

## Analisa Kelayakan Runway Edge Light (Studi Kasus Bandara Rendani Manokwari)

### Analysis of Feasibility for Runway Edge Light (Case Study in Rendani Airport of Manokwari)

Henny A. B. Lesnussa<sup>1</sup>, Gilang C. Pratama<sup>2</sup>, Abdul Z. Patiran<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Listrik, Fakultas Teknik Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat, Indonesia

#### Info Artikel

##### Riwayat Artikel :

Diterima 07 04 2023

Direvisi 07 07 2023

Disetujui 07 10 2023

##### Kata Kunci :

Kelistrikan  
Bandar Udara Rendani  
Runway Edge Light  
Constant Current Regulator  
Kelayakan

#### ABSTRAK

CCR sebagai komponen penting dari runway edge light yang berfungsi untuk mengatur arus tetap konstan pada setiap beban lampu dengan tingkat pencahayaan yang dibagi dalam lima tingkatan. Sistem kelistrikan pada runway light merupakan salah satu pengaplikasian dari ilmu kelistrikan yang menggunakan dasar komponen CCR yang dapat menghasilkan arus konstan.

Sistem kelistrikan runway edge light ini dirangkai dengan menggunakan dua rangkaian akhir yang dipasang secara seri dengan maksud apabila salah satu rangkaian padam maka sistem yang lain masih dapat berfungsi, Sistem kelistrikan pada runway edge light merupakan salah satu pengaplikasian dari ilmu kelistrikan yang menggunakan dasar komponen CCR yang dapat menghasilkan arus konstan.

Sistem Kelistrikan dari runway edge light dirancang dan direncanakan dengan penggunaan intensitas cahaya yang dapat dilihat dari semua sudut dengan ketinggian secukupnya, sehingga dapat memberi petunjuk kepada penerbang pada saat landing atau take-off, dan intensitas cahaya yang digunakan, rapat arus untuk kabel biasanya maksimum digunakan adalah 20 A/mm<sup>2</sup>, dan luas penampang kabel yang digunakan adalah 1x6 mm<sup>2</sup> dengan arus yang melewati rangkaian adalah 6.6 Ampere, sehingga didapatkan rapat arus sebesar 1.1 A/mm<sup>2</sup>.

CCR as an important component of runway edge light that functions to regulate a constant fixed current at each lamp load with the level of lighting divided into five levels. The electrical system on the runway light is one of the applications of electrical science that uses the basic CCR components that can produce constant current.

This runway edge light electrical system is assembled using two final circuits installed in series with the intention that if one of the circuits goes out, the other system can still function, The electrical system on the runway edge light is one of the applications of electrical science that uses the basic CCR components that can produce constant current.

The Electrical system of the runway edge light is designed and planned with the use of light intensity that can be seen from all angles at a sufficient height, so as to give instructions to the aviator at the time of landing or take-off, and the light intensity used, the current density for the cable is usually the maximum used is 20 A/mm<sup>2</sup>, and the cross-sectional area of the cable used is 1x6 mm<sup>2</sup> with the current passing through the circuit is 6.6 Amperes, so that a current density of 1.1 A/mm is obtained.

*This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*



#### Koresponden:

Abdul Z. Patiran

Fakultas Teknik, Jurusan Elektro, Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat

Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari – Papua Barat 98314, Indonesia

Email: a.patiran@unipa.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

Sistem transportasi udara di Indonesia semakin berperan dalam perkembangan perekonomian dan merupakan konsekuensi logis, yang dituntut pula untuk dapat melayani seluruh wilayah nusantara yang berkaitan dengan percepatan arus informasi, barang, penumpang maupun berbagai hal lainnya. Kondisi tersebut sudah menjadi kewajiban bagi PT. (Persero) Angkasapura sebagai salah satu BUMN yang dipercaya pemerintah dalam mengembangkan sektor penyediaan sarana kebandarudaraan dan keselamatan penumpang [1].

Untuk mewujudkan penyelenggaraan penerbangan yang selamat, aman, cepat, lancar, tertib nyaman dan berdaya guna perlu didukung tersedianya fasilitas penerbangan yang memadai diantaranya alat bantu pendaratan visual yang meliputi lampu pendekatan (Approach Lighting), lampu pemandu peralatan visual (T-VASIS/PAPI) dan peralatan signal sebagai fasilitas alat bantu pendaratan dan tinggal landas pada malam hari maupun siang hari dalam keadaan cuaca buruk atau setiap waktu atas permintaan penerbang [2].

