

**EVALUASI KUAT PENCAHAYAAN APRON FLOODLIGHT
DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL JENDARAL AHMAD YANI
SEMARANG**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**Disusun Oleh :
BOBI FAIZAL AMIR
NIM : 30602000046**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2023**

FINAL PROJECT REPORT

***EVALUATION OF STRONG LIGHTING APRON FLOODLIGHT
AT JENDARAL AHMAD YANI-SEMARANG INTERNATIONAL
AIRPORT***

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree
(S1) at a Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial
Technology, Universitas Islam Sultan Agung*



Arranged By :

BOBI FAIZAL AMIR

NIM : 30602000046

**MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING INDUSTRIAL
TECHNOLOGY FACULTY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Kuat Pencahayaan Apron Floodlight Di Bandar Udara Internasional Jendral Ahmad Yani-Semarang” disusun oleh :

Nama : Bobi Faizal Amir
NIM : 30602000046
Program Studi : Teknik Elektro

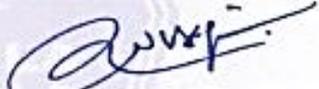
Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 06 Oktober 2023

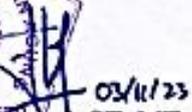
Pembimbing I

Pembimbing II


Prof. Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT
NIDN. 0618066301


Dr. Bustanul Arifin, ST, MT
NIDN. 0614117701

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro


Ichty Putri Hapsari, ST, MT
NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

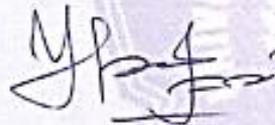
Laporan Tugas Akhir dengan judul “**judul “Evaluasi Kuat Pencahayaan Apron Floodlight Di Bandar Udara Internasional Jendral Ahmad Yani-Semarang”** ini telah dipertahankan di depan Dosen Penguji Tugas Akhir pada :

Hari : Jum.at

Tanggal : 06 Oktober 2023

Penguji II

Penguji III



Ir. Ida Widiastuti, MT.

NIDN. 0005036501

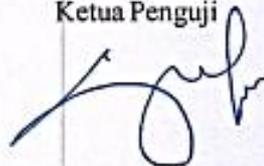


Dr. Eka Nuryanto Budisusila, ST., MT.

NIDN. 0619107301

Mengetahui,

Ketua Penguji



Dr. Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT.

NIDN: 0619076401

MOTO

Surah Al-Baqarah ayat 286 Dalam Arab, Latin

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ رَبَّنَا لَا
تُؤَاخِذْنَا إِنْ نَسِينَا أَوْ أَخْطَأْنَا رَبَّنَا وَلَا تَحْمِلْ عَلَيْنَا إَصْرًا كَمَا حَمَلْتَهُ عَلَى الَّذِينَ
مِنْ قَبْلِنَا رَبَّنَا وَلَا تُحَمِّلْنَا مَا لَا طَاقَةَ لَنَا بِهِ وَاعْفُ عَنَّا وَاعْفِرْ لَنَا وَارْحَمْنَا أَنْتَ
مَوْلَانَا فَانصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ ﴿٢٨٦﴾

Artinya : Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya. (Mereka berdoa): "Ya Tuhan kami, janganlah Engkau hukum kami jika kami lupa atau kami tersalah. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau bebankan kepada kami beban yang berat sebagaimana Engkau bebankan kepada orang-orang sebelum kami. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau pikulkan kepada kami apa yang tak sanggup kami memikulnya. Beri maafilah kami; ampunilah kami; dan rahmatilah kami. Engkaulah Penolong kami, maka tolonglah kami terhadap kaum yang kafir". (Q.S Al-Baqarah : 286)

Referensi : <https://quran.com/id/sapi-betina/286>

وَمَا أَنْزَلْنَا عَلَيْكَ الْكِتَابَ إِلَّا لِتُبَيِّنَ لَهُمُ الَّذِي اخْتَلَفُوا فِيهِ وَهُدًى وَرَحْمَةً لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Surah An Nahl Ayat 64 Dalam Arab, Latin

Beserta Artinya: "Kami tidak menurunkan kitab (Al-Qur'an) ini kepadamu (Nabi Muhammad), kecuali agar engkau menjelaskan kepada mereka apa yang mereka perselisihkan serta menjadi petunjuk dan rahmat bagi kaum yang beriman."

Referensi : <https://quran.com/id/an-Nahl/64> "

KATA-KATA PERSEMBAHAN

Sesungguhnya Bersama kesukaran itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (mengerjakan suatu urusan) dan kepada Allah SWT, berharaplah.

(Q.S Al Insyirah : 6 - 8)

Allah akan mengganti semua luka yang pernah engkau rasakan dengan kebahagiaan yang tak pernah terduga."

(K.H Bahauddin Nursalim)

"Perbanyak bersyukur, kurangi mengeluh. Nikmati setiap proses hidupmu, Setiap orang ada waktunya, setiap waktu ada orangnya. Jangan kamu *insecure* atas kemampuan dan keberhasilan seseorang, sebab dari kita semua mempunyai garis masing – masing."

– Bobi Faizal A

"Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan. Tidak ada kemudahan tanpa doa"

– Ridwan Kamil

" Allah akan mengganti semua luka yang pernah engkau rasakan dengan kebahagiaan yang tak pernah terduga."

(K.H Bahauddin Nursalim)

Lap.Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

✚ Allah SWT, terimakasih atas segala rahmat dan hidayah -MU sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu dan baik.

✚ Keluarga tercinta, Bpk.Alm . Amiruddin L, Ibu Marjilah ,Istri Tercinta Sartika Rachmawati , Bpk. Mertua Sulaiman & Ibu Mertua Nancy terimakasih atas support. mendoakan, dan motivasi selama ini. Tanpa kalian saya tidak akan mampu sejauh ini berjuang.

✚ Rekan – rekan seperjuangan Angkatan 2020 Kelas Mitra Teknik Elektro serta sahabat – sahabat saya

✚ Seseorang di Lauhul Mahfudz terimakasih sudah menjaga, mendoakan. Semoga kita segera dipertemukan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Penulis bersyukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat-Nya, sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan pembuatan laporan tugas akhir yang berjudul “ **Evaluasi Kuat Pencahayaan Apron Floodlight Di Bandar Udara Internasional Jendral Ahmad Yani Semarang** ”.

Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dan memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penyusunan Tugas Akhir penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah membantu baik secara materi maupun pemikiran, yaitu:

1. Dr. Ir. Novi Marlyana, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Terimakasih atas motivasi yang telah diberikan kepada Penulis.
2. Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Terima kasih telah segala arahan, saran dan bimbingannya, bahkan ketika Penulis mendapat masalah dalam pengerjaan tugas akhir yang tidak dalam bimbingannya.
3. Prof. Muhamad Haddin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang dalam kesibukannya dapat meluangkan waktunya untuk membimbing Penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Dr. Bustanul Arifin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang dalam kesibukannya dapat meluangkan waktunya untuk membimbing Penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

1. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang selaku tenaga pengajar yang telah menyempatkan waktu untuk berbagi ilmu sehingga penulis memperoleh ilmu pengetahuan yang bermanfaat selama menempuh studi.
2. Bapak Danang AP selaku Airport Equipment Manager dan Bapak Fendhi Rahma di Airport Technical Senior Manager di Bandar udara Internasional Jendral Ahmad Yani Semarang yang telah membimbing dan memberikan ilmu lapangan maupun tertulis kepada penulis saat melaksanakan penelitian di Semarang. Terimakasih atas segala saran yang telah diberikan kepada penulis.
3. Rekan-rekan Program Studi S-1 Teknik Elektro Kelas Mitra Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang selalu ada pada setiap suka maupun duka baik saat jam akademik maupun non akademik.

Penulis menyadari keterbatasan penulis dalam penyusunan, baik segi penulisan, bahasa dan tata cara penulisan sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat menambah pengetahuan para pembaca dan dapat dijadikan bekal untuk penulisan selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

ABSTRAK

Apron merupakan tempat yang digunakan sebagai pelataran parkir pesawat terbang. Selain untuk parkir digunakan untuk mengisi bahan bakar, menurunkan penumpang dan menaikkan penumpang. *Apron floodlight* merupakan lampu penerangan yang digunakan untuk menerangi seluruh kegiatan yang ada di area *apron* pada kondisi malam hari. Kondisi saat ini di Apron Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang system penerangannya kurang baik dikarenakan intensitas cahaya yang dihasilkan belum memenuhi standar ANNEX VOL 14 dari ICAO yaitu sebesar minimum of 20 lux [1], [2]. Untuk itu pihak bandara perlu mengevaluasi dengan hasil perhitungan yang menggunakan lampu led sehingga intensitas pencahayaan sesuai dengan standar lampiran dan memiliki tingkat efisiensi daya yang tinggi.

Intensitas yang dihasilkan saat ini terukur sebesar 18,5 lux sehingga terdapat selisih 1,5 lux dikarenakan ada lampu yang mati, sudut lampu belum sesuai dan pemasangan tiang floodlight nomor 9 miring. Apabila kondisi lampu menyala semua maka didapat hasil perhitungan sebesar 21,26 Lux. Nilai tersebut sudah memenuhi standar yaitu minimum 20 lux. Untuk menjaga lampu tetap menyala jika terjadi gangguan *supply* daya listrik pada malam hari ataupun cuaca buruk, maka penulis memutuskan untuk mensupplay nya dengan catu daya cadangan berupa UPS. Penulis menghitung jumlah tiang lampu sebanyak 13 buah tiang lampu, setiap tiang memiliki 3 buah lampu dengan masing – masing daya 1000 watt 2 buah dan 600 watt 1 buah, jumlah lampu sebanyak 19 buah dengan daya total 11,44 kVA merupakan lampu LED 600 watt yang akan dibackup oleh UPS Sebesar 60 kVA. Sehingga operasional tidak terganggu apabila terjadi pemadaman dari PLN.

Kata kunci : *Apron, Floodlight, Lux, ANNEX VOL 14.*

ABSTRACT

Apron is a place used as an airplane parking lot. In addition to parking, it is used to refuel, lower passengers and raise passengers. Apron floodlight is a lighting lamp that is used to illuminate all activities in the apron area at night. Where the current conditions at the apron of General Ahmad Yani International Airport, Semarang, the lighting system is not good because the light intensity produced does not meet the ANNEX VOL 14 standard from ICAO, which is a minimum of 20 lux [1], [2] . For this reason, the airport needs to evaluate the results of calculations that use LED lights so that the lighting intensity is in accordance with the attachment standards and has a high level of power efficiency.

The resulting intensity is currently measured at 18.5 lux so that there is a difference of 1.5 lux due to a lamp not working, the angle of the lamp not being appropriate and the installation of floodlight pole number 9 tilted. If all the lights are on, the calculation results are 21.26 Lux. This value meets the standard, namely a minimum of 20 lux. To keep the lights on in the event of a power supply interruption at night or bad weather, the authors decided to supply it with a backup power supply in the form of a UPS. The author calculates the number of light poles as many as 13 light poles, each pole has 3 lights with each power of 2 pieces 1000 watts and 1 600 watts, the number of lights is 19 pieces with a total power of 11.44 kVA which is a 600 watt LED lamp which will be backed up by a UPS of 60 kVA. So that operations are not disrupted in the event of a blackout from PLN.

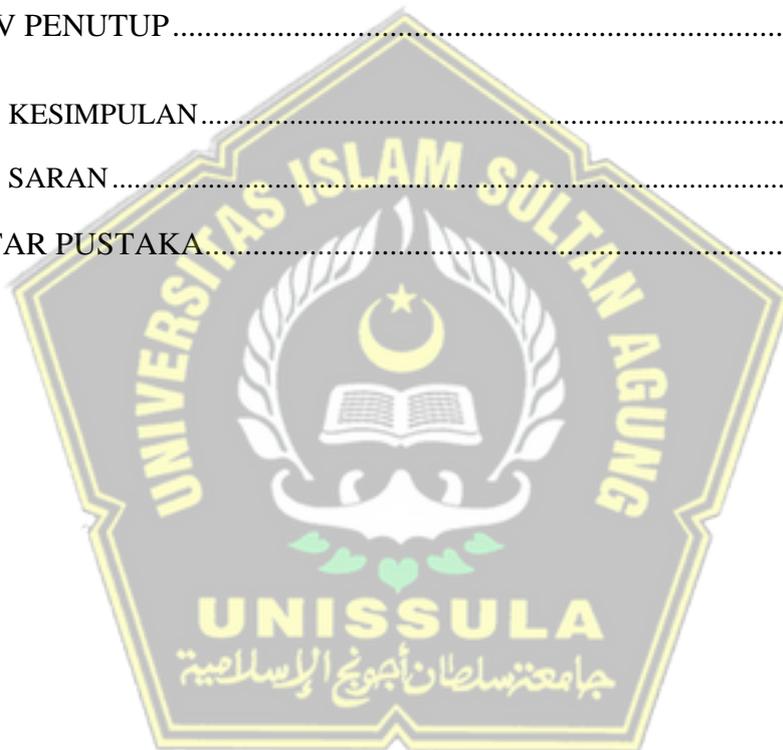
Keywords : *Apron, Floodlight, Lux, ANNEX VOL 14.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
MOTO	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR ISTILAH	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan dan Identifikasi Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah.....	3
1.4. Maksud, dan Tujuan.....	4
1.5. Metodologi Penulisan	4

1.6.	Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI		7
2.1.	Tinjauan Pustaka	7
2.2.	Landasan Teori.....	9
1.	Pengertian <i>Apron</i>	9
2.	Pengertian <i>Apron Floodlight</i>	9
2.3.	Tinjauan Teori.....	11
2.4.	Dasar Teknik Pencahayaan	15
2.4.1.	Definisi Pencahayaan.....	15
2.4.2.	Unit Pencahayaan.....	15
2.5.	<i>Floodlight</i>	22
2.5.1.	Kriteria Penempatan <i>Apron Floodlight</i>	22
2.5.2.	Karakteristik <i>Floodlight</i>	25
2.5.3.	Pencahayaan Pada <i>Floodlight</i>	27
2.6.	Sistem Kelistrikan <i>Floodlight</i>	28
2.6.1.	Komponen listrik pada <i>Floodlight</i>	32
BAB III METODELOGI PENELITIAN		37
3.1.	Spesifikasi Sistem Pencahayaan	37
3.2.	Metode Pengolahan Data	38
3.3.	Spesifikasi Sistem Kelistrikan	43
3.4.	Metode Pengukuran Data dan Metode Evaluasi Data	44
3.4.1.	Pengukuran Kuat Pencahayaan di <i>Apron</i>	44
3.5.	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>) Metode Penelitian.....	45
3.5.1.	Diagram Alir Metode Penelitian <i>Apron Floodlight</i>	45
BAB IV EVALUASI DAN ANALISA DATA		48
4.	Evaluasi Data	48

4.1 Klasifikasi parkir pesawat.....	48
4.2 Hasil Pengukuran.....	48
4.3 Hasil Pembahasan.....	62
4.4 Analisa Data.....	70
4.4.1 Catu Daya Powersupply Apron Floodlight.....	70
4.4.1 Pengaman MCB.....	70
4.4.2 Backup Sumber Energi.....	76
BAB V PENUTUP.....	79
5.1 KESIMPULAN.....	79
5.2 SARAN.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	81



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dimensi <i>Apron</i>	10
Gambar 2.2 Posisi Parkir Pesawat Paralel	14
Gambar 2.3 Posisi <i>Nose in Parking</i>	15
Gambar 2.4 Intensitas cahaya yang ditimbulkan oleh suatu lampu	18
Gambar 2.5 Tiang dan lampu <i>floodlight</i>	23
Gambar 2.6 Titik point jatuhnya cahaya	26
Gambar 2.7 Tinggi pemasangan tiang untuk menghindari silau.....	27
Gambar 2.8 Kurva isolux khas untuk penerangan	28
Gambar 2.9 Penerangan vertical rata-rata tipikal pada ketinggian 2m	28
Gambar 2.10 Blok Diagram Dasar Sistem Kontrol	30
Gambar 2.11 Konfigurasi sistem BAS	31
Gambar 2.12 Skema Kabel NYY	33
Gambar 2.13 Skema kabel NYM	34
Gambar 2.14 Skema MCB	35
Gambar 2.15 Kontaktor	36
Gambar 2.16 Struktur relay	36
Gambar 3.1 Layout <i>apron</i>	39
Gambar 3.2 Skema lampu <i>floodlight</i>	39
Gambar 3.3 Blok diagram pada lampu <i>floodlight</i>	43
Gambar 3.4 Rangkaian lampu SON-T 1000W	43
Gambar 3.5 <i>Wiring</i> diagram panel <i>floodlight</i>	45
Gambar 3.6 Diagram Alir	47
Gambar 4.1 Denah Pengukuran	51
Gambar 4.2 Denah titik ukur cahaya.....	53
Gambar 4.3 Foto lampu <i>floodlight</i> tiang nomer 10	62
Gambar 4.4 Denah luas <i>apron</i> Bandara Ahmad Yani Semarang.....	67
Gambar 4.5 <i>Wiring</i> lampu <i>floodlight</i>	68
Gambar 4.6 Titil pancaran cahaya	55
Gambar 4.7 Instalasi rangkaian panel <i>floodlight</i>	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Empat Konsep Dasar Pengukuran Cahaya	13
Tabel 2.2 Contoh sumber cahaya	16
Tabel 2.3 Intensitas cahaya suatu sumber cahaya	20
Tabel 2.4 Contoh cahaya yang ada di alam beserta <i>Illuminance</i>	21
Table 2.5 Spesifikasi <i>apron floodlight</i>	24
Tabel 3.1 Spesifikasi Lampu LED 100W	40
Tabel 3.2 Spesifikasi Lampu LED 600W	41
Tabel 3.3 Spesifikasi Lampu SON-T 1000W	41
Tabel 3.4 Data Lampu <i>floodlight</i>	42
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pencahayaan Pada <i>Apron</i>	41
Tabel 4.2 Data Pengukuran <i>Parking Stand 1</i>	54
Tabel 4.3 Data Pengukuran <i>Parking Stand 2</i>	55
Tabel 4.4 Data Pengukuran <i>Parking Stand 3</i>	55
Tabel 4.5 Data Pengukuran <i>Parking Stand 4</i>	56
Tabel 4.6 Data Pengukuran <i>Parking Stand 5</i>	57
Tabel 4.7 Data Pengukuran <i>Parking Stand 6</i>	58
Tabel 4.8 Data Pengukuran <i>Parking Stand 7</i>	59
Tabel 4.9 Data Pengukuran <i>Parking Stand 8</i>	59
Tabel 4.10 Data Pengukuran <i>Parking Stand 9</i>	60
Tabel 4.11 Data Pengukuran <i>Parking Stand 10</i>	61
Tabel 4.12 Data Pengukuran <i>Parking Stand 11</i>	62
Tabel 4.13 Data Pengukuran <i>Parking Stand 12</i>	63
Tabel 4.14 Data Pengukuran <i>Parking Stand 13</i>	65
Tabel 4.15 Data Pengukuran <i>Parking Stand 14</i>	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Selatan.	82
Lampiran 1. 2 Lampiran DATA Photo Pencitraan <i>Satelite Apron Floodlight</i> Sisi Selatan VVIP	82
Lampiran 2. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	84
Lampiran 3. 1 Data Tampilan PC. Building Operation Work station (BOWS) ...	85
Lampiran 4. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	86
Lampiran 5. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	87
Lampiran 6. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	88
Lampiran 7. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	89
Lampiran 8. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	90
Lampiran 9. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	91
Lampiran 10. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	92
Lampiran 11. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	93
Lampiran 11. 2 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	93
Lampiran 12. 1 Lampiran 10.1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.	94

Lampiran 13. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.....	95
Lampiran 13. 2 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.....	96
Lampiran 13. 3 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.....	97
Lampiran 14. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi selatan.....	98
Lampiran 15. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.....	100
Lampiran 15. 2 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.....	101
Lampiran 15. 3 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.....	103
Lampiran 16. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.....	104
Lampiran 17. 1 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.....	105
Lampiran 17. 2 Data Pengukuran Intensitas Penerangan <i>Apron Floodlight</i> Sisi Utara.....	107



DAFTAR ISTILAH

- Apron* : Suatu area dipersiapkan pada Bandar udara sebagai tempat parkir pesawat, bongkar muat barang, naik turunnya penumpang, pengisian bahan bakar pesawat, perawatan pesawat, RON serta kegiatan lainnya.
- Apron floodlight* : Suatu penerangan yang memadai penyinaran cahayanya untuk menerangi area *apron*, hal ini dilakukan dengan menempatkan beberapa buah lampu yang melalui perhitungan sehingga tercapai kuat penerangan yang sesuai dengan kebutuhan *apron*.
- Beam Spread* : Besarnya pancaran *floodlight*.
- Illuminance* : Cahaya yang jatuh pada suatu area.
- Intensitas Cahaya* : Konsep dari konsentrasi lampu pada arah tertentu setiap detik.
- Luminance* : Konsep untuk intensitas *luminous* yang dipancarkan setiap unit pada arah yang ditetapkan.
- Luminous flux* : Merupakan konsep dari jumlah cahaya yang dipancarkan perdetik dari sumber cahaya.
- Parking Stand* : Posisi ditematkannya pesawat pada area *apron*.
- Refueling* : Pengisian bahan bakar pesawat.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang merupakan salah satu dari 15 bandara yang ada di Indonesia yang dikelola oleh manajemen Angkasa Pura I. Bandara Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani merupakan bandara baru yang sekarang sudah berpindah tempat, yang dahulunya berada di Pangkalan utama udara Angkatan darat yang berlokasi di Kalibanteng Semarang. Tentunya dengan barunya Pembangunan Gedung Terminal diikuti juga dengan peningkatan peralatan keselamatan penerbangan. *Airfield Lighting System* yang merupakan fasilitas alat bantu pendaratan secara visual yang berfungsi sebagai alat bantu bagi pilot untuk melakukan proses *takeoff*, *landing* dan *taxing* pesawat udara pada siang, cuaca buruk dan malam hari. Salah satu bagian peralatan *Airfield Lighting System* di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang adalah *Apron Floodlight*.

Apron Floodlight merupakan peralatan *Airfield Lighting* yang berfungsi sebagai lampu penerangan parkir pesawat. Mengingat lampu *floodlight* adalah salah satu hal yang terpenting dalam peralatan bantu keselamatan penerbangan, maka peneliti akan menganalisa kelayakan sistem pencahayaan pada lampu *floodlight* di bandara Semarang. *Floodlight* yang ada di bandara Semarang memiliki 13 tiang lampu dengan masing masing tiang memiliki 2 buah lampu SON-T dengan kapasitas 1000W dan 1 buah lampu HPI-T dengan kapasitas 600W. Berdasarkan kondisi yang ada di lapangan saat ini, banyak pengguna jasa penerbangan yang mengeluh terhadap intensitas pencahayaan yang dihasilkan oleh lampu *floodlight*, terutama pilot dan stake holder penunjang seperti ada cahaya lampu yang terlalu terang dan menyilaukan, beberapa titik area kondisi kurang terang, dan pada saat proses *docking* atau perekatan terjadi *flicker* atau kedipan listrik yang menyebabkan lampu mati dan tidak langsung menyala lagi.

Hal ini dapat mengakibatkan terganggunya proses parkir pesawat. Dengan intensitas cahaya yang dihasilkan sepertinya belum memenuhi standar atau persyaratan penerangan yang dianjurkan ICAO untuk penerangan Apron yaitu minimal sebesar 20 Lux [1]. Oleh karena itu pada Tugas Akhir ini akan mengevaluasi kerja dari sistem kerja pencahayaan pada lampu *Floodlight* parkir pesawat.

Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani-Semarang berfungsi sebagai Pemberi jasa pelayanan operasi keselamatan lalu lintas udara dan jasa ke bandarudaraan. Dengan Kapasitas Daya PLN 5.540 KVA (5,54 MVA) Tegangan Menengah (TM) sebesar 20 KV .di step down menjadi Tegangan Rendah (TR) 220/380 V.dengan Trafo 2500-3000 KVA (TM) dan Emergency power 4x2000 KVA .Beban AFL,Chiller ,Terminal Bandara ,Terminal cargo ,dan beban daya untuk Apron Floodlight untuk Bandar udara Internasional Jendral Ahmad yani.Sistem fasilitas dan peralatan listrik bandara (Airport, lighting System, Constant Current Regulator, Transmission and Distribution, Genset ACOS, UPS and Solar Cell, Aircraft Docking Guidance System)

Apron floodlight berupa lampu-lampu sorot yang terpasang pada tiang atau konstruksi menara. Apron floodlight dipasang sedemikian sehingga arah penyinaran floodlight ini dibentuk agar bayang-bayang yang timbul dapat diperkecil. Memberi keamanan Pesawat Udara Agar aman dari gangguan .dan Agar Pesawat saat Parkir atau Nge-Round BBM didalam sayap Pesawat tidak mengembun pada area Sayap Pesawat[2] .

Mengingat pentingnya *Apron floodlight* sebagai salah satu fasilitas penerangan yang diharapkan bekerja normal dan siap dioperasikan pada waktu yang diinginkan. Dari keadaan diatas, dirancang sebuah peralatan “ Evaluasi Kuat Pencahayaan Apron Floodlight Di Bandar Udara Internasional Jendral Ahmad Yani-Semarang ” Universitas Islam Sultan Agung – Semarang.”. Sisi udara (*airside*) pada suatu bandara mempunyai peranan penting dalam pengoperasian keamanan dan keselamatan penumpang transportasi udara.

Dari uraian serta permasalahan tersebut untuk membantu menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan kuat penerangan di apron dan

menuangkannya ke dalam bentuk tugas akhir . Sisi udara (*airside*) pada suatu bandara mempunyai peranan penting dalam pengoperasian keamanan dan keselamatan penumpang transportasi udara.

1.2. Perumusan dan Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, indentifikasi masalah maka dapat merumuskan masalah penyempurnaan apron floodlight, dengan mengikuti pola standarisasi kuat penerangan pada ANNEX 14, sehingga untuk kerja apron floodlight sesuai dengan kebutuhan oprasional di Bandar Udara International Jendral Achmad Yani-Semarang.

Dari uraian latar belakang masalah tersebut, dapat di identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kuat pencahayaan yang di dapat dari lampu *Apron Floodlight* Eksisting sudah dapat menerangi seluruh luas apron?
2. Bagaimana mengevaluasi sistem kuat pencahayaan eksisting apakah sudah sesuai standart sesuai dengan ketentuan *ANNEX 14 Aerodrome* ?
3. Apakah diperlukan Rancangan *apron floodlight* berbasis *Building Operation Work station computer* (BOWS)?
4. Apakah Rancangan penampang kabel sudah sesuai dengan kebutuhan operasional ?

1.3. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah disampaikan di atas dan yang digunakan serta agar pembahasan tidak meluas, maka penulis akan membatasi permasalahan pada Luas Apron sebesar 72.522 m² bandar udara internasional jendral ahmad yani -semarang : Bagaimana Rancangan kuat pencahayaan yang di dapat dari lampu apron floodlight tersebut dengan menggunakan Lampu LED dan Son-T sudah sesuai dengan ketentuan ANNEX 14 dan dapat menerangi seluruh luas apron.Serta dapat di operasikan dengan menggunakan *Building Operation Workstation System* (BOWS) atau biasa di sebut [BAS] Apron floodlight di Bandar Udara Ahmad Yani Semarang sehingga sesuai dengan kebutuhan oprasional sesuai standart Bandar Udara Internasional .

1.4. Maksud, dan Tujuan

1. Maksud

Penulisan tugas akhir ini mempunyai maksud:

- a. Dapat membuat Design Evaluasi dari rancangan *Building Operation WorkStation System Apron floodlight* yang sesuai dengan luas apron yang baru.
- b. Dapat membuat Evaluasi Kondisi yang di inginkan eksisting Rancangan *Building Operation Work Station Apron floodlight* yang sesuai dengan standart yang di tetapkan Peraturan untuk penerangan *Apron*.

2. Tujuan

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk di hasilkan dan di ketahui:

- a. Diketuainya Kuat pencahayaan di apron Floodlight.
- b. Membuat Evaluasi pengembangan *Apron Floodlight* yang sesuai dengan standar illuminasi yang ditetapkan ICAO (*Internasional civil Aviation Organisation*) yaitu minimal sebesar 20 lux.
- c. Membuat Evaluasi system kuatpencahayaan pada *Apron Floodlight* yang disesuaikan dengan luas apron yang baru.
- d. Mendukung kelancaran kegiatan operasional yang berlangsung di *Apron* (pada malam hari).

1.5. Metodologi Penulisan

Untuk membuat rancangan apron floodlight metode yang digunakan antara lain:

1. Studi Literatur

Penelitian ini akan mencari literatur yang terkait dengan Sistem Pencahayaan pada lampu *Apron floodlight* Parkir Pesawat di bandara Internasional jenderal Ahmad Yani Semarang. Berdasarkan hal itu penulis akan menentukan spesifikasi teknis yang lebih rinci. Dengan mengukur ,menghitung dari pengecekan real dilapangan dan memvalidasi sesuai standart.

2. Studi Observasi

- a. Pengamatan lapangan yaitu dengan mengetahui tampilan dan konfigurasi serta keadaan dari apron floodlight yang ada di Bandar Udara yang berkaitan.
- b. Pengamatan langsung ke lokasi.
- c. Wawancara langsung dengan teknisi di Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang yang berkaitan dengan pengumpulan data sehingga informasi dapat lebih jelas.

3. Perancangan

Dengan spesifikasi yang telah ditentukan, maka penulis akan melakukan rancangannya.

4. Evaluasi Dan Analisa

Setelah perancangan, selanjutnya akan dianalisa yang dapat menghambat kinerja sistem dan perlu dilakukan evaluasi, agar sistem berjalan lancar.

5. Perbaikan dan Penyempurnaan

Bila hasil dari tugas akhir nanti belum sempurna dari apa yang diharapkan dan masih ada kekurangan dari penulisan atau evaluasi serta analisa, maka akan memberikan penjelasan lebih lanjut dari masing-masing bab utama.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun urutan sistematika penulisan yang akan penulis gunakan dalam penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN** ;Mencakup Latar belakang, permasalahan perumusan masalah dan identifikasi masalah, ,maksud dan tujuan penulisan, metode penulisan serta sistematika penulisan itu sendiri.
- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI** ;Yang mengulas teori-teori yang menunjang Perancangan Apron Floodligh Lighting System Bandara Internasional Jendral Ahmad Yani – Semarang

- **BAB III METODELOGI PENELITIAN** ; Menguraikan kondisi saat ini di lapangan serta kondisi yang diharapkan setelah evaluasi rancangan diaplikasikan dan di analisa .
- **BAB IV EVALUASI DAN ANALISA DATA** ; Menguraikan tahapan-tahapan pembuatan dari Evaluasi dan Analisa Rancangan yang ada saat ini.
- **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**; berisikan rangkuman dari keseluruhan tulisan dan pembahasan serta pemikiran dan pendapat untuk mendapatkan kondisi yang diinginkan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan dengan metode Pengembangan Bandara Jenderal Ahmad Yani juga dilakukan di bagian Penerangan *Apron Floodlight* . Untuk *Apron* yang baru akan memiliki luas 72.522 m² sehingga dapat menampung 13 pesawat *narrow body* dan dua pesawat *wide body kargo*. Sehingga untuk membantu kegiatan pelayanan di *Apron* pada saat malam hari, maka diperlukannya penerangan dari lampu *floodlight*. *Floodlight* adalah lampu penerangan yang disediakan di *Apron* Peraturan tentang standar kualitas pencahayaan pada *floodlight* tercantum pada Peraturan di dunia dan Peraturan dalam negeri Indonesia yaitu antara lain :

- a. International Civil Aviation Organization (ICAO) merupakan suatu badan khusus Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) dan berkedudukan di Montreal, Canada. ICAO memiliki tugas untuk memelihara hubungan diplomatik antar anggota, menganalisis dan mengevaluasi kebijakan penerbangan, serta membuat standarisasi penerbangan yang disahkan oleh anggota dewan, ANNEX 14, ADM Part 4 Chapter 13 Tentang Peraturan Penerbangan Internasional Di dunia .
- b. Undang- Undang Tentang Penerbangan UU No. 1 Tahun 2009 tentang Peraturan Keselamatan dan Keamanan Penerbangan Indonesia
 - KP 326 Tahun 2019 Tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (_Manual Of Standard CASR Part 139_) Volume I Bandar Udara (_Aerodrome_)
- c. APRON LIGHTING DESIGN INCLUDING AIRCRAFT SHADOWS
 - A. Bartsev tahun 2002 , Head of lighting design department, All-Russian Lighting Research Institute, 129626, Russia, Moscow beliau adalah seorang Dr. Alexei Bartsev, graduated from Moscow Energetic Institute (MEI) 1986.The Chief of project department at VNISI.

d. Wiharyono, Drs, SSiT, MT, Manajemen Teknik Bandar Udara, STPI, 2001

e. Buku Pencahayaan pada Perpustakaan Nasional Indonesia

Cahaya adalah aspek penting dalam mendukung kenyamanan visual. Kebutuhan akan cahaya dapat mempengaruhi kelangsungan aktivitas manusia. Apabila suatu sumber cahaya terlalu redup atau terlalu kontras dapat mengganggu aktivitas yang membutuhkan konsentrasi tinggi pada mata. Untuk itu dibutuhkan suatu sistem pencahayaan yang optimum pada suatu objek agar suatu kegiatan dapat berjalan dengan lancar dan memberikan kenyamanan visual bagi manusia.

Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai tolok ukur standarisasi di Indonesia telah menetapkan standar pencahayaan untuk berbagai macam jenis ruangan. Jenis kegiatan yang dilakukan di dalam ruangan akan menentukan tingkat iluminasi yang dibutuhkan karena jenis kegiatan yang berbeda akan memerlukan tingkat iluminasi yang berbeda pula. Dalam hal ini, kegiatan membaca sering dilakukan di dalam perpustakaan dan membutuhkan tingkat iluminasi yang baik agar mata tidak mengalami silau dan kelelahan. Sesuai dengan tingkat iluminasi yang dipersyaratkan SNI pada kuat penerangan, maka kebutuhan tingkat kuat penerangan (iluminasi) pada perpustakaan dengan adalah 300 lux.

Dalam desain interior Perpustakaan, cahaya dibutuhkan untuk menciptakan lingkungan yang mampu memenuhi kebutuhan akan penerangan yang sesuai dengan fungsi dan kenyamanan visual. Selain itu, diperlukan pengontrolan dalam sistem pencahayaan baik yang bersumber dari pencahayaan alami dan buatan dalam suatu bangunan agar terciptanya bangunan yang *low energy consumption* dan tetap memenuhi kebutuhan.

Buku Pencahayaan pada Perpustakaan Nasional Indonesia ini diterbitkan oleh Penerbit Buku Pendidikan Deepublish. Pengarang Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars. Cintya Triayu A. Kirana D. Puni

- f. Buku Tentang Teknik Pencahayaan Ruang Via Diallux Evo 10.1
pengarang :AZRIYENNI,AMIR HAMZAH,RISKY FEBRI.Y
Dalam buku ini dibahas beberapa persoalan diantaranya;
- 1) Sistem Pencahayaan,
 - 2) Penggunaan Dialux EVO 10.1 untuk Sistem Pencahayaan Ruang,
 - 3) Standar Pencahayaan yang Digunakan,
 - 4) Cara Mendesain Ruang Belajar, dan
 - 5) Hasil Desain Terhadap Standar SNI. Buku ini sangat tepat dibaca oleh kalangan akademisi dan praktisi dalam bidang keteknikan, khususnya teknik elektro, baik sebagai buku petunjuk tambahan.
- h. Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI 6197:2011: Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan.
- i. Menurut IEETA adalah SNI 03-6197-2000 Acuan SNI dari Tahun 1991 SNI 03-2396-1991

2.2. Landasan Teori

1. Pengertian *Apron*

Apron adalah area yang berada di sisi darat bandara yang telah ditentukan sebagai tempat akomodasi pesawat udara dengan tujuan *loading* dan *unloading* penumpang, bongkar muat kargo, penumpang, dan pos, pengisian bahan bakar, parkir atau pemeliharaan pesawat udara[3]. *Apron* juga sebagai tempat parkir pesawat yang sedang RON pada malam hari sehingga membutuhkan penerangan agar dapat terpantau dengan jelas semua pergerakan yang ada di *apron*.(ICAO, 2004)

2. Pengertian *Apron Floodlight*

Apron Floodlight adalah lampu penerangan yang terdapat pada *apron*, dan pada posisi parkir yang telah ditentukan. *Apron Floodlight* ditujukan untuk penggunaan pada malam hari maupun pada saat cuaca buruk saat *loading* dan *unloading* barang dan penumpang.(Jenderal & Udara, 2019) [3].

Berikut kriteria Penempatan *Apron Floodlight* menurut (KP 39, 2015) :

- a *Apron floodlight* harus ditempatkan pada posisinya sehingga memberikan penerangan yang cukup di seluruh area layanan apron yang ditujukan untuk penggunaan di malam hari .
- b *Apron floodlight* harus ditempatkan dan dilapisi sehingga meminimalkan sinar atau pantulan langsung kepada pilot, pengontrol lalu lintas udara (*Air Traffic Controllers*), dan petugas di apron.
- c Tiang *apron floodlight* tidak boleh masuk ke daerah permukaan hambatan terbatas (*obstacle limitation surfaces*) agar tidak menghalangi yang lainnya.

Posisi parkir pesawat harus menerima cahaya *apron floodlight* dari dua atau lebih arah untuk meminimalkan bayangan. *Floodlight* yang terpasang di Bandara Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang terdiri dari 13 buah tiang dengan tinggi tiang *floodlight* sekitar 22 meter dan jarak per tiangnya 50 meter dan menggunakan lampu LED 400 watt dan 600 watt [4]. Seperti di perlihatkan di gambar 2.1 *Apron Floodlight*



Gambar 2. 1 Apron Floodlight

Sumber : (Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang)

2.3. Tinjauan Teori

Untuk membahas dan mengungkap permasalahan dan penyelesaian masalah akan disampaikan teori penunjang yang berkaitan.

1. *Apron*

Apron didefinisikan sebagai daerah, tanah pada lapangan terbang, yang ditetapkan sebagai akomodasi pesawat terbang untuk bongkar muat penumpang, barang, surat, pengisian bahan bakar (*refueling*), parkir pesawat dan perbaikannya.

Apron merupakan tempat parkir untuk pesawat udara, yang mempunyai persyaratan teknis sama dengan runway, tetapi tidak mempunyai persyaratan operasi seperti pada runway. *Apron* disediakan untuk menurunkan dan menaikkan muatan, penumpang kargo dari terminal tanpa mengganggu lalu lintas penerbangan. Pergerakan pesawat udara di apron sudah lambat kecepatannya, sehingga pertemuan taxiway dan apron dapat sebidang.

Fasilitas Pelataran parkir pesawat udara (*Apron*) adalah fasilitas sisi udara yang disediakan sebagai tempat bagi pesawat saat melakukan kegiatan menaikkan dan menurunkan penumpang, muatan pos dan kargo dari pesawat, pengisian bahan bakar, parkir dan perawatan pesawat. *Apron* merupakan bagian bandar udara yang melayani terminal sehingga harus dirancang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik terminal tersebut.

Beberapa pertimbangannya antara lain :

1. Menyediakan jarak paling pendek antara landas pacu dan tempat pesawat berhenti.
2. Memberikan keleluasaan pergerakan pesawat untuk melakukan manuver sehingga mengurangi tundaan.
3. Memberikan cukup cadangan daerah pengembangan yang dibutuhkan jika nantinya terjadi peningkatan permintaan penerbangan atau perkembangan teknologi pesawat terbang.
4. Memberikan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan pengguna secara maksimum.
5. Meminimalkan dampak lingkungan.

Selain dari pada itu perancangan *Apron* juga terkait dengan sistem terminal yang digunakan oleh bandar udara bersangkutan yang terdiri dari terminal konsep tunggal, konsep linier, konsep dermaga, konsep satelit, konsep transporter dan konsep campuran. Aspek yang diperhatikan dalam kegiatan verifikasi penilaian kelayakan operasional meliputi dimension (panjang dan lebar), kemiringan memanjang (*Longitudinal slope*), kemiringan melintang (*Transverse Slope*), jenis perkerasan (*Surface Type*), dan kekuatan (*Strength*) dan *Apron marking* yang antara lain *Apron edge marking*, *Apron guidance marking*, *Parking stand position marking*. *GSE (Ground Support Equipment)*.

Fasilitas *Apron* ini adalah suatu area yang disediakan sebagai tempat lalu lintas peralatan penunjang pendaratan dan penerbangan yang terletak diantara *Apron* dan terminal penumpang. Luasannya dipengaruhi oleh jenis pesawat yang dilayani dan jumlah serta jenis peralatan pendaratan dan penerbangan yang dipersyaratkan untuk menunjang kinerja operasional bandar udara tersebut.

Aspek yang diperhatikan dalam penilaian kelayakan operasional meliputi dimension (panjang dan lebar), kemiringan memanjang (*Longitudinal slope*), kemiringan melintang (*Transverse Slope*), jenis perkerasan (*Surface Type*), dan kekuatan (*Strength*).

2. Letak *Apron*

Apron harus diposisikan sehingga pesawat udara yang diparkir di atasnya tidak melanggar permukaan batas rintangan, dan terutama permukaan transisional.

3. Ukuran *Apron*

Ukuran *Apron* adalah sesuai kebutuhan untuk parkir pesawat termasuk jalur taxi menuju *parking stand* dan ekspedisi handling muatan pada saatjamsibuk atau pada saat lalu lintas lapangan terbang pada kepadatan yang maksimum. Ukuran lebar dari *Apron* dihitung berdasarkan jumlah *gate* (satu posisi untuk parkir pesawat udara) yang direncanakan ditambah spasi/ruang bebas, sedang ukuran kedalamannya (*depth*) dihitung berdasarkan panjang pesawat udara yang terbesar ditambah ruang bebas dan lebar satu *gate*, dimaksud agar bila ada pesawat udara yang akan keluar dari *Apron*, pesawat dapat bergerak bebas.

Antara tepi Apron dan terminal penumpang terdapat jalur jalan kendaraan darat yang melayani kegiatan operasi penerbangan

4. Dimensi *Apron*

Dimensi ukuran pesawat secara keseluruhan :

- total panjang (L) dan rentang sayap(S)
- dapat digunakan sebagai titik awal dalam menetapkan persyaratan area *Apron* keseluruhan untuk *aerodrome*. Seperti di perlihatkan di Tabel 2.1 Dimensi *Apron*

Tabel 2. 1 Dimensi *Apron*

Penjelasan	Kategori Pesawat udara					
	A	B	C	D	E	F
Dimensi Apron (untuk 1 pesawat)						
a. <i>Self taxiing</i> (45° taxiing)						
Panjang (m)	40	40	70	70-85	70	85
Lebar (m)	25	25	55	55-80	55-80	55-80
b. <i>Nose in</i>						
Panjang (m)	-	-	95	190	190	190
Lebar (m)	-	-	45	70	70	70

Sumber : KP 39 Tahun 2015 MOS 139 VOL1

5. Posisi Parkir Pesawat yang diisolir

Sebuah posisi parkir untuk pesawat yang diisolir harus diberikan atau pihak menara pengendali bandar udara harus diberitahukan tentang satu atau beberapa daerah yang sesuai untuk memarkirkan pesawat yang diketahui atau dipercayai telah mengalami interferensi yang melawan hukum, atau karena alasan lainnya perlu diisolir dari kegiatan biasanya di bandar udara.

Posisi parkir pesawat yang diisolir hendaknya terletak di jarak maksimum yang masih praktis dan tidak boleh kurang dari 100 m dari posisi parkir pesawat lainnya, bangunan atau area publik, dan sebagainya. Perhatian diberikan untuk memastikan bahwa posisi ini tidak terletak di atas utilitas di bawah tanah seperti misalnya gas atau bahan bakar penerbangan, dan sejauh yang dimungkinkan, juga dari kabel listrik atau komunikasi.

Menurut ICAO dalam Dokumen 9157-AN/901 Part 2 Chapter 3.4.5 ada dua metode pesawat untuk meninggalkan dan memasuki aircraft stand yaitu :

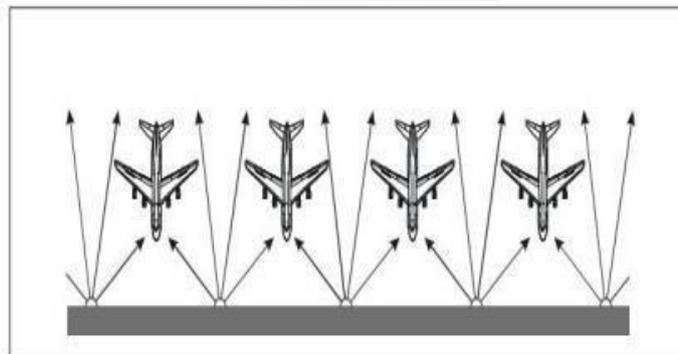
- a. *Self Manoeuvring*, digunakan untuk konfigurasi parkir; *Angle nose-in*, *Angle noseout* & *Parallel*. Pada metode ini pesawat tidak memerlukan bantuan *towing car*.

- b. *Tractor Assisted*, digunakan untuk konfigurasi parkir *Nose-in*. Pada metode ini pesawat memerlukan bantuan *towing car*.
6. Konfigurasi Parkir Pesawat di *Apron*
- a. Konfigurasi parkir pesawat *Angle Nose-in*, yaitu sistem parkir pesawat udara dengan hidung pesawat menghadap gedung terminal membentuk sudut 45° terhadap gedung terminal. Seperti Di gambar 2.3 Posisi Parkir *Nose in Parking*
 - b. Konfigurasi Parkir Pesawat *Nose-In*, yaitu sistem parkir pesawat udara dengan hidung pesawat tegak lurus sedekat mungkin dengan gedung terminal.
 - c. Konfigurasi parkir pesawat *Angle Nose-Out*: yaitu sistem parkir pesawat udara dengan hidung pesawat membelakangi terminal membentuk sudut 45° terhadap gedung terminal.
 - d. Konfigurasi Parkir Pesawat Paralel, yaitu sistem parkir pesawat udara sejajar dengan bangunan terminal. Seperti di perlihatkan di gambar 2.2 Posisi Parkir Pesawat Paralel



Gambar 2. 2 Posisi Parkir Pesawat Paralel

Sumber: Aerodrome Design Manual (doc 9157), Part 4, Chapter 13.



Gambar 2. 3 Posisi Parkir *Nose in Parking*

Sumber: Aerodrome Design Manual (doc 9157), Part 4, Chapter 13.

2.4. Dasar Teknik Pencahayaan

2.4.1. Definisi Pencahayaan

Pencahayaan didefinisikan sebagai jumlah cahaya yang jatuh pada sebuah bidang permukaan. Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata – rata pada bidang kerja, dengan bidang kerja yang dimaksud adalah sebuah bidang *horizontal imajiner* yang terletak setinggi 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan (SNI Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung, 2000) [5].

2.4.2. Unit Pencahayaan

1. Konsep Dasar Pencahayaan

Adapun konsep Dasar dalam Simbol dan satuan Pencahayaan terdapat 4 konsep [6]. Berdasarkan Tabel 2.1 Empat Konsep dasar Pengukuran Cahaya Sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Empat Konsep Dasar Pengukuran Cahaya

Jumlah	Simbol	Satuan
Luminous Flux	F	Lumen (lm)
Luminous Intensity	I	Candela (cd)
Illuminance	E	Lux (lx)
Luminance	IL	Cd/m ²

2. Arus Cahaya (*luminous flux*)

Luminous flux adalah merupakan konsep dari jumlah cahaya yang dipancarkan perdetik dari sebuah sumber cahaya. Hal ini ditunjukkan dengan simbol f. Sedangkan satuannya adalah lumen (lm).

Luminous flux juga dapat didefinisikan sebagai tenaga yang dikeluarkan oleh sebuah sumber cahaya perdetik berbanding dengan pandangan sensitif mata manusia.

Rasio antara jumlah cahaya dan tenaga yang digunakan adalah yang dinamakan *luminous efficacy* dan ditunjukkan melalui satuan lumens per watt (lm/w). Setiap jenis lampu memiliki luminous efisiensi sendiri. Berdasarkan Tabel 2.2 contoh Sumber cahaya sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Contoh Sumber Cahaya

No	Sumber Cahaya	Arus cahaya
1	Lampu Sepeda 3 W	30 lm
2	Lampu Pijar 60 W	730 lm
3	Lampu Flouresen 18 W	900 lm
4	Lampu Merkuri tekanan tinggi 50 W	1800 lm
5	Lampu Natrium tekanan tinggi 50 W	3500 lm
6	Lampu Natrium tekanan rendah 55 W	8000 lm
7	Lampu Metal halida	190000 lm

Setiap lampu listik memiliki efisiensi yaitu besarnya lumen yang dihasilkan suatu lampu setiap watt (lm/w). Sebuah lampu pijar 40 W yang mempunyai efikasi 14 lm/W memancarkan arus cahaya sebesar 560 lm.

Energi cahaya atau kuantitas cahaya (Q) merupakan produk radiasi visual (arus cahaya) pada selang waktu tertentu, dinyatakan dengan lumen detik (lm.dt).Seperti di perlihatkan di Persamaan 2.1 Persamaan arus cahaya

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad (2.1)$$

Dimana :

Φ = Flux cahaya (lm)

Q = Energi Cahaya (lm.dt)

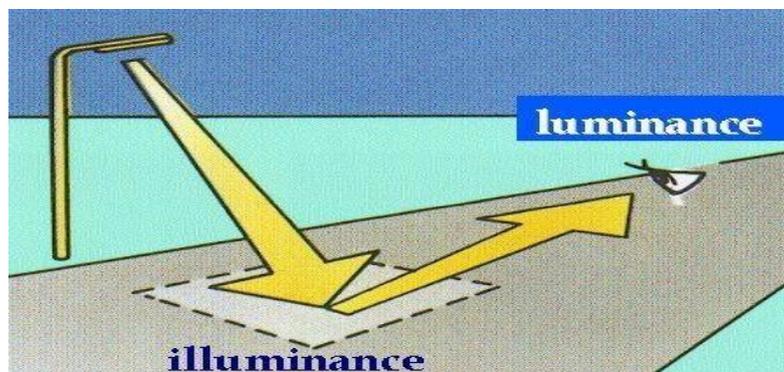
t = Waktu (dt)

Energi cahaya ini penting dinyatakan untuk menentukan banyaknya energi listrik yang digunakan pada suatu instalasi penerangan.

3. Intensitas Cahaya (*Luminous Intensity*)

Intensitas cahaya adalah konsep dari konsentrasi lampu pada arah tertentu setiap detiknya. Hal ini dilambangkan dengan simbol (I). Satuannya adalah candela (cd). Intensitas cahaya kemudian dapat didefinisikan sebagai pengarah cahaya pada arah tertentu yang dihitung persatuan sudut tertentu.

Untuk lebih mengetahui konsep dari sudut tertentu, dan satuannya yang dinyatakan dalam "Steradian". Sudut tertentu dapat dijelaskan sebagai ruang tertentu dari sebuah titik yang dilengkapi oleh permukaan yang berbentuk seperti kerucut yang bagian atasnya meruncing. Seperti di perlihatkan pada Gambar 2.4 Intensitas Cahaya yang di timbulkan oleh suatu lampu (Pencahayaannya Buatan)



Gambar 2. 4 Intensitas Cahaya yang Ditimbulkan oleh suatu Lampu

Secara umum sebuah sumber lampu cahayanya tidak akan berpendar secara merata ke semua arah. Tetapi bilamana kita membayangkannya sebagai sebuah kerucut yang runcing dengan satu titik cahaya, maka pancaran cahayanya baru dapat tersebar secara merata. Dimana konsentrasi cahaya pada kerucut tersebut ada sama dengan perpendaran cahaya pada kerucut dibagi dengan permukaan kerucut yang digambarkan sebagai ruang sudut pada kerucut tersebut.

Hasilnya disebut sebagai intensitas cahaya (I) yang diukur dalam satuan candela dalam lingkup bidang kerucut. Steradian adalah ukuran untuk sudut tertentu .

Ukuran pada sudut tertentu didefinisikan dengan cara yang sama dengan sudut pada pesawat, juga dalam ukuran radians. Bayangkan lingkup tersebut dengan ujung permukaannya yang meruncing. Dimana bagian dari permukaan tersebut membentuk sudut tertentu pada kerucut tersebut. Apabila area pada permukaan tersebut sama dengan radius pangkat dua, maka keadaan ini dikenal sebagai steradian. Sehingga apabila area permukaan tersebut tidak sama dengan radius pangkat dua tetapi disebut sebagai "A", maka Sudut tersebut disebut pada Persamaan 2.2 Persamaan intensitas Cahaya Steradian I, sebagai berikut :

$$W = \frac{A}{r^2} \text{ Steradian} \quad (2.2)$$

Kapasitas maksimal yang memungkinkan untuk sudut tertentu akan menentukan bentuk ruang. Apabila permukaannya mempunyai lingkup sebesar $4\pi r^2$, maka sudut permukaannya akan sama dengan Persamaan 2.3 Persamaan Intensitas Cahaya Steradian II, sebagai berikut :

$$\frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi \text{ Steradian} \quad (2.3)$$

Maka setengah dari bidang akan memiliki 2π steradians.

Konsep dari intensitas cahaya sangat penting dalam kemajuan teknologi lampu, karena tidak akan ada lampu yang berpendar sempurna ke segala arah. Dimana pada area tertentu akan lebih terang sedangkan area yang lain akan tampak kabur. Untuk itu penyebaran cahaya yang lebih merata pada suatu lampu akan menentukan keunggulan produk tersebut.

Seperti di perlihatkan di Tabel 2.3 Intensitas Cahaya Suatu Sumber Cahaya.

Tabel 2. 3 Intensitas Cahaya Suatu Sumber Cahaya

Sumber Cahaya	Intensitas Cahaya
Lampu sepeda tanpa reflector	2,5 cd
Lampu sepeda dengan reflector	250 cd
Lampu pijar dengan reflector, PAR 38 E spot 120 W	10.000 cd
Sinaran cahaya di tengah menara api	2.000.000 cd

4. *Illuminance*

Illuminance adalah jumlah cahaya yang jatuh pada suatu area. Hal ini ditunjukkan dengan symbol E. Satuannya adalah Lux (lx). Satu lux sama dengan satu lumen per meter persegi (lm/m²)⁴. *Illuminance* dapat didefinisikan sebagai : *Rasio antara jatuhnya cahaya dalam suatu permukaan berbanding dengan luas permukaan* . Atau dapat dinyatakan dalam rumus 2.4 Persamaan Intensitas Cahaya IV, sebagai berikut:

$$E = \Phi / A \quad (2.4)$$

Dimana :

E = Kuat penerangan cahaya atau illuminansi (lux)

Φ = Flux Cahaya (lm)

A = Luas Bidang (2)

Dari persamaan dapat disimpulkan di Tabel 2.4 Contoh Cahaya yang ada di alam beserta Illuminance (Pencahayaannya Alami dan Buatan) sebagai berikut :

Tabel 2. 4 Contoh cahaya yang ada di alam beserta *Illuminance*

Jenis Cahaya	<i>Illuminance</i>
Musim panas di siang hari dibawah langit berkabut	10.000 lux
Kedadaan sama, tapi dalam bayangan	10.000 lux
Ruang terbuka	5000 lux
Cahaya buatan dalam kantor	1000 lux
Cahaya buatan dalam rata-rata ruang tamu	100 lux
Lampu Penerangan jalan	5 – 30 lux
Bulan purnama	0,25 lux

5. *Luminance*

Luminance adalah konsep untuk intensitas luminous yang dipancarkan setiap unit pada arah yang telah ditetapkan. Permukaan dapat memancarkan sendiri atau meneruskan - seperti permukaan pada lampu atau matahari - tapi juga dapat

memantulkan cahaya dari sumber lainnya (seperti jalan raya memantulkan cahaya dari lampu jalan merupakan sumber cahaya yang kedua). Ini dinyatakan dengan symbol (L), satuannya adalah candela per meter persegi (cd/m²).

Luminance dapat didefinisikan sebagai rasio antara intensitas luminous dari permukaan yang diberikan arah terhadap area yang tampak dari permukaan.

Dapat dituliskan dalam bentuk rumus 2.5 Persamaan Luminance ,sebagai berikut :

$$L = \frac{I}{AS} \text{ cd/cm}^2 \quad (2.5)$$

Dimana:

L = *Luminance* (cd/cm²)

I = Intensitas cahaya(cd)

AS = Luas semu permukaan(cm²)

Tampilan maksudnya adalah proyeksi dari area pada permukaan yang menyangsikan pada bidang kerja itu pada arah pandang yang benar. Seperti pada bentuk bola sebagai contoh, tampilan total area pada arah tertentu adalah area potongan dari bentuk bola tersebut.

Permukaan dengan kemampuan refleksi yang berbeda akan menghasilkan intensitas cahaya yang berbeda walaupun mempunyai iluminasi yang sama pada permukaan bola tersebut, oleh karena itu menghasilkan *luminance* yang berbeda.

Luminous intensitas dan tampilan area bebas dari jarak, *luminance* juga bebas dari jarak, pada sisi lain *luminance* umumnya bebas untuk jarak pengamatan mempunyai kemampuan memantulkan atau memancarkan setidaknya permukaan.

2.5. Floodlight

Apron Flood Light adalah lampu penerangan yang disediakan di *Apron*, atau pada suatu bagian dari *Apron*, dan pada posisi parkir terisolasi yang telah ditentukan, yang ditujukan untuk penggunaan pada malam hari pada loading dan unloading barang dan penumpang.

2.5.1. Kriteria Penempatan *Apron Floodlight*

1. *Apron flood light* harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga memberikan penerangan yang cukup di seluruh area layanan *Apron* yang ditujukan untuk penggunaan di malam hari.
2. *Apron flood light* harus ditempatkan dan dilapisi sedