

## ANALISA APRON FLOODLIGHT MENGGUNAKAN LAMPU LED DI BANDAR UDARA ADI SOEMARMO – SOLO

Aditya Pratama, Y<sup>(1)</sup>, Taryana<sup>(2)</sup>, Rubby Soebiantoro,<sup>(3)</sup>

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug – Tangerang

**Abstrak:** Apron digunakan sebagai tempat parkir pesawat terbang. Selain untuk parkir, pelataran pesawat digunakan untuk mengisi bahan bakar, menurunkan penumpang, dan mengisi penumpang pesawat terbang. Pelataran pesawat berada pada sisi udara (airport side) yang langsung bersinggungan dengan bangunan terminal, dan juga dihubungkan dengan taxiway yang menuju ke runway. Dimana kondisi saat ini di apron Bandar Udara Adi Soemarmo system penerangannya kurang baik dikarenakan intensitas belum memenuhi standar intensitas yang dianjurkan oleh ANNEX Volume 14. Berdasarkan hasil pengukuran, intensitas penerangan di apron Bandar Udara Adi Soemarmo rata – ratanya sebesar 17 lux, sedangkan menurut ANNEX adalah 20 lux, sehingga dapat disimpulkan bahwa penerangan apeon tersebut belum memenuhi standar ANNEX. Untuk itulah diperlukan suatu perancangan ulang dengan hasil perhitungan dengan menggunakan lampu led yang supaya intensitas penerangan sesuai dengan standar ANNEX serta memiliki tingkat efisiensi daya yang tinggi..

**Kata Kunci:** Apron, ANNEX, Intensitas penerangan,

**Abstract:** *Apron is used as aircraft parking in addition to parking, aircraft courtyard is used for refuel, drop the passenger, and pick the aircraft passenger up. Aircraft courtyard is located at airport side which contact directly with terminal building, and also connected with taxiway heading to runway. Nowadays, in apron of adi soemarmo airport, the lighting system is poor because of the intensity is not satisfy the standard of intensity, which recommended by annex 14. Based on the calculation result the average of the lighting intensity in apron of adi soemarmo airport is 17 lux, while according to the annex is 20 lux, it can be conclude that the lighting apron is not satisfy the standard of annex yet. for that the airport need to redesign with the calculation results by using led lamp so the lighting intensity suitable with annex standard and have high levelsof power efficiency.*

**Keyword:** Apron, ANNEX), lighting intensity,

## I. Pendahuluan

Bandar Udara Internasional Adi Sumarmo yang terletak di Propinsi Jawa Tengah merupakan salah satu Bandar Udara Inetrnasional di antara 13 Bandara yang dikelola oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) PT. Angkasa Pura I. Sebagai Bandar Udara Inetrnasional status Bandar Udara Internasional Adi Sumarmo terus meningkatkan serta diimbangi dengan peningkatan peralatan keselamatan penerbangan yang memadai baik peralatan telekomunikasi dan navigasi maupun peralatan listrik Bandar Udara.

Mengingat *Floodlight* adalah salah satu hal yang penting dalam fasilitas *Airfield Lighting System* (AFL), maka penulis bermaksud untuk mengkaji lampu *Floodlight* yang ada di Bandar Udara Adi Soemarmo Solo. Saat ini floodlight di Bandar Udara Adi Soemarmo menggunakan lampu jenis HPIT dan HALOGEN serta speksifikasi yang berbeda tiap tiangnya. Lampu *HPIT* yang digunakan untuk nyala memerlukan waktu kurang lebih 2 menit, sehingga apabila di nyala tidak semua lampu langsung aktif, jadi penerangan belum sempurna di awal, dan besarnya daya listrik yang di gunakan untuk satu tiang lampu *Floodlight* sampai 4000 watt.

Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo memiliki 8 tiang Flood Light. Tiap – tiap tiang terdiri dari 7 sampai 8 lampu yang merupakan produk lama ( Philips HPIT dan HALOGEN ) tahun 1979/1980 dan 1995/1996. Tiap tiang lampu *Floodlight* memerlukan lampu dengan kapasitas rata- rata dari 400 sampai 1000 Watt dengan 4 tiang lampu Floodlight terdiri

dari 7 lampu serta 4 tiang lampu Floodlight terdiri dari 8 lampu.

