

ANALISIS KONTROL DAN MONITORING ARUS LISTRIK CCR PADA LAMPU PAPI DI BANDAR UDARA SILANGIT

Setiyo*¹, Catra Indra Cahyadi², Wahyu Saputra³, Rifdian Indrianto Sudjoko⁴, Fiqqih
Faizah⁵

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Palembang

^{4,5}Politeknik Penerbangan Surabaya

e-mail*¹: catraindracahyadi@gmail.com

Diterima 20 November 2022

Disetujui 16 September 2023

Dipublikasikan 30 September 2023

<https://doi.org/10.33369/jkf.6.2.133-140>

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kontrol dan monitoring arus listrik CCR pada lampu PAPI di Bandar Udara Silangit. Pengumpulan data menggunakan observasi dengan cara pengamatan dan pengukuran. Berdasarkan data yang diperoleh, minimal 2,2 Ampere dan arus maksimum yang dibutuhkan untuk intensitas besar adalah 6,5 Ampere dengan kenaikan arus 5 langkah. Intensitas dan besarnya arus yang didapat memiliki nilai stabil dari hasil perbandingan monitoring dan pengukuran dilapangan pacu bandara.

Kata kunci— CCR, Intensitas Cahaya, Landasan Pacu Bandara, Sistem Penerangan

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the control and monitoring of CCR electric current on PAPI lamps at Silangit Airport. Data collection uses observation by means of observation and measurement. Based on the data obtained, a minimum of 2.2 Ampere and the maximum current required for large intensity is 6.5 Ampere with a current increase of 5 steps. The intensity and magnitude of the flow obtained have a stable value from the comparison results of monitoring and measurement on the airport runway.

Keywords— Airport Runway, CCR, Light Intensity, Lighting System

I. PENDAHULUAN

Transportasi udara merupakan kebutuhan mutlak untuk negara yang mulai berkembang dan sangat dibutuhkan di zaman modern saat ini, dengan pertumbuhan penduduk dunia yang semakin laju tentu kebutuhan transportasi semakin meningkat pula. Setiap insan didunia memiliki tempat tinggal yang berjauhan dan berbeda lokasi kota, negara di belahan bumi maka alat transportasi menjadi kebutuhan yang tidak bisa dihindarkan lagi terutama transportasi udara. Salah satu kebutuhan manusia untuk tetap bisa berhubungan dengan yang lain adalah transportasi udara karena lebih efisien dan cepat. Untuk dapat memenuhi kebutuhan semua umat manusia menggunakan alat transportasi tersebut maka perlu dilengkapi infrastruktur yang mendukung untuk kegiatan operasional transportasi udara. Salah satu faktor pendukung dalam kegiatan kelancaran operasional atau tidaknya proses tersebut adalah dengan membangun bandar udara yang aman, nyaman, terstruktur, tertib dan teratur. Maka diperlukan maintenance atau pemeliharaan semua hal yang berkaitan dengan pendukung kelancaran operasional seperti pesawat udara dan landasan pacu yang merupakan prioritas utama dalam menjamin kebutuhan dan kepuasan masyarakat pengguna jasa transportasi udara. Untuk pengoperasian sistem pada bandar udara banyak hal yang sangat dibutuhkan diantaranya terminal, gedung, ruang tunggu, landasan, gedung operasional dan lain sebagainya. Salah satu kebutuhan untuk operasional transportasi udara adalah landasan pacu dari segi penataan, kenyamanan dan keamanan penerangannya. Penerangan landasan atau *Airfield Lighting System (ALS)* menjadi masalah pokok

yang harus dipahami karena menjadi masalah besar jika keamanan dilandasan tidak sesuai dengan standar keselamatan pada saat pesawat udara *take off* maupun *landing*. Berdasarkan (1) Sistem Penerangan Bandar Udara (Airfield Lighting System) adalah alat bantu pendaratan visual yang berfungsi membantu dan melayani pesawat udara yang melakukan tinggal landas, mendarat dan melakukan taxi agar dapat bergerak secara efisien dan aman. Fasilitas ini terdiri dari lampu-lampu khusus, yang memberikan isyarat dan informasi secara visual kepada penerbang, terutama pada waktu penerbang akan melakukan pendaratan atau tinggal landas (2). Isyarat dan visual ini disediakan dengan mengatur konfigurasi warna, dan intensitas cahaya dari lampu-lampu khusus (3). Oleh karena itu intensitas cahaya pada landasan harus tetap dijaga konstanitas pencahayaannya. Instalasi pada landasan sangat panjang dan luas, peluang gangguan yang diakibatkan juga sangat besar jika intensitas cahaya tidak stabil tentu hal ini akan mengganggu operasional penerbangan terutama di malam hari. Seperti yang diketahui bahwa lampu pada landasan pasti memiliki daya yang sedikit berbeda tentu hal ini menjadi cahaya yang tersebar ke landasan mempunyai pencahayaan yang berbeda pula. Untuk menjaga intensitas cahaya yang stabil maka perlu dilakukan suatu analisis dan kajian agar semua lampu memiliki intensitas yang merata. Mengingat banyaknya jenis lampu yang terpasang dilandasan bandara diantaranya seperti lampu *Taxiway*, lampu *runway*, lampu *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) (4).