Dalam rangka pelaksanaan pembinaan penyelenggaraan fasilitas elektronika dan listrik yang meliputi perencanaan, penyediaan, pemasangan, pengoperasian dan pemeliharaan peralatan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara perlu disusun suatu pedoman gambar Instalasi Sistem Penerangan Bandar Udara (*Airfield Lighting System*) yang mengacu pada standar ICAO (*International Civil Aviation Organization*) yang dijabarkan dalam ANNEX 14, Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000) dan Standard Industri Indonesia (SII).

Dengan mengutamakan keselamatan dan kenyamanan kepada pemakai jasa bandar udara maka sejak awal penerbangan, penerbang telah menggunakan tanda-tanda sebagai alat bantu navigasi ketika mendekati suatu bandar udara, yaitu suatu alat bantu yang dapat digunakan baik dalam cuaca baik maupun dalam cuaca buruk, pada siang hari maupun malam hari. Pada siang hari terdapat penerangan yang cukup dari matahari, sehingga penerangan buatan biasanya tidak dibutuhkan.

Landasan pacu bagi pesawat konvensional selalu tampak sebagai jalur sempit yang panjang dengan tepi yang lurus dan bebas dari rintangan. Oleh karenanya dengan mudah dapat dikenali dari jauh, atau dengan terbang di atasnya. Pandangan perspektif dari landasan pacu dan tanda-tanda lainnya digunakan penerbang sebagai alat bantu visual untuk orientasi ketika mendekati bandar udara guna melakukan pendaratan.

CCR (*Constant Current Regulator*) merupakan suatu catu daya yang digunakan dalam dunia penerbangan untuk pemberian tenaga listrik pada sistem penerangan bandara. Dimana pada tenaga listrik yang diberikan untuk lampu Runway Edge Light penerangan bandara ini dipertahankan memberikan suplai tenaga dengan arus tetap.

UPS adalah singkatan dari Uninterruptible Power Supply yang merupakan sebuah hardware penting dengan fungsi utama menyimpan dan menyuplai daya aliran listrik, sehingga saat aliran listrik dari sumber utama (PLN atau Generator) mengalami gangguan, pasokan listrik ke output (peralatan elektronik) tidak terganggu tetapi dengan jangka waktu yang singkat sehingga tidak bertahan begitu lama.

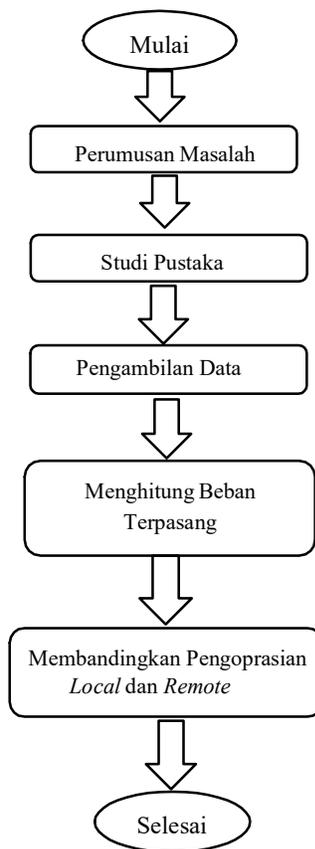
Adapun Studi Kasus Runway Edge Light Pada Bandar Udara Rendani Manokwari bisa menjadi penerapan yang baik bagi mahasiswa Teknik Listrik Universitas Papua untuk belajar mengenai sistem ketenagalistrikan Bandar Udara yang pada dasarnya merupakan sistem kontrol atau otomatis. Jadi dengan mempelajari studi kasus ini diharapkan dapat menambah wawasan keilmuan bukan hanya untuk penulis tetapi untuk semua mahasiswa Teknik Jurusan Elektro tentang otomatisasi Bandar Udara. Hal-hal tersebut di atas, menjadi tolak ukur, perlunya suatu kajian/studi dalam memacu peningkatan aktivitas bandar udara menyeluruh yaitu dengan mengutamakan keselamatan penerbangan dan kenyamanan kepada pemakai jasa bandar udara serta adanya kecenderungan baru yang merupakan dampak globalisasi dalam pengelolaan bandar udara masa depan bahwa Airport As A Business.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan objek penelitian Runway Edge Light UPBU (Unit Penyelenggara Bandar Udara) Manokwari. Menggunakan data sekunder untuk mengetahui pengoperasian CCR secara lokal maupun remote sebagai pengendali Runway Edge Light. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kasus. Studi kasusnya adalah kelayakan Runway Edge Light pada bandar udara Rendani, Manokwari, Papua Barat.