Dengan jenis lampu yang berbeda maka hal tersebut menyulitkan teknisi dalam melakukan perawatan terutama penggantian lampu serta armaturenya karena tidak adanya supplier untuk jenis lampu tersebut, selain itu juga diperlukan daya yang besar pada saat pengoperasiannya sehingga memerlukan biaya yang tinggi untuk pemeliharaan maupun pemakaian listrik.

Bedasarkan latar belakang tersebut maka diambil beberapa identifikasi masalah, antara lain :

1. Apakah intensitas penerangan lampu floodlight sekarang memenuhi standar ?
2. Apakah semua lampu langsung menyala ketika lampu dinyalakan?
3. Apakah instalasi listrik lampu floodlight telah memenuhi standar ?
4. Apakah lampu floodlight sekarang telah efisiensi dalam pemakaian daya beban yang sudah di gunakan?
5. Apakah pengaman listrik yang di pakai sesuai dengan standar ?
6. Apakah posisi pemasangan lampu floodlight sekarang telah benar ?
7. Apakah lampu floodlight sekarang dapat dirawat dengan mudah ?

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka penulis membatasi permasalahan masalah sebagai berikut : bagaimana intensitas penerangan lampu apron Floodlight, serta instalasi dan jenis lampu yang akan di gunakan memiliki efisiensi yang lebih baik

## II. Landasan Teori

### a. Cahaya

Cahaya adalah suatu gejala fisis. Suatu sumber cahaya memancarkan energi. Sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Perambatan cahaya diruang bebas dilakukan oleh gelombang elektromagnetik. Jadi, cahaya itu adalah suatu gejala getaran.

Adapun sumber cahaya itu sendiri dibagi menjadi, yaitu sebagai berikut :

#### 1. Sumber cahaya alam

Suatu sumber cahaya yang diperoleh merubah sumber yang lain atau sumber yang ada di alam tanpa dibuat oleh manusia.

#### 2. Sumber cahaya buatan

Sumber cahaya yang diperoleh dengan mengubah suatu bentuk energy listrik ke bentuk energi cahaya.

### b. Besaran-Besaran Penerangan

Dalam teknik penerangan dikenal besaran-besaran penerangan fluks, cahaya, iluminasi, intensitas cahaya dan luminasi.

Steradian (sr) : suatu sudut ruang yang diartikan sebagai sudut yang terbentuk oleh beberapa permukaan pada titik yang diberikan.

Fluks cahaya : Besaran fluks cahaya dinotasikan dengan symbol ( $\Phi$ ), adalah kelompok berkas cahaya yang dipancarkan suatu sumber cahaya setiap satu detik. Fluks cahaya diukur dalam satuan lumen. Sebagai contoh lampu halogen 500 watt/220 Volt mengeluarkan cahaya sebanyak 9500 lumen, lampu merkuri fluorescen 125 watt/220 volt mengeluarkan fluks cahaya sebanyak 5800 lumen. Umumnya lampu-lampu listrik dengan

ukuran watt tertentu menghasilkan jumlah fluks cahaya tertentu. Intensitas pencahayaan E dinyatakan dalam satuan lux atau lumen/m<sup>2</sup>. Jadi flux cahaya yang diperlukan untuk bidang kerja seluas A m<sup>2</sup> ialah:

$$\Phi = E \cdot A$$

### c. Intensitas Cahaya

Besaran intensitas cahaya dinotasikan dengan symbol. Konsep intensitas cahaya dipakai untuk menerangkan pancaran fluks cahaya dalam arah tertentu, dari suatu permukaan yang memancarkan cahaya. cahaya yang terlalu terang juga dapat mengganggu penglihatan. Kualitas penerangan yang tidak memadai berefek buruk bagi fungsi penglihatan, psikologis serta aktivitas kerja Sukawi, [6]. Bila kuat penerangan berkurang maka suasana kerja menjadi kurang nyaman dan untuk pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi menjadi sulit untuk dikerjakan. Dedy Haryanto, [1].