Precision approach path indicator (PAPI) alat bantu visual yang membantu pilot untuk mendarat mengikuti sudut pendaratan (*onslope*) titik pendaratan (*touchdown zone*). Dengan adanya lampu PAPI ini, Pilot didalam kokpit dapat mengetahui bagian heading pesawatnya terlalu condong keatas ataupun kebawah (5). Dalam pengkalibrasian suatu *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) biasanya dilakukan pada saat malam hari setelah airport close dan dilaksanakan oleh petugas badan kalibrasi dan teknisi listrik bandara tersebut (6). Konfigurasi PAPI terdiri dari 4 box terletak disisi kiri landasan 1 ujung atau 2 ujung (7).

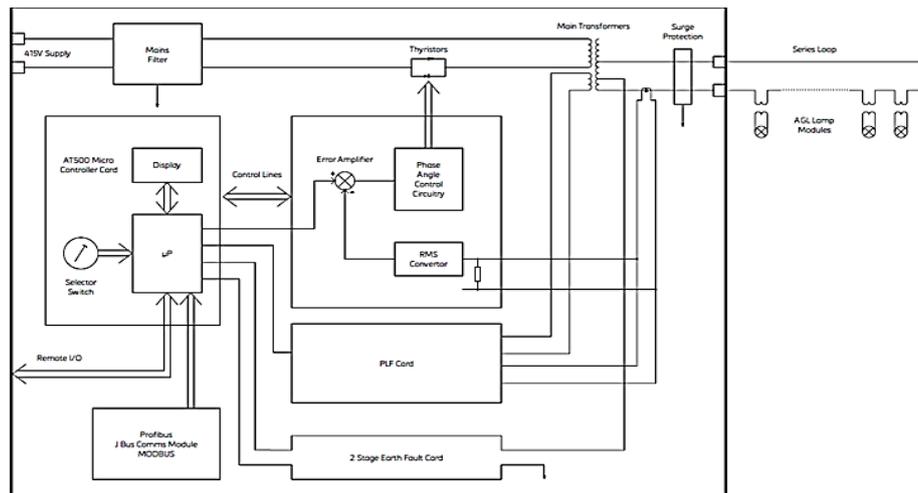
Untuk mengontrol lampu-lampu tersebut harus dipasang *Constan Current Regulator* (CCR) (8), menurut (9) CCR yaitu alat yang mengubah tegangan tetap menjadi arus tetap untuk membantu penstabilan daya-daya pada distribusi lampu landasan disusun secara sirkuit seri dan suplay tenaga listrik untuk instalasi alat bantu pendaratan yang akan menyalurkan tenaga listrik arus tetap kepada rangkaian ALS di landasan. Karena lokasi jarak antar lampu sangat jauh maka nilai hambatan kabel menjadisangat besar, sehingga jika menggunakan jenis voltage source maka pada lampu yang semakin jauh dari sumber akan memiliki tingkat kecerahan yang rendah serta tidak seragam (10). Pengaturan trafo tegangan beban *Constan Current Regulator* (CCR) harus diuraikan dan dianalisis untuk melihat pengaturan besaran arus tentunya bertujuan untuk memndapatkan intensitas yang sama disetiap titik pada landasan untuk mendukung operasional, keamanan dan kenyamann pengguna jasa transportasi udara di *airport* atau bandar udara (11).

