggunakan PC (*Personal Computer*) sebagai *interface* dengan *user*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa salah satu cara untuk mengurangi *runway occupation time* (ROT) dan mengoptimalkan pergerakan pesawat di *runway* adalah penggunaan HST dengan sistem kontrol pada *centerline*. Tetapi masih perlu banyak pengembangan agar alat ini dapat bekerja lebih baik lagi.

**Kata kunci** : *Centerline, High Speed Taxiway, Arduino Mega2560, Bandar Udara Internasional Soekarno Hatta.*

**ABSTRACT**

*The purpose of this thesis is to assist the aircraft in the movement after landing, so as to optimize the movement of aircraft on the runway with the help of the high speed taxiway centerline at Soekarno-Hatta Airport. The tool will be controlled by ATC as a guide and will automatically turn off when the aircraft has passed the High Speed Taxiway (HST). The control system on this tool can also help the pilot when the Taxi Guidance Sign (TGS) at the exit taxi is off and makes it difficult for the pilot to determine the movement of the aircraft. In this thesis, the authors designed a control simulation using the Arduino Mega 2560 as a control media, and several other devices such as infrared sensors and LEDs. This system uses a PC (Personal Computer) as an interface with the user. The results of this study indicate that one way to reduce runway occupation time (ROT) and optimize aircraft movement on the runway is the use of HST with a control system at the centerline. But it still needs a lot of development so that this tool can work better.*

**Keywords:** *Centerline, High Speed Taxiway, Arduino Mega2560, Soekarno Hatta International Airport.*

**PENDAHULUAN**

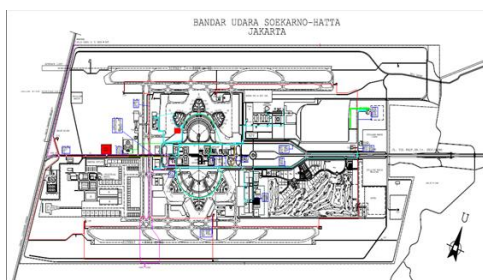
Bandara merupakan salah satu tempat dimana moda transportasi pesawat terbang

berada. Moda transportasi ini semakin tahun semakin diminati oleh manusia karena dengan menggunakan pesawat terbang, waktu jarak tempuh perjalanan

menuju tempat yang jauh menjadi lebih cepat daripada menggunakan moda transportasi darat maupun moda transportasi laut.

Bandara Internasional Soekarno-Hatta adalah salah satu bandara yang memiliki kualitas pelayanan terbaik di Indonesia. Bandara ini terletak di daerah Tangerang, Jawa Barat. Saat ini, Bandara Soekarno-Hatta terus berupaya meningkatkan faktor kenyamanan dan keamanannya. Berhubungan dengan pelayanan, Bandara Soekarno-Hatta juga memperhatikan tentang *On Time Performance* (OTP). Pada tahun 2018, OTP Bandara Soekarno-Hatta mencapai 77%, dan membuktikan bahwa Bandara Soekarno-Hatta adalah salah satu bandara dengan tingkat ketepatan waktu yang baik. Selain itu Bandara Soekarno-Hatta juga berusaha untuk mencapai predikat *eco-airport* dengan efisiensi pada semua bidang sumber daya.

Di Bandara Soekarno-Hatta lalu lintas penerbangan tiap hari sangat padat, hampir 1 menit sekali akan ada pesawat yang *take off* ataupun *landing*. Pesawat yang *landing* akan memasuki *High Speed Taxiway* (HST) ataupun *exit taxiway*. Dalam hal ini, kelanjutan kerja dari sistem lampu pada area *high speed taxi* ini harus sangat diperhatikan, salah satunya yaitu *centerline* pada HST. Dikarenakan fungsi dari lampu *centerline* pada HST ini sangat penting bagi keselamatan dan kenyamanan penumpang di bandara Soekarno-Hatta.



Gambar 1. Layout bandara Soetta

Terdapat beberapa penelitian terdahulu mengenai *high speed taxiway*, salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Anas Sobirin (2018) pada penelitian yang berjudul *Simulasi Monitoring Trouble Source Location Pada Lampu High Speed Taxi Menggunakan Fiber Optic Berbasis PLC Di Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta Tangerang*. Penelitian ini bertujuan untuk memonitoring lampu *high speed taxiway* yang mati.