Penggunaan sistem pencahayaan yang tidak efektif dan efisien dapat menurunkan produktifitas, kenyamanan, serta menyebabkan pemborosan energi pada ruang Evi Puspita Dewi, [2]. Perancangan sistem kontrol pencahayaan dalam ruang mampu mengidentifikasi kuat penerangan dalam ruang terhadap pembacaan iluminasi ruang Inayati Nur S, [4].

### d. Iluminasi

Besaran illuminasi dinotasikan dengan huruf (E) dan dinyatakan dalam satuan lumen per meter persegi atau

lux., maka intensitas penerangan rata – rata di bidang itu sama dengan :

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

#### e. Jenis Armature

Berdasarkan distribusi cahaya berdasarkan distribusi cahaya, armatur lampu dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. *Pencahayaannya langsung (Direct lighting)*  
Pencahayaannya langsung merupakan pencahayaannya dengan distribusi sumber cahaya langsung menuju ke sasaran yang dituju. Pencahayaannya langsung biasanya merupakan cahaya yang ditujukan secara fungsional untuk memenuhi kebutuhan cahaya secara kuantitatif pada sebuah ruang atau bidang kerja.
2. *Pencahayaannya semi langsung/tak langsung (Semi-direct/indirect)*  
Pencahayaannya semilangsung atau tak langsung merupakan pencahayaannya yang pendistribusiannya terbagi pada dua arah distribusi, yaitu sebagian cahaya yang berasal dari sumber cahaya langsung dan sebagian lagi dipantulkan pada bidang permukaan.
3. *Pencahayaannya tak langsung (Indirect lighting)*  
Pencahayaannya tak langsung diaplikasikan dengan memantulkan cahaya yang berasal dari sumber cahaya pada bidang pemantul atau reflektor.

Berdasarkan arah cahaya, armatur lampu dapat dikelompokkan ke dalam tiga jenis, yaitu:

1. *Uplight* (Arah cahaya ke atas)  
*Uplight* merupakan kelompok armatur yang mendistribusikan cahaya dari bawah ke arah atas dengan sudut tertentu.
2. *Downlight* (Arah cahaya ke bawah)  
*Downlight* merupakan kelompok armatur yang mendistribusikan cahaya dari atas ke bawah dengan sudut tertentu.
3. *Diffuse* (arah cahaya menyebar)  
Cahaya dengan arah menyebar merupakan pencahayaannya yang paling sering diaplikasikan terutama pada hunian.

### III. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah langkah dan prosedur yang akan dilakukan dalam pengumpulan data atau informasi guna(untuk) memecahkan permasalahan. Dalam hal ini penulis menggunakan beberapa metode sebagai berikut

1. *Metode Deskriptif*  
Menurut Nazir (1988: 63) dalam Buku Contoh Metode Penelitian, Metode ini menggambarkan kejadian sesungguhnya di lapangan, merumuskan masalah, merumuskan kesimpulan, serta menyusun laporan penelitian.
2. *Metode Observasi*  
Metode observasi adalah pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala, fenomena yang sedang diselidiki.
3. *Studi Pustaka*  
Menurut Sugiyono (2013:83), studi pustaka merupakan langkah awal dalam metode pengumpulan data. Yaitu dengan mengumpulkan data

dari buku-buku ilmiah, peraturan-peraturan, ketetapan-ketetapan yang berlaku dan sumber-sumber tertulis baik tercetak maupun elektronik lain

**A. Kondisi Sekarang**

Kondisi saat ini lampu apron floodlight di Bandar Udara Adi Soemarmo – Solo memerlukan daya listrik yang besar setiap tiang lampu floodlight sampai 4000 watt.