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu, merumuskan permasalahan mengenai kelayakan Runway Edge Light berdasarkan perbandingan beban eksisting dan beban pemakaian sebenarnya, kemudian melakukan studi pustaka kasus-kasus mengenai kelayakan bandar udara, dilanjutkan dengan mengumpulkan data tentang seluruh rangkaian instalasi dan pengoperasian secara lokal maupun remote Runway Edge Light. Setelah data dikumpulkan dilanjutkan dengan analisis kelayakan, awalnya membuat data perhitungan dan dilanjutkan dengan menghitung beban yang terpasang dan yang terakhir adalah menganalisis hasil perhitungan beban yang terpasang dan pengaruh pengoperasian lokal maupun remote dari Runway Edge Light.

Adapun jalannya penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini.

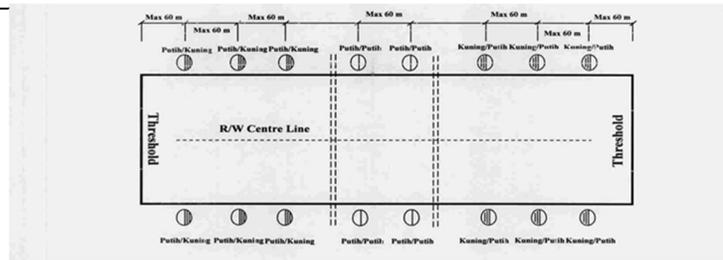


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 2.1 Data Penelitian

Runway Edge Light harus ditempatkan disepanjang landas pacu dan harus berada didua baris paralel berjarak sama dari garis tengah (*center line*). Runway Edge Light ditempatkan sepanjang tepi daerah tersebut dinyatakan untuk digunakan sebagai landas pacu atau diluar tepi daerah pada jarak tidak lebih dari 3 (tiga) meter. Untuk lebar Runway lebih dari 60 meter. Jarak antara deretan lampu harus ditentukan dengan mempertimbangkan sifat dari operasi, distribusi cahaya, karakteristik Runway edge light dan Alat Bantu Pendaratan Visual yang lainnya [3].

Untuk Instrument Runway jarak antar lampu tidak lebih dari 60 meter dan pada Non Instrument Runway tidak lebih dari 100 meter. Runway edge light akan tetap menampilkan warna clear (putih), kecuali: bagian 600 meter dari lampu atau sepertiga dari panjang landas pacu dimana *take-off* dimulai lampu harus berwarna kuning. Runway edge light harus menunjukkan semua sudut dalam azimuth hingga 15° di atas horizontal dengan intensitas yang memadai untuk kondisi visibilitas dan cahaya sekitar yang menggunakan landas pacu untuk *take off* atau landing. Dalam kasus apapun, intensitas cahaya paling sedikit 50 cd (Candela) atau intensitas lampu dapat dikurangi dengan tidak kurang dari 25 cd (Candela) agar tidak menyilaukan mata pilot. [2].



Gambar 2. Runway Edge Light [3]

Proses penelitian dilakukan dengan cara, pada keadaan standby (mulai) selanjutnya melakukan peninjauan langsung terhadap objek dilapangan, pengumpulan data dalam penelitian mengenai runway edge light serta melakukan penghitungan beban yang terpasang pada objek penelitian dan membandingkan dalam pengoprasian local atau remot. Arah sinar lampu ada dua macam yaitu: [3].

- 1) *Omni directional*
- 2) *Bi directional*

Sedang arah sinar lampu yang digunakan di Bandar Udara Rendani adalah omni directional dimana arah sinar lampu ini menyebar ke segala arah. Perlu diperhatikan bahwa sinar lampu ini hanya 20 % yang dapat menyinari landasan pacu, artinya lebih besar arah sinar lampu keluar dari landasan. Ini dimaksudkan agar pada saat melakukan pendaratan sinar tersebut tidak menyilaukan mata bagi penerbang (pilot). Dalam hal ini lampu-lampu harus dirancang sedemikian rupa membentuk suatu pola visual yang mudah dimengerti penerbang.