Penelitian juga dilakukan oleh Laila Fatchiyaha dan Ervina Ahyudanari (2017) pada jurnal yang berjudul *Analisis Dampak Delay Yang Terjadi Pada Runway, Apron dan Ruang Udara Terhadap Operasional Pesawat menyebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi ROT (Runway Occupancy Time) bukan hanya jenis pesawat saja melainkan speed exit taxiway*. Apabila suatu runway dilengkapi fasilitas *high speed exit taxiway* maka angka ROT semakin kecil.

Penelitian tentang *taxiway* juga dilakukan oleh Farida Agusalim (2018) pada makalahnya yang berjudul *Pengertian dan Pengembangan Taxiway*. Pada makalah tersebut dijelaskan mengenai pengertian *taxiway*, konfigurasi *taxiway*, dan perkembangan *taxiway* selama beberapa tahun terakhir.

*Centerline* HST yang akan menyala berada pada area HST yang dilalui oleh pilot dengan sistem kontrol yang berada pada ATC. Hal ini tentu sangat berguna bagi pilot karena pilot akan menyesuaikan kecepatan pesawat agar segera bisa masuk ke HST. Pilot juga terbantu jika guidance sign dalam keadaan mati ataupun dalam keadaan visibilitas yang rendah. Hal ini juga akan menghemat listrik karena tidak perlu menyalakan semua lampu pada *centerline* HST, sehingga dapat membantu Bandara Soekarno-Hatta menuju *eco-airport* di Indonesia.

Perlu kontrol dari pihak *Air Traffic Controller* (ATC) untuk melakukan *on/off* pada

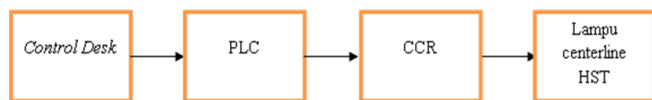
lampu yang pelaksanaannya yaitu ketika pesawat hendak mendarat. Perlu digunakan interface antara alat dan ATC untuk mengontrol lampu.

Untuk itulah, inovasi dan peningkatan fasilitas yang berhubungan dengan pelayanan dan keamanan yang ada di bandara Soekarno-Hatta saat ini perlu dilakukan, khususnya pada *Centerline High Speed Taxiway*, maka penulis menuangkan inovasi dalam bentuk penelitian dengan judul **“RANCANGAN SISTEM KONTROL LAMPU CENTERLINE HIGH SPEED TAXYWAY BERBASIS MIKROKONTROLER DI BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO HATTA TANGERANG”**

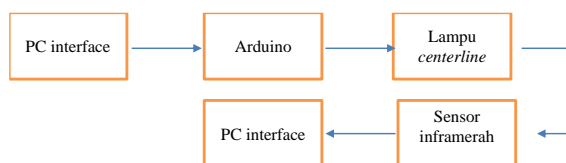
**METODE**

Saat ini sistem kontrol lampu pada *centerline* HST Bandara Soekarno Hatta masih bersifat *stand by on duty*. Jadi seluruh lampu menyala bersamaan ketika ada pesawat yang *landing*.

Tujuan dari percobaan ini yaitu mengontrol lampu *centerline* HST agar menyala sesuai dengan kehendak ATC. Selain itu juga sebagai *back up* jika lampi *guidance sign* mati dan pilot tidak bisa menentukan *exit taxi* yang harus dilalui.



Gambar 3 Blok Diagram Keadaan Saat Ini



Gambar 4 Blok Diagram Keadaan yang Diinginkan

Dalam sistem penyalaaan lampu centerlight, semua bersifat *on stand by*. Jadi seluruh lampu *centerlight* dalam keadaan menyala meskipun tidak ada pesawat yang akan melintas. Hal ini tentunya akan menggunakan energi lebih banyak dari pada dengan menggunakan selektor

untuk HST yang akan dilintasi pesawat saja. Karena lampu *centerline* HST hanya menyala pada HST yang akan dilewati pesawat, dan otomatis mati ketika pesawat telah melintas.

Penggunaan sistem dengan selektor tersebut, selain lebih efisien mengenai energi listrik, juga dapat meningkatkan efisiensi pergerakan pesawat di *runway* atau disebut *Runway Occupancy Time (ROT)*. Dengan adanya alat ini, maka pesawat tidak perlu melakukan *rolling* yang lebih lama dikarenakan pencarian *exit* pada HST yang masih tergantung pada *taxi guidance sign*.