**1. Lampu dan Tiang**

Dengan apron floodlightnya memiliki 8 tiang, 60 lampu floodlight dengan jarak antar lampu 55m dengan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1: Spesifikasi Lampu

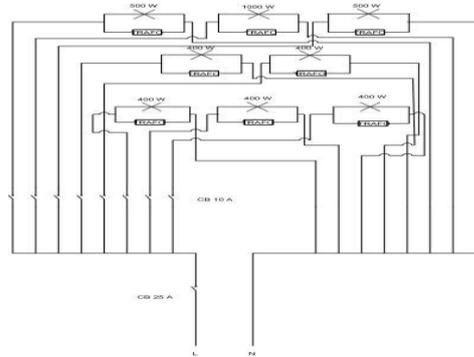
NO	TIANG	HPIT 400 w	HALOGE N 500 w	HALOGE N 1000 w	BEBAN
1.	TIANG 1	3	4	1	4200 W
2.	TIANG 2	2	4	1	3800 W
3.	TIANG 3	3	4	1	4200 W
4.	TIANG 4	2	4	1	3800 W
5.	TIANG 5	2	5	1	4300 W
6.	TIANG 6	2	4	1	3800 W
7.	TIANG 7	2	5	1	4300 W
8.	TIANG 8	2	4	1	3800 W

Saat ini distrbusi power listrik dari PLN atau genset untuk lampu apron floodlight dibagi menjadi 3 bagian, dan dari panel distribusi tersebut menggunakan kabel NYY 4 X 4 mm pada tiangnya. Pada panel distribusi dipasang 3 MCB sebagai pengaman apabila terjadinya gangguan yang digunakan adalah:

1. Tiang 1,2,3, ( 40 A)
2. Tiang 4,5,6 ( 32 A)
3. Tiang 7 dan 8 ( 32 A)

Sedangkan kabel yang digunakan disetiap tiang dari panel ke lampu apron floodlight adalah kabel NYM 2X 2,5

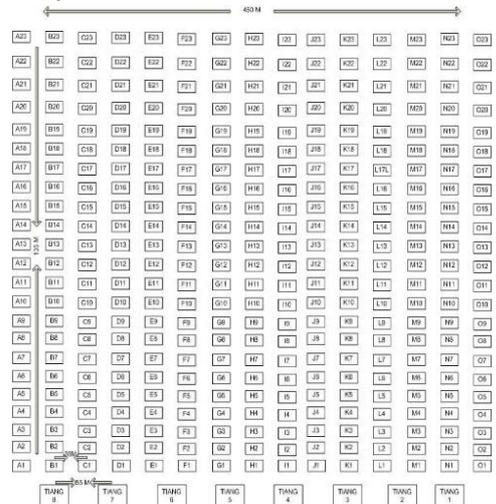
mm serta meggunakan MCB 10 A disetiap lampu apron floodlight, dan menggunakan MCB 20 A untuk kabel 3 phase ditiangnya pada tiap tiangnya. Pada panel distribusi dipasang 3 MCB, sebagai pengaman apabila terjadinya gangguan, nilai MCB yang di gunakan adalah:



Gambar 1: Instalasi listrik di tiap tiang

**2. Hasil Pengukuran**

Dalam melaksanakan pengukuran di lapangan, penulis melakukan pengukuran langsung ke objek yang diteliti yaitu di apron Bandar Udara Adi Soemarmo. Pengukuran dengan menggunakan luxmeter, dan mengukur intensitas penerangan pada setiap 30 m x 6 jalur



Gambar 2: Denah lokasi pengukuran inensitas penerangan

Data untuk hasil pengukuran serta lokasi pemetaan pengukuran:

NO	TIPE LAMPU	LUMEN	JUMLAH LAMPU	JUMLAH LUMEN
1.	Halogen A (IDE 500W)	10.250 lm	34 lampu	348.500 lm
2.	Halogen A (IDE 1000W)	24000 lm	8 lampu	192.000 lm
3.	HPI-T 400W	30000 lm	18 lampu	540.000 lm
	Jumlah	64250 lm	60 lampu	1.080.000 lm

Maka tabel di atas bisa dihitung rata – rata nya (Average) dengan membagi jumlah semua hasil lux dengan titik yang di ukur sebagai berikut:

Total pengukuran penerangan = 5.725 lux

Titik pengukuran = 345 titik

Jadi Rata-rata := 16.59 lux/titik

Sehingga dari hasil perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa nilai rata – rata intensitas penerangan di apron Bandar Udara Adi Soemarmo adalah sebesar 17 lux.