Setelah melewati ambang landasan, penerbang harus menyelesaikan persentuhan (*touchdown* - roda belakang pesawat bersentuhan dengan landasan) dan manuver pesawat di atas landasan pacu (*coll-out*). Alat bantu visual di landasan pacu pada tahap ini harus dirancang untuk memberikan petunjuk kepada penerbang mengenai pengajaran roda, perpindahan lateral, rotasi sejajar, dan jarak. Lampu-lampu tersebut harus disusun sehingga membentuk suatu pola visual yang dapat ditafsirkan dengan mudah oleh penerbang. Penerangan dengan lampu sorot dibatasi hanya untuk arah pendaratan yang dikehendaki saja dan ditambah lampu sisi landasan digunakan sebagai alat bantu visual pada landasan pacu. Hal ini diikuti oleh penggunaan lampu di garis tengah landasan pacu dan daerah persentuhan roda pesawat dengan landasan.

Tabel 1. Arus dan Intensitas Cahaya pada Setiap Step Runway Edge Light [3]

No.	Step	Posisi	Penjelasan
1	Step 5	6,6 Ampere	ini biasa terjadi saat <i>landing</i> ataupun <i>take-off</i> pada malam hari saat cuaca buruk.
2	Step 4	5,20 Ampere	Step 4,3 dan 2 ini terjadi tergantung permintaan kokpit yang mana cuaca tidak terlalu buruk dan sering terjadi pada siang hari.
3	Step 3	4,12 Ampere	
4	Step 2	3,40 Ampere	Step 1 ini jarang digunakan tetapi syarat pada pencahayaan <i>runway edge light</i> ini mulai 1 – 5(step).
5	Step 1	2,79 Ampere	

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

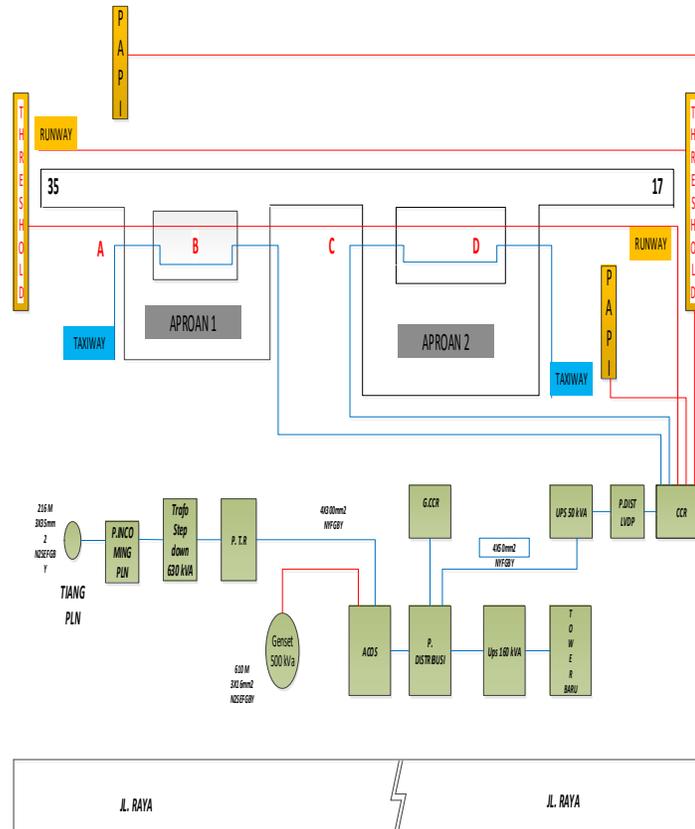
#### 3.1 Cara Kerja Constant Current Regulator (CCR)

CCR Siemens tips 6SF 402 adalah pengatur arus konstan untuk catu daya Runway Light. Cara kerja CCR Siemens type 6SF 402 adalah sebagai berikut: Brightness set mengalirkan arus ke controller dan dijadikan trigger untuk sudut penyalaan SCR dengan melewati inverting circuit (rangkaiannya pembalik fungsi), apabila arus beban ( $I_s$ ) konstan, besaran tegangan yang diterima oleh inverting circuit hasil induksi sensing transformer juga konstan dan trigger untuk sudut penyalaan SCR akan konstan sehingga arus tetap 6,6 Ampere. Bila arus beban ( $I_s$ ) berubah, tegangan diperbesar pada multiplier dan dikirimkan ke squaring blok (tegangan dibuat pulsa segi empat), diteruskan ke controller kemudian fungsi dibalik, sehingga bila  $I_s$  membesar, sudut penyalaan mengecil dan  $I_s$  kembali turun pada setting current semula (6,6 Ampere). Bila  $I_s$  mengecil, sudut penyalaan membesar dan  $I_s$  kembali naik pada setting current 6,6 Ampere. Adapun perbandingan dari dua kondisi yang ber-beda, yaitu kondisi bila pada rangkaian beban terjadi hubung singkat dan kondisi rangkaian terbuka (open circuit), adalah, [4]

Pertama, pada saat terjadi .hubung singkat (pada AB) atau semua output pada isolating transformer dihubung singkat : Arus beban ( $I_s$ ) menuju maksimum dan tegangan pada AB menuju nol, arus beban juga melewati sensing transformer. Tegangan hasil induksi dialirkan ke multiflier (untuk memperbesar tegangan), 35 kemudian dikirim ke squaring blok (pulsa tegangan dibuat segi empat) melewati controller dan dijadikan

trigger untuk sudut penyalan SCR kemudian dilewatkan lagi ke inverting circuit untuk membalik fungsi, akibatnya semakin besar Is, sudut penyalan semakin kecil sehingga Ip semakin kecil dan Is kembali pada penyetelan arus (setting current) semula yaitu 6,6 Ampere.

Kedua, pada saat kondisi rangkaian terbuka (open circuit) atau impedansi (Z) menuju tak terhingga (mendekati open circuit) sehingga Is menuju minimum. Input yang diterima oleh blok rangkaian umpan balik juga kecil, tetapi pada inverting circuit fungsi dibalik sehingga sudut penyalan semakin besar, akibatnya Ip menuju maksimum. Tegangan AB menjadi maksimum dengan Is kembali pada setting current 6,6 Ampere. Bila terjadi open circuit pada AB, arus sama dengan nol, tegangan terus naik menuju tak terhingga. Dari dua kondisi ini terlihat bahwa arus dipertahankan 6,6 Ampere, sehingga semua keadaan antara kondisi 1 dan 2 juga menghasilkan arus 6,6 Ampere. .



Gambar 3. Titik Instalasi Taxiway Light

### 3.2. Cara Kerja UPS

UPS adalah singkatan dari *Uninterruptible Power Supply* yang merupakan sebuah hardware penting dengan fungsi utama menyimpan dan menyuplai daya aliran listrik, sehingga saat aliran listrik dari sumber utama (PLN atau Generator) mengalami gangguan, pasokan listrik ke *output* (peralatan elektronik) tidak terganggu tetapi dengan jangka waktu yang singkat sehingga tidak bertahan begitu lama.

### 3.3. Perhitungan Beban Terpasang

Berikut adalah perhitungan beban yang terpasang pada runway edge light Bandar Udara Rendani Manokwari [5][6]:

Jadi,

Lamp rating = 150 W

Lamp Qty = 110 buah

Itn = 90% = 0,9

Itpf = 95% = 0,95

Panjang kabel = 5680 m = 5,68 km

Sehingga

$$\begin{aligned}
 \text{(A).CCR APP} &= \frac{\text{lamp rating} \times 1,1 \times \text{lamp Qty} + \text{cable loss}}{0,855} \\
 &= \frac{150 \times 1,1 \times 110 + (6,6)^2 (2,3 \text{ ohm/km} \times 5,68 \text{ km})}{0,855} \\
 &= \frac{18.150 + 43,56 + 13.064}{0,855} \\
 &= 21.294,302 \text{ W} \\
 &= 21,30 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(B).P} &= V \cdot I \\
 V &= P/I \\
 &= 21,30/6,6 \\
 &= 3,22 \text{ kV} \\
 V &= 3,22/2 \\
 &= 1,61 \text{ kV}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(C).Tahanan Isolasi} &= 3,22 \times 2,5 \\
 &= 8,05 \text{ mikro ohm}
 \end{aligned}$$

Nilai perhitungan step 1 beban yang terpasang

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 P &= 1,61 \times 2,8 \text{ A} \\
 P &= 4.508 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Nilai perhitungan step 2 beban yang terpasang

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 P &= 1,61 \times 3,4 \text{ A} \\
 P &= 5.474 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Nilai perhitungan step 3 beban yang terpasang

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 P &= 1,61 \times 4,1 \text{ A} \\
 P &= 6.601 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Nilai perhitungan step 4 beban yang terpasang

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 P &= 1,61 \times 5,2 \text{ A} \\
 P &= 8.372 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Nilai perhitungan step 5 beban yang terpasang

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 P &= 1,61 \times 6,6 \text{ A} \\
 P &= 10.626 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Kapasitas Beban setiap Step-nya secara Keseluruhan

Step	Jumlah Lampu	Beban Terpasang (W)
Step 1 (2,8 A)	66	4.508 watt
Step 2 (3,4 A)		5.474 watt
Step 3 (4,4 A)		6.601 watt
Step 4 (5,2 A)		8.372 watt
Step 5 (6,6 A)		10.626 watt

### 3.4. Pengoperasian Secara Local Dan Remote

Pada runway ini pengoperasian dan pengontrolannya dikendalikan oleh saklar pilih atau biasa disebut selector switch yang terbagi atas dua bagian yaitu:

- 1) Lokal kontrol ialah peralatan kontrol dioperasikan pada alat itu sendiri.
- 2) Remote kontrol ialah dilakukan dari Jarak Jauh oleh petugas lalu lintas udara dari menara pengawas.

Dalam kondisi yang normal sistem pengoperasian dan pengontrolannya dioperasikan secara remote kontrol oleh petugas lalu lintas udara. Sedangkan untuk pengoperasian secara lokal akan dilakukan jika dalam hal-hal sebagai berikut, bilamana sistem remote kontrol mengalami gangguan dan untuk service (perawatan) dan perbaikan.

Perlu digaris bawahi bahwa pada saat pengoperasian lokal kontrol maka wewenang tetap pada pengawas lalu lintas udara atau dengan kata lain untuk pemilihan step-step intensitas yang ada, pengawas lalu lintas udara yang akan memberikan komando untuk pemilihan dengan step-step intensitas karena yang berhubungan komunikasi langsung dengan penerbang adalah petugas lalu lintas udara. Oleh karena itu pengoperasian CCR itu adalah wewenang dari petugas lalu lintas udara dalam sistem pengoperasian atau pengontrolan penerbangan

**4. KESIMPULAN**

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil studi kasus adalah sebagai berikut:

1. AFL (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.
2. Prinsip kerja dari rangkaian adalah, Brightness set mengalirkan arus ke controller dan dijadikan trigger untuk sudut penyalan SCR dengan melewati inverting circuit, apabila arus beban konstan, besaran tegangan yang diterima oleh inverting circuit hasil induksi sensing transformer juga konstan dan trigger untuk sudut penyalan SCR akan konstan sehingga arus tetap 6,6 Ampere.
3. Untuk daya lampu pada setiap step adalah :
  - Step pertama adalah 4.508 watt
  - Step kedua adalah 5.474 watt
  - Step ketiga adalah 6.601 watt
  - Step keempat adalah 8.372 watt
  - Step kelima adalah 10.626 watt

**REFERENSI**

- [1] AERODROME. September 2011. International Standars and Recommended Practices Aerodromes, Annex 14. Sixth Edition.
- [2] Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No.326 Tahun 2019 Tentang Standar Teknis DanOperasional Peraturan Keselamatan Penerbangan.
- [3] Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No: KP 2 Tahun 2013 Tentang Kriteria Penempatan Peralatan dan Utilitas Bandar Udara.
- [4] Charles Anderson JV. 2011. Alternating Current Meant Surment. Prentishooc HLL INC: New Jersey, 22.
- [5] Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000. 2002. Cetakan kedua. Jakarta :Yayasan PUIL. Dokumen Bandar Udara Rendani.
- [6] Rindu Twidi Bethary, M. Fakhururiza Pradana, dan Diah Andriani. Analisa Kelayakan Dimensi Runway, Taxiway, dan Apron (Studi Kasus Bandar Udara Soekarno-Hatta dengan Pesawat Airbus 380). April 2015. Diakses dari: <https://www.researchgate.net/publication/331703772>.