Dengan penjabaran diatas maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan agar sistem keselamatan penerbangan dapat terjaga dengan memperhatikan kebutuhan dan kepentingan operasional alat bantu pendaratan sehingga dengan demikian peneliti mengkaji dan menganalisis bertujuann untuk Mengetahui efektifitas pemasangan CCR pada *system lighting* lampu landasan, menganalisis arus beban yang stabil pada *lighting* dan melihat dan mengatur intensitas cahaya lampu PAPI agar stabil dengan pengatur *step by step*.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan Kegiatan

Pada rancangan ini terdapat beberapa tahapan yang menjadi acuan untuk pengambilan data dan hasil riset yang telah dilakukan dengan pengukuran arus dan tegangan pada peralatan *Constant Current Regulator* (CCR) dan *Precision Approach Path Indicator* (PAPI). Gambar blok dari diagram pada umumnya yang terhubung ke *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) pada landasan Bandar udara dan terhubung ke *Constant Current Regulator* (CCR) ruang kontrol dengan desain sistem seperti pada gambar 1 berikut: (12)



Gambar 1. Blok Diagram CCR ke Instalasi PAPI

2.2 Lokasi Penelitian

Untuk lokasi penelitian dilakukan di PT Angkasaa Pura II (Persero) Bandar Udara Internasional Silangit Siborong-borong pada ruang kontrol monitoring dan landasan pacu pesawat udara serta laboratorium Politeknik Penerbangan Palembang.

2.3 Metodologi

Penelitian dilakukan dengan membuat menganalisis dan mencatat besaran arus pada tiap-tiap titik dan mengukur intensitas cahaya pada masing-masing titik dengan peralatan yang didukung baik yang sudah terpasang maupun material pendukung lainnya. Dan memonitoring dari ruang kontrol untuk operasional lampu PAPI di dekat landasan pacu.

Pengumpulan data dengan menggunakan pengamatan dan pengukuran serta pemakaian alat bantu ukur untuk melihat hasil besaran arus yang diamati. Data yang diperoleh di analisis untuk mendapatkan hasil dan kesimpulan dari data yang diperoleh.

Pengamatan dilakukan dengan mendatangi Bandar Udara Internasional Silangit Jalan Silangit, Silando Muara, Silando, Siborong-Borong, Kabupaten Tapanuli Utara, Sumatera Utara, 22476 Indonesia. Pengukuran dilakukan secara langsung di area landasan dan ruang kontrol kelistrikan bandar udara. Pengukuran dilakukan pada alat yang terpasang di bandar udara ketika landasan bandara kosong dari lalu lintas penerbangan udara. Kemudian, dengan bantuan teknisi bandara, dilakukan pengukuran arus, tegangan dan intensitas cahaya dari lampu *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) dengan *step by step* pada kontrol peralatan *Constant Current Regulator* (CCR) yang berbeda. Alat ukur yang digunakan terdiri dari Ampermeter digital, ampermeter analog, voltmeter dan lightmeter. Hasil pengukuran dilihat dan dianalisis untuk diambil suatu kesimpulan sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk landasan bandar udara yang memiliki 2 arah pendaratan (*landing*) dan *take of* maka lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) dipasang juga pada 2 lokasi masing-masing sebelah kiri landasan ketika pesawat akan mendarat (13). Jadi ketika pesawat mendarat dari arah yang berbeda tetap dapat dilihat pilot cahaya *red filter* lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) dari udara.

Alat dan bahan yang digunakan untuk mengukur besaran arus pada Lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) dengan membandingkannya dengan monitor di CCR dimana lampu tersebut terpasang pada landasan pacu bandara yang memiliki fungsi berbeda-beda dan juga memiliki kaitan satu bahan dan alat dengan alat lainnya, oleh karena itu peneliti menggunakan peralatan alat ukur yang lain sebagai pembanding untuk melihat keakuratan hasil pengukuran yaitu multitester analog, multitester digital dan lightmeter. Multitester analog maupun digital digunakan untuk mengukur besaran nilai arus pada lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) dengan *step by step* yang

sesuai diatur pada *switch* pada *Constant Current Regulator* (CCR). Lightmeter digunakan untuk melakukan pengukuran pada cahaya lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI). Lightmeter adalah suatu alat pengukuran untuk mengukur intensitas cahaya yang dikeluarkan oleh lampu (12). Lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) yang diukur nilai cahaya dan besaran arus setiap stepnya yang terpasang di sebelah kiri landasan Bandar Udara Internasional Silangit.



Gambar 2. Posisi PAPI Pada Landasan

Pada 1 *box* Lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) terdapat 2 unit lampu (sepasang) yang terpasang jadi jika lampu 1 putus atau tidak berfungsi maka lampu satu tetap dapat digunakan sebagai cadangan sehingga cahaya dapat terus terlihat dari udara ketika akan dilakukan pendaratan di landasan. Pada Gambar 3 terlihat isi dari *box* lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) pada Bandar udara Internasional Silangit yang terpasang di pinggiran landasan yang terpasang 4 buah *box* lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) masing-masing terdiri dari 2 unit bola lampu sehingga 1 sistem terdiri dari 8 bola lampu sebagai penerangan cahaya indikator yang digunakan untuk indikator pendaratan pesawat di landasan tersebut.



Gambar 3. Dalam Box Lampu PAPI



Gambar 4. Dalam Box Lampu PAPI dari posisi atas

Bak kontrol untuk grounding dan trafo series diletakkan di dalam dengan *box* lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) dengan menggunakan sambungan kabel anti air seperti terlihat pada gambar 5. Model trafo diisolasi anti air hal ini untukantisipasi jika lokasi terendam air maka trafo dan aliran listrik ke lampu tetap aman dan bisa digunakan sebagaimana mestinya. Jadi dari supply catu daya dari *Constant Current Regulator* (CCR) sebelum ke lampu *Precision Approach Path*

Indikator (PAPI) dipasang trafo seri sebelum masuk ke bola lampu pada box lampu PAPI.



Gambar 5. Bak Kontrol dan Trafo Series

Red filter dipasang pada box PAPI di depan Lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) berwarna merah dan dibawahnya berwarna putih. Efek dari *red filter* ini dapat memunculkan warna yang berbeda bila dilihat dari sudut yang berbeda. Untuk mendapatkan hasil cahaya lampu pada konstruksi dari lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) dipasang red filter seperti yang terlihat pada gambar 6. Jika dilihat dari sisi atas akan tampak warna putih dan jika dilihat dari sisi lebih bawah akan tampak warna merah karena keempat lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) memiliki batasan sudut yang berbeda sehingga dilihat dari udara juga akan dapat menentukan ketinggian pesawat dalam persiapan pendaratan di landasan atau *run way* (Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: Kp 39 Tahun 2015 Tentang Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139 (Manual Of Standard Casr – Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodromes), 2015). Untuk landasan pacu yang telah dilengkapi ILS, maka besarnya sudut pendaratan PAPI harus sama dengan sudut pendaratan yang diberikan oleh Glide Slope ILS (15) Pada ujung lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) dipasang lensa cekung yang digunakan agar penyebaran cahaya bisa kearah atas untuk dilihat dari pesawat ketika di udara dalam posisi siap landing atau mendarat. Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa posisi cahaya lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) terlihat jelas dari udara ketika posisi pesawat siap mendarat terutama ketika pendaratan dilakukan pada malam hari.



Gambar 6. Posisi PAPI terlihat dari pesawat

Alat Kontrol *Constant Current Regulator* (CCR) digunakan sebagai peralatan kontrol sumber arus listrik atau catu daya yang disupply kepada peralatan sistem lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI), memonitoring fungsi lampu, besaran nilai supplay arus atau tegangan dan sekaligus untuk menghidupkan dan mematikan lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) serta mengontrol besaran nilai cahaya pada lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) dengan adanya tombol kontrol *step by step* untuk menaikkan dan menurunkan besaran arus yang akan di supply

ke lampu. Pada Kontrol *Constant Current Regulator* (CCR) di Bandar Udara Internasional Silangit terdiri dari Indikator kontrol tampilan depan diantaranya lampu indikator *Running, power, fault, circuit selector, brilliancy control, selector circuit* untuk dipilih rangkaian yang digunakan juga dilengkapi alat ukur amper meter untuk melihat besaran arus yang di suplai ke lampu *Precision Aproach Path Indikator* (PAPI).



Gambar 7. Display Kontrol CCR dan Wiring Diagram CCR to PAPI

Pengetesan dan pengambilan data dilakukan dengan cara menghidupkan *Constant Current Regulator* (CCR) pada ruang kontrol menggunakan kontrol display yang dihidupkan oleh technical support bandara. Jika telah menunjukkan lampu indikator *Running* maka *Constant Current Regulator* (CCR) telah dihidupkan dan lampu *Precision Aproach Path Indikator* (PAPI) juga telah disupply arus listrik. Selanjutnya *step Button Briliancy Control* di putar dan display ampermeter akan muncul besaran arus yang terpakai. Hal ini berdasarkan besaran nilai arus yang terukur pada *Constant Current Regulator* (CCR) dalam sistem peralatan yang sudah terpasang. Selanjutnya dilakukan terus secara bertahap sampai step kelima yang tertinggi atau maximum. Tahapan selanjutnya dilakukan pengukuran di landasan runway pada lampu *Precision Aproach Path Indikator* (PAPI) langsung dilapangan dengan alat ukur yang telah disediakan. Data hasil pengukuran dicatat dan analisis selanjutnya dibahas secara detail pada tahapan-tahapan hasil pengukuran.