### 3. Hasil perhitungan

Dengan diketahuinya luas apron dan spesifikasi lampu yang terpasang saat ini, maka penulis dapat membuktikan dengan perhitungan bahwa hasil pengukuran tersebut sama hasilnya.

$$\Phi = E \cdot A$$

$$1.080.000 \text{ lm} : 64.250 \text{ lm} = 17.7777$$

### B. Kondisi yang diinginkan

Memperhatikan kondisi sekarang, maka penulis melakukan analisis terhadap lampu apron floodlight. Agar

mendapatkan kondisi yang diinginkan sebagai berikut :

- a. Merancang lampu apron floodlight untuk mendapatkan intensitas penerangan yang sesuai dengan standar annex 14 sebesar 20 lux.
- b. Serta instalasi distribusi listrik ke tiap beban sesuai dengan standar puil.

## IV. Pembahasan

### A. Intensitas Penerangan

Untuk memenuhi standar penerangan apron maka perlu adanya perhitungan untuk menentukan berapa lampu yang digunakan pada tiap tiang lampu apron floodlight, dengan rumus berikut :

1. Menghitung lumen yang dibutuhkan dengan rumus :

$$E \text{ rata - rata} = \frac{\Phi}{A}$$

$$\begin{aligned} \Phi &= E \text{ rata-rata} \times A \\ &= 20 \text{ lux} \times 6.050 \text{ m}^2 \\ &= 1.215.000 \text{ lm} \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan intensitas penerangann apron Bandar Udara Adi Soemarmo untuk memenuhi standar ANNEX 14 sebesar 20 lux adalah sebesar 1.215.000 lumen. Seperti dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa saat ini apron floodlight menggunakan 8 tiang, maka kebutuhan intensitas penerangan tersebut dibagi ke tiap tiang.

2. Pembagian beban tiap tiang

Selanjutnya adalah menghitung kebutuhan lampu yang akan terpakai di setiap tiang, dengan menggunakan rumus di bawah ini :

*Intensitas tiap tiang =*

$$\frac{\text{Jumlah intensitas}}{\text{Jumlah Tiang}}$$

*Intensitas tiap tiang*

$$= \frac{1.215.000 \text{ lm}}{8 \text{ Tiang}}$$

Intensitas tiap tiang = 151.875 lumen

3. Memilih jenis lampu dan menentukan jumlah lampu

Setelah mengetahui kebutuhan intensitas penerangan di Bandar Udara Adi Soemarmo, selanjutnya menentukan lampu akan digunakan adalah lampu led tipe F-32 dengan daya listrik 444 w, total lumen 50.419 lm ( lampiran ). Kemudian menghitung kebutuhan lampu yang akan dipasang pada setiap tiang, dengan menggunakan rumus dibawah ini :

*Jumlah lampu tiap tiang =*

$$\frac{\text{Jumlah intensitas}}{\text{Intensitas 1 lampu}}$$

*Jumlah lampu tiap tiang*

$$= \frac{151.875 \text{ lm}}{50.419 \text{ lm}}$$

Jumlah lampu tiap tiang = 3.02 ( 4 lampu)

Jadi berdasarkan hasil perhitungan di atas lampu LED F-32 yang harus dipasang pada setiap tiang adalah 4 lampu, seperti di jelakan pada bab sebelumnya bahwa apron Bandar Udara Adi Soemarmo memilik 8 tiang floodlight, berarti kebutuhan lampu yang akan digunakan adalah sebesar 32 lampu

4. Menghitung rata – rata intensitas penerangan

Setelah mendapatkan jumlah lampu yang digunakan pada setiap tiang, selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk mengetahui berapa rata – rata intensitas penerangan apron Bandar Udara Adi Soemarmo :

*E rata – rata*

$$= \frac{4 \text{ lampu} \times 50.419 \text{ lm} \times 8 \text{ tiang}}{450 \text{ m} \times 135 \text{ m}}$$

*E rata – rata = 26.55 lux*

Dapat dijelaskan dengan penggunaan 4 lampu led F-32 dengan daya 444w, 50419 lumen, mendapatkan intensitas penerangan rata – rata sebesar 26,55 lux, bahwa penerangan tersebut telah memenuhi standar. Serta menghitung sampai titik keberapa bahwa floodlight yang akan digunakan masih memiliki intensitas diatas standar yaitu sebesar 20 lux

$$E = \frac{50.419 \text{ lm} \times 4_{lampu}}{96^2 \text{ m} \times 15,5^2 \text{ m}} = 21.32 \text{ lux}$$

Jadi penggunaan lampu led ini memiliki tingkat penerangan lebih baik dari pada lampu existing yang ada sekarang, karena pada lampu led mampu sampai ke titik 16 sedangkan lampu yang ada sekarang hanya mampu sampai ke titik 11.

### **B. Instalasi Listrik**

Dengan diketahuinya jumlah mampu yang akan digunakan maka perlunya kabel penghantar yang sesuai dengan standar. Perhitungan penghantar kabel yang akan digunakan.

1. Perhitungan Arus :

a. Perhitungan arus 3 phase

Diketahui :

1 lampu = 444 watt

1 tiang = 1776 watt

1 jaringan = 16 lampu = 7.104 watt

Menghitung arus di tiap jaringan yang digunakan :

$$I = \frac{P. 3 Phase}{\sqrt{3} \times 380 \times \cos \phi}$$

$$I = \frac{7.104}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8}$$

$$= 13.52 \text{ Ampere}$$

b. Perhitungan arus 1 Phase

Diketahui :

1 lampu = 444 watt

Menghitung arus di tiap lampu :

$$I = \frac{P}{V \times \cos \theta}$$

$$I = \frac{444 \text{ watt}}{220 \text{ volt} \times 0.8}$$

$$= 2.53 \text{ A}$$

Sebelum menentukan luas penampang kabel perlu dihitung KHanya terlebih dahulu, dimana KHA adalah Kuat Hantar Arus dengan rumus:

$$KHA = 125\% \times I$$

Kuat hantar arus dibeban 3 phase :

$$KHA = 125\% \times 13,52 = 16,9 \text{ A}$$

Kuat hantar arus dibeban 1 phase :

$$KHA = 125\% \times 2,53 = 3,16 \text{ A}$$

Setelah KHA didapat maka luas penampang kabel dapat ditentukan dengan melihat tabel Kuat Hantar Arus (didalam tabel dengan nilai KHA 16,9 A dengan kabel berinti 3 dapat menggunakan kabel berukuran 4 x 1,5

mm<sup>2</sup>, serta kabel berinti 2 dengan nilai KHA 3,16 A dapat menggunakan kabel 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> akan tetapi perlu adanya perhitungan dengan jarak yang digunakan agar tegangan drop tidak melebihi batas maksimal yaitu 5%).

2. Menentukan luas penampang kabel

Setelah penulis melakukan perhitungan arus tersebut, bahwa penulis sadar adanya voltage drop, maka penulis melakukan perhitungan luas penampang kabel penghantar dengan rumus berikut :

a. Menghitung luas penampang 3 phase

Diketahui :

Panjang kabel : 500M

Arus : 13,52 A

V<sub>r</sub> : 5 % ( standar PUIL )

Dengan rumus 3 phase :

$$q = \frac{l \times \rho \times i}{V_r \sqrt{3}}$$

$$q = \frac{500 \text{ m} \times \frac{1}{60} \times 13.52}{5\% \times 380} \sqrt{3}$$

$$= 10.28 \text{ mm}^2$$

Dengan rumus 1 phase :

$$q = \frac{l \times \rho \times i \times 2}{V_r}$$

$$q = \frac{500 \text{ m} \times \frac{1}{60} \times 2.53 \text{ A} \times 2}{5\% \times 220}$$

$$= 0.13 \text{ mm}^2$$

Setelah didapatkannya luas penampang kabel penghantar yang akan digunakan sesuai PUIL 2011 sebesar 16 mm<sup>2</sup> untuk kabel berinti 4 dan 1,5 mm<sup>2</sup> untuk kabel berinti dua

3. Menghitung voltage drop

Tegangan drop merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Tegangan drop pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Maka perlu menentukan tegangan drop dengan rumus berikut:

a. Menghitung voltage drop 3 phase

Diketahui :

$$I = 13,52 \text{ A}$$

$$L = 500 \text{ M}$$

$$\rho \text{ tembaga} = \frac{1}{60}$$

$$q = 16 \text{ mm}^2$$

Perhitungan menggunakan rumus dengan sebagai berikut :

$$Vr = \frac{I \times L \times \rho}{q} \cdot \sqrt{3}$$

$$Vr = \frac{13.52 \text{ A} \times 500 \text{ m} \times \frac{1}{60}}{16} \cdot \sqrt{3}$$

$$= 12.20 \text{ volt}$$

b. Menghitung voltage drop 1 phase

Diketahui :

$$I = 2,53 \text{ A}$$

$$L = 15,5 \text{ m}$$

$$\rho \text{ tembaga} = \frac{1}{60}$$

$$q = 1,5 \text{ mm}^2$$

Perhitungan menggunakan rumus dengan sebagai berikut :

$$Vr = \frac{I \times L \times \rho \times 2}{q}$$

$$Vr = \frac{2,53 \text{ A} \times 15.5 \text{ m} \times \frac{1}{60} \times 2}{1.5}$$

$$= 0.8.7 \text{ volt}$$

Setelah melakukan perhitungan tegangan drop didapatkan sebesar 12,20V dan 0,87V maka tegangan drop tersebut akan dibandingkan dengan tegangan drop standar PUIL yaitu sebesar 5%. Perhitungan tegangan yang dianjurkan dalam PUIL :

$$Vr = 5\% \times 380\text{V} = 19 \text{ V}$$

$$Vr = 5\% \times 220\text{V} = 11\text{V}$$

Seperti diketahui bahwa tegangan drop perhitungan yang didapat adalah 12,20V dan 0,87V tidak melebihi batas maksimal tegangan drop sesuai PUIL yaitu sebesar 19V untuk 3 phase dan 11 V untuk 1 phase. Sehingga besar diameter kabel penghantar yang digunakan adalah 4 x 16mm<sup>2</sup> dan 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>.

**V. Kesimpulan dan Rekomendasi**

**A. Kesimpulan**

Dari uraian yang telah dikemukakan pada bab – bab sebelumnya maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Melalui rekayasa ulang dengan mengkaji dan merancang intensitas penerangan melalui perhitungan maka nilai intensitas penerangan di apron Bandar Udara Adi Soemarmo semestinya untuk area apron yaitu sebesar 26 lux, maka penerangan apron tersebut telah memenuhi standar.
2. Telah dilakukan perhitungan tentang efisiensi beban pemakaian, bisa dibuktikan bahwa lampu yang akan terpasan memiliki nilai efisiensi yang cukup tinggi

**B. Rekomendasi**

Apron dengan penerangannya memenuhi standar akan memberikan

kenyamanan bagi penggunaannya, maka penulis memberikan rekomendasi sebagai berikut:

1. Design system penerangan ini bisa segera dilaksanakan sehingga intensitas penerangan di apron sesuai dengan standar penerangan yang dianjurkan oleh ANNEX 14
2. Setiap periodik ( 2 bulan sekali ), lampu selalu dirawat dengan membersihkan instalasi lampu yang terpasang di apron.
3. Pada tiap tiang floodlight tetap dipasang 1 lampu halogen, untuk membantu menerangi daerah apron apabila terjadinya kabut.
4. Kabel yang digunakan saat ini telah melewati usia pakai kabel, sebaiknya diganti

#### **Daftar Pustaka**

- P. Van. Harten, Ir.E. Setiawan,1993  
*Instalasi Listrik arus Kuat I.*  
**Bandung:** CV. Trimitra Mandiri
- P. Van Harten, Ir.E. Setiawan.1993  
*Instalasi Listrik arus Kuat II*  
Bandung:CV. Trimitra Mandiri
- Suryatmo.F.2004. *Teknik Listrik Instalasi Penerangan.* Jakarta: Rineka Cipta.
- Suryatmo.F.2014.*Dasar-dasar Teknik Listrik* .Jakarta:Rineka Cipta cetakan ke 5
- Panitia Revisi PUIL 1987.2000. *PUIL 2000*; BSN, Jakarta.
- ANNEX 14
- Abduh, Syamsir. 2011. *Kabel Tenaga Listrik.* Universitas Tri Sakti