Berdasarkan dari penjelasan diatas, kondisi yang diinginkan adalah agar membuat sistem kontrol *centerline* HST agar ATC dapat membantu pesawat menunjukkan *exit taxi* yang akan digunakan pesawat dengan lebih jelas. Untuk mewujudkan kondisi yang diinginkan, penulis mencoba membuat sebuah rancangan alat simulasi yang diharapkan mampu merealisasikan hal tersebut.

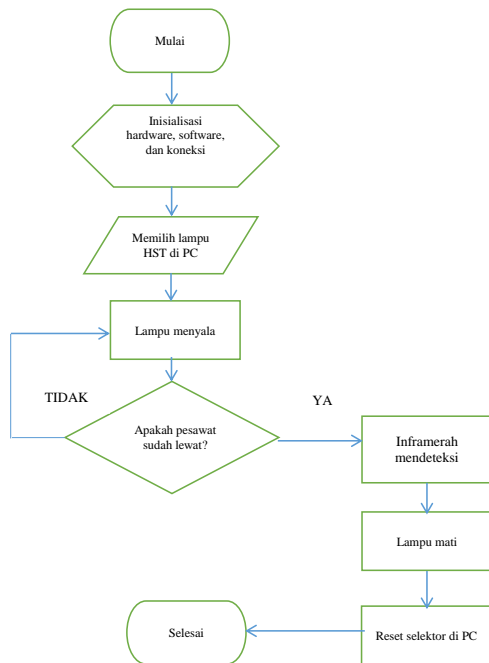
Kondisi yang diinginkan oleh penulis dapat dilihat pada gambar konsep rancangan dibawah ini :



Gambar 5 Konsep Dasar Rancangan

Pada skema gambar dijelaskan bagaimana mengontrol lampu *centerline* HST menggunakan PC melalui mikrokontroler. Dengan proses diagram tersebut, maka lampu *centerline* HST tidak perlu menyala semua, sehingga lebih efisien penggunaan energi listrik. Selain itu dengan menyalanya lampu pada salah satu *centerline* saja mempermudah pesawat untuk menemukan *exit taxi* selain menggunakan *taxi guidance sign*. Dan apabila pesawat sudah melewati HST, maka akan terdeteksi sensor

ultrasonik yang akan otomatis mematikan lampu *centerline* HST tersebut.



Gambar 6. Flow Chart Sistem

Pada gambar 3.8 merupakan *flowchart* untuk keseluruhan sistem Rancangan *Kontrol Centerline High Speed Taxi Light* di Bandara Soekarno-Hatta. Urutan cara kerja program untuk keseluruhan sistem adalah sebagai berikut :

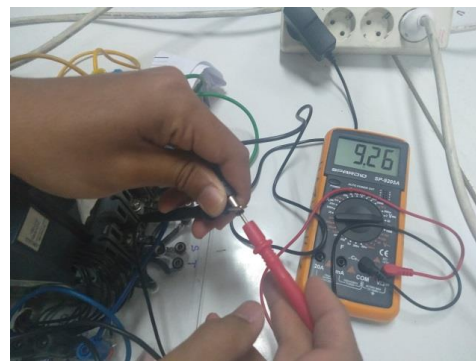
1. *Start* adalah ketika program dimulai.
2. Indikator di PC menunjukkan koneksi ke mikrokontroler
3. Input data dan memilih HST yang akan dinyalakan melalui PC. Data tersebut diolah dan kemudian data dikirim menggunakan kabel fiber optic dengan bantuan alat media converter ke mikrokontroler dan alat.
4. Lampu menyala.
5. Jika ada pesawat yang melewati *centerline* HST, maka sensor ultrasonik akan mendeteksinya dan memerintahkan relai untuk putus, dan mereset interface pada PC.

6. Lampu mati dan alat siap menerima perintah selanjutnya sesuai dengan kedatangan pesawat..

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Catu Daya Arduino

Pada catu daya arduino digunakan adaptor 9V 1A. Batas input pada arduino adalah 5-9V, sehingga penggunaan adaptor ini masih dalam batas normal.



Gambar 7 Adaptor Catu Daya yang diukur menggunakan avometer

Cara pengujian :

1. Siapkan *power supply* yang akan diuji.
2. Hubungkan sumber ke input power supply.
3. Ukur *output* dari *power supply* menggunakan *avometer*.
4. Ukur tegangan output.

Tabel 1 Hasil Pengujian Power Supply

No	Tegangan Input	Tegangan output yang diinginkan	Tegangan Output
1	221.7 VAC	9 VDC	9.2 VDC
2	220.7 VAC	9 VDC	8.9 VDC
3	220.7 VAC	9 VDC	8.9 VDC
4	220.8 VAC	9 VDC	9.0 VDC
ΣV			9.03 VDC

Dari pengukuran *output* dari catu daya , maka dapat diperoleh prosentase error sebesar:



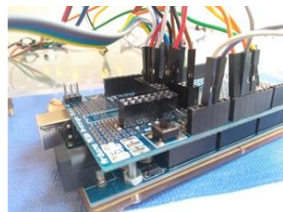
$$\frac{9 - 9,03}{9} \times 100\% = \pm 0,37\%$$

### Analisis :

Dari hasil percobaan alat didapat kesimpulan bahwa catu daya sudah memenuhi *supply* tegangan yang dibutuhkan oleh komponen – komponen yang ada yaitu sensor Infrared, *mikrokontroller* Arduino Mega 2560 dan LED. Sehingga kesimpulannya pada catu daya berada dalam kondisi baik. Prosentase error secara keseluruhan kurang dari 1%, tidak berpengaruh pada kinerja peralatan karena setiap peralatan memiliki toleransi tegangan kerja sebesar  $\pm 5\%$ .

### B. Pengujian Arduino Mega2560

Pada mikrokontroller Arduino Mega2560 terhubung banyak komponen-komponen seperti sensor *infrared*, dan beberapa jalur LED. Perintah akan dilakukan melalui *interface* yang akan memerintahkan arduino untuk menyalakan LED sesuai *interface*. Ketika pesawat sudah melewati sensor, maka sensor *infrared* akan mengirimkan sinyal pada arduino untuk mematikan LED secara otomatis.



Gambar 8. pengujian mikrokontroler mega2560

#### Cara Pengujian :

1. Hubungkan Arduino Mega 2560 dengan *Power Supply*.
2. Lihat led Indikator Arduino Mega2560.
3. Tempelkan *probe* merah AVO meter pada 5 *pin* Vcc dan *probe* Hitam pada *pin* Ground

Jika pada AVO meter tertera tegangan yang mengalir sebesar  $\pm 5\text{VDC}$  maka Arduino

Mega2560 sudah mendapat *supply* tegangan yang sesuai dan Arduino Mega2560 dapat bekerja dengan baik.

### Analisis :

Dari hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa Arduino Mega2560 masih bisa berfungsi dengan baik dilihat dari hasil pengukuran yang sudah diujikan, Arduino Mega2560 dapat mengeluarkan *output* tegangan  $\pm 5\text{VDC}$  dan  $3,3\text{VDC}$  untuk inputan dari LED dan sensor *infrared*.

### C. Pengujian Sensor Infrared

Pengujian sensor infrared dilakukan untuk mengetahui apakah pesawat sudah melewati ujung dari HST atau belum. Ketika sudah lewat maka akan terdeteksi dan lampu akan mati, namun ketika belum dilewati oleh pesawat maka lampu akan terus menyala.



Gambar 9. Pengujian sensor *infrared*

#### Cara pengujian :

1. Hubungkan sensor *infrared* ke Arduino Mega2560.
2. Sambungkan Arduino Mega 2560 dengan *power supply*.
3. Indikator power pada sensor *infrared* menyala.
4. Letakkan benda pada jarak tertentu sehingga terbaca oleh sensor dengan menyalanya lampu indikator.

**Data Pengujian :**

Setelah melakukan pengukuran sensor *infrared* dengan 5 keadaan berbeda yaitu jarak sensor *infrared* tertutupi oleh *obstacle* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Infrared

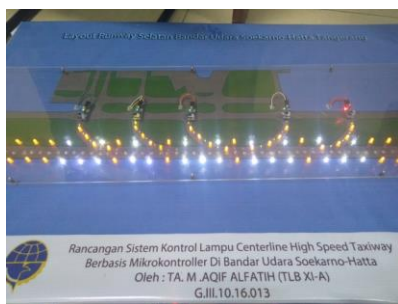
No	Benda	Jarak (cm)	Keterangan
1	Penggaris	1cm	Terbaca
2	Penggaris	2cm	Tidak Terbaca
3	Penggaris	3cm	Tidak Terbaca
4	Penggaris	4cm	Tidak Terbaca
5	Penggaris	5cm	Tidak Terbaca
6	Penggaris	7cm	Tidak Terbaca

**Analisis :**

Hasil yang didapatkan pada pengujian membuktikan bahwa saat sensor *infrared* ditutupi benda, maka sensor *infrared* akan mendeteksi dan memberi sinyal ke arduino. Jadi semakin jauh benda dari sensor tersebut maka makin sulit dideteksi oleh sensor *infrared* tersebut. Ketika sensor mendeteksi benda, dan lampu LED mati, maka alat dalam keadaan baik.

**D. Pengujian LED**

Pengujian LED bertujuan untuk mengetahui apakah LED sudah terangkai dengan baik atau belum dan bisa menyala dengan *brightness* yang sama.



Gambar 10. Pengujian LED

**Cara pengujian :**

1. Rangkai LED sesuai warna.
2. Sambungkan LED dengan catu daya masing-masing.
3. Periksa nyala dan warna lampu

**Data Pengujian :**

Data pengujian LED dilakukan agar pembagian arus tiap rangkaian LED bisa sama, sehingga *brigtness* LED juga sama.

Tabel 2. Hasil Pengujian LED

No	HST	Jumlah LED	Arus Normal	Besar Arus (A)
1	S1	8 LED	0,03 A	0,028
2	S2	8 LED	0,03 A	0,029
3	S3	8 LED	0,03 A	0,029
4	S4	8 LED	0,03 A	0,029
5	S5	8 LED	0,03 A	0,028
Σ A				0,029

Dari pengukuran arus pada LED , maka dapat diperoleh prosentase error sebesar:

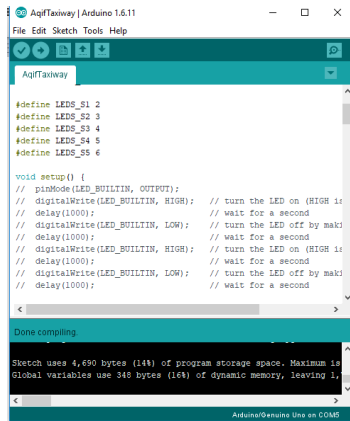
$$\frac{0,03 - 0,029}{0,03} \times 100\% = \pm 3,3\%$$

**Analisis :**

Dari hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa seluruh LED telah terpasang dengan baik dan benar. Tidak ada LED dalam keadaan mati atau rusak, dan *brightness* dan arus masing-masing rangkaian hampir sama.

**E. Program Perangkat Lunak Arduino Mega2560**

Arduino ini berfungsi sebagai pemasuk *command* ke arduino atau koding. Koding dimasukan pada *software* dan *software* akan memasukan olahan ke AtMega2560 dan dibaca sebagai perintah. Pada rangkaian alat ini, pengujian yang dilakukan untuk memastikan koding yang dimaksukan pada Arduino Mega2560 tidak mengalami *error*.



Gambar 11. Pengujian Program Arduino Mega2560

**Cara Pengujian :**

1. Hubungkan Arduino Mega2560 dengan PC.
2. Buka *software* Arduino IDE.
3. Klik data koding yang telah dibuat sebelumnya.
4. Klik *icon verify* pada Arduino IDE.
5. Di tampilan bawah akan tertulis “*Done Compiling*” yang menunjukkan bahwa program yang dibuat tidak mengalami *error*.

**Analisis :**

Dari pengujian didapatkan hasil bahwa program pada Arduino IDE bekerja dengan baik dan sudah siap untuk di *upload ke board* Arduino Mega2560.

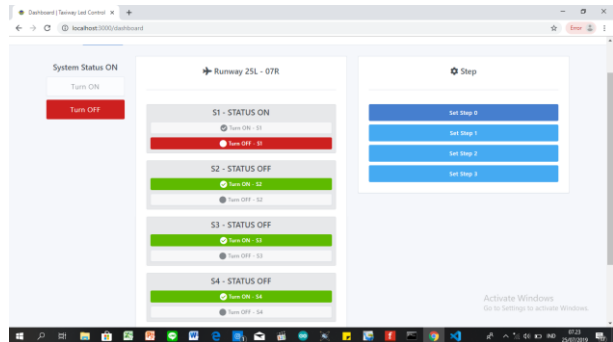
**F. Pengujian alat keseluruhan**

Pengujian alat secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui apakah seluruh sistem telah beroperasi sesuai rencana penulis setelah digabungkan menjadi satu sistem utuh.

Pengujian dilakukan dengan cara :

1. Memasukan koding seluruh sistem pada *board* Arduino Mega2560.
2. Memasukan koding pada Visual Studio.
3. Masuk ke *local host* melalui *command prompt*.
4. Masuk ke tampilan *interface*.

5. Pilih lampu HST yang akan dinyalakan.
6. Lampu akan menyala sesuai selektor.
7. Pesawat melewati sensor dan mematikan lampu HST.



Gambar 12. Tampilan interface

**Analisis :**

Dari pengujian didapatkan hasil bahwa sistem keseluruhan bekerja dengan baik dan sudah siap untuk diujikan. Data keberhasilan alat dapan dilihat dalam tabel berikut :

No	HST	Perintah ON	Infrared ON
1	S1	Menyala	Mati
2	S2	Menyala	Mati
3	S3	Menyala	Mati
4	S4	Menyala	Mati
5	S5	Menyala	Mati

Tabel 4. Tabel analisis keseluruhan alat

**PENUTUP**

**Simpulan**

Dari keseluruhan pengujian terhadap penelitian penulis yang berjudul “Rancangan Sistem Kontrol Lampu *Centerline High Speed Taxiway* Berbasis Mikrokontroler Di Bandara Internasional Soekarno Hatta Tangerang”, dan berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data yang diperoleh penulis, dengan adanya selektor dan Sensor *infrared*, maka lampu *centerline* HST dapat dikontrol sepenuhnya dan dapat membantu pergerakan pesawat setelah *landing*. ROT

juga berkurang dengan signifikan ketika alat ini disimulasikan.

2. Penelitian dari keseluruhan sistem masih banyak terdapat kekurangan yaitu penataan dan karakteristik lampu *centerline* masih belum bisa diterapkan sepenuhnya pada alat ini, karena penulis hanya fokus pada kontrol.
3. Sensor tidak bisa membedakan antara pesawat atau bukan ketika sensor mendeteksi sesuatu.

### **Saran**

Penulis menyadari penelitian yang berjudul “Rancangan Sistem Kontrol Lampu *Centerline High Speed Taxiway* Berbasis Mikrokontroler Di Bandara Internasional Soekarno Hatta Tangerang” ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, untuk masa yang akan datang perlu diadakan pengembangan. Beberapa saran yang dapat penulis sampaikan demi kesempurnaan alat antara lain :

1. Agar lebih sempurnanya penelitian ini, penulis menyarankan sebaiknya kontrol tidak berhenti pada *centerline* HST saja, tetapi berkelanjutan sampai dengan pesawat berhenti di *parking stand*.
2. Untuk penataan lampu, konfigurasi lampu, dan karakteristik lampu agar dibuat semirip mungkin dengan aslinya.
3. Perlu tambahan alat pendeteksi pesawat agar alat bisa bekerja lebih baik lagi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1.] Aerodrome. *Manual of Standard CASR 139 Volume 1*.
- [2.] Agusalm, F. (2018). *Pengertian Taxiway, Konfigurasi Taxiway, dan Perkembangan Taxiway*.
- [3.] Ahyudanari, L. F. (2017). *Analisis Dampak Delay Yang Terjadi Pada Runway, Apron dan Ruang Udara Terhadap Operasional Pesawa*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [4.] Andrianto, H. (2016). *Arduino, belajar cepat dan pemrograman*. Bandung.
- [5.] *Annex 14 aerodrome*. (2004).
- [6.] Enterprise, J. (2017). *Visual Basic Komplet*. Indonesia: Elex Media Komputindo.
- [7.] Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta.
- [8.] Kuncara, P. (2013). *Fiber Optics Technicians*. Bandung.
- [9.] Sobirin, A. (2018). *Simulasi Monitoring Trouble Source Location Pada Lampu High Speed Taxi Menggunakan Fiber Optic Berbasis PLC Di Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta Tangerang*. Surabaya: Politeknik Penerbangan Surabaya.
- [10.] Syam, R. (2013). *Buku Ajar Dasar Teknik Sensor*. Jakarta.
- [11.] Suhanto, S., Setiyo, S., Kustori, K., & Iswahyudi, P. (2017, December). Rancang Bangun Remote Control Desk Dengan Human Machine Interface Infor U pada Laboratorium Airfield Lighting System (AFL) Simulator. In *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)* (Vol. 1)