Tabel 1. Pengukuran dari Lampu *Precision Aproach Path Indikator* (PAPI) di Landasan Pacu atau *Runway*

No.	STEP/LUX Ke-	PAPI PADA BOX				ARUS (A)
		I	II	III	IV	
1	1	450	662	622	522	2.21
2	2	1069	1783	1643	1858	3.42
3	3	1484	1952	1966	1972	4.02
4	4	1614	1514	2713	2315	5.13
5	5	2612	2350	2817	2750	6.58

Besaran nilai arus yang terpakai oleh lampu *Precision Aproach Path Indikator* (PAPI) dapat dilihat dan dimonitoring dari display kontrol *Constant Current Regulator* (CCR). Untuk membandingkan akurasi dan besaran nilai arus maka dilakukan pengukuran dilapangan, selain pengukuran besaran arus pada lampu PAPI dilakukan juga intensitas cahaya pada bola lampu. Pengukuran arus dilakukan pada lampu *Precision Aproach Path Indikator* (PAPI) pada semua unit. Lampu *Precision Aproach Path Indikator* (PAPI) ada 4 box yang terpasang pada Bandar Udara Internasional Silangit. Masing-masing 1 box terdiri dari 2 unit bola lampu jadi total semuanya ada 4 box total menjadi ada 8 bola lampu. Pengukuran dilakukan pada masing-masing 4 bok atau kotak lampu PAPI. Pada 1 box hanya dilakukan pengukuran 1 bola lampu karena bola lampu yang kedua pada box yang sama merupakan lampu cadangan jika lampu yang satu lagi putus atau padam, hal ini agar lampu *Precision Aproach Path Indikator* (PAPI) pada 1 box dari 4 box lampu tetap bisa berjalan atau berfungsi. Pada Step/Lux PAPI pertama didapat masing-masing lampu box I 450, box II 662, box III 662 dan Box IV 522 dan besaran arus sebesar 2.21 Ampere. Seperti yang tercatat pada table 1 dan dilanjutkan hingga sampai step kelima didapat besaran arus pada masing-masing lampu 6.58

Ampere. Tahapan *step by step* dalam pengukuran dengan memutar Briliancy control pada *Constant Current Regulator* (CCR) dari step pertama sampai step kelima di kontrol display ruang kontrol *Constant Current Regulator* (CCR) dengan menghubungi teknikal support yang berada di ruang kontrol menggunakan alat komunikasi HT. Sementara pengukuran bola lampu dilakukan dilandasan pacu atau runway.



Gambar 8. Hasil Pengukuran pada box 1 step 5

Dari data hasil pengukuran dilapangan landasan atau di Bandar Udara Internasional Silangit baik menggunakan multimeter analog, multimeter digital maupun lightmeter untuk hasil pengukuran lightmeter bisa dilihat pada Gambar 8. Dari hasil pengukuran untuk membantu mendapatkan intensitas cahaya yang dibutuhkan diperlukan tahapan step menghidupkan lampu sesuai dari permintaan pilot pesawat ketika akan melakukan pendaratan atau landing.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan observasi, melihat monitoring kontrol dan pengukuran data dilapangan dapat diambil suatu kesimpulan yaitu: a. Untuk efektifitas intensitas cahaya yang dibutuhkan dapat dengan mengatur pada sistem kontrol pada *Constant Current Regulator* (CCR) yang sangat dibutuhkan dalam membuat cahaya stabil sesuai kebutuhan dan permintaan para penerbang, b. Besaran Arus pada beban selalu diatur stabil dikarenakan menggunakan trafo series jika terjadi gangguan pada salah satu bola lampu *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) tetap bisa berfungsi dengan arus maksimum 6.58 Ampere, c. Pengaturan cahaya dilakukan bertahap agar kebutuhan cahaya digunakan sesuai kebutuhan dengan *switch step by step* pada kontrol CCR.

4.2 Saran

Untuk lebih dapat dipahami dari sistem alat bantu pendaratan dan bisa bermanfaat bagi pembelajaran disarankan pembuatan *prototype system Constant Current Regulator* (CCR) dan *Precision Approach Path Indikator* (PAPI) yang digunakan untuk media pembelajaran taruna-taruni yang belajar pada kampus program studi yang berkaitan dengan dunia penerbangan udara. Dan bisa ditambahkan jaringan internet kontrol LAN *Fourier* sebagai pengontrolan dan monitoring peralatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Penerbangan Palembang dan Bandara Silangit telah memfasilitasi untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Direktur Jendral Perhubungan Udara. Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Udara Nomor: Skep/114/Vi/2002 Tentang Standar Gambar Instalasi Sistem Penerbangan Bandar Udara (Airfield Lighting System). 2002.

2. Fajar M, Kurniawati Z, Herianto A. Rancangan Simulasi Approach Lighting System Bandar Udara Menggunakan Microsoft Visual Studio 2015 Di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. *J Ilm Aviasi Langit Biru*. 2019;Vol.12 No.:1:152.
3. Susanto Pc, Sakti Rfj, Widiyanto P. Alat Bantu Pendaratan Visual Di Airport Untuk Mendukung Keselamatan Pesawa. *Aviasi J Ilm Kedirgant*. 2020;17.
4. Alfian Mf, Rifdian R. Prototype Kontrol Dan Monitoring Sudut Kemiringan Papi (Precision Approach Path Indicator) Berbasis Mikrokontroler. *Pros Snitp (Seminar ... [Internet]*. 2018;(September):1–6. Available From: [Http://Ejournal.Poltekbangsby.Ac.Id/Index.Php/Snitp/Article/View/205%0ahttps://Ejournal.Poltekbangsby.Ac.Id/Index.Php/Snitp/Article/Download/205/144](http://Ejournal.Poltekbangsby.Ac.Id/Index.Php/Snitp/Article/View/205%0ahttps://Ejournal.Poltekbangsby.Ac.Id/Index.Php/Snitp/Article/Download/205/144)
5. Fitriani E. Rancangan Prototype Switch Control Dan Monitoring Lampu Landasan Berbasis Programmable Logic Control. :1–16.
6. Kustori K, Suhanto S. Rancangan Alat Re-Setting Precision Approach Path Indicator (Papi) Menggunakan Motor Dc Dengan Sistem Computerize. *J Penelit*. 2018;3.
7. Luwihono A, Kurniawati Z, Firstnanda Fe. Rancangan Alat Simulasi Tata Letak Dan Konfigurasi Sirkuit Lampu Afl Berbasis Mikrokontroler Di Program Studi Teknik Listrik Bandara Sekolah Tinggi Penerbang Indonesia. *J Ilm Aviasi Langit Biru*. 2016;9.
8. Hartono H, Rizky K. Rancang Bangun Miniatur Constant Current Regulator Augier Diam 4000 Sebagai Media Pembelajaran Di Politeknik Penerbangan Surabaya. *J Penelit*. 2017;2(3):163–9.
9. Hartono, Rifdian Is, Slamet H. Work Analysis Of Constant Current Regulator Bf 1200 With Current Loop And Gauss Jordan Method As Learning Media For Cadets. 2020;196(Ijese):141–5.
10. Iswahyudi P. Rancang Bangun Remote Control Desk Dengan Human Machine Interface Infor U Pada Laboratorium Airfield Lighting System (Afl) Simulator. 2017;(September).
11. Nur Z, Ningrum F. Rancangan Kontrol Dan Monitoring Constant Current Regulator (Ccr) Pada Precision Approach Path Indicator (Papi) Menggunakan Android Berbasis Arduino Di Bandar Udara Internasional Lombok. :61–70.
12. Panjaitan A, Sahputra A. Analisis Sistem Constant Current Regulator Pada Lampu Precision Approach Path Indikator Di Bandara Udara. 2020;9(2):31–5.
13. Direktorat Jendral Perhubungan Udara. Standar Manual, Bagian 139 - Aerodrome. 2004.
14. Direktur Jendral Perhubungan Udara. Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: Kp 39 Tahun 2015 Tentang Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139 (Manual Of Standard Casr – Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodromes). 2015.
15. Direktur Jendral Perhubungan Udara. Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: Skep/113/2002 Tentang Jriteria Penempatan Fasilitas Elektronika Dan Listrik Penerbangan. 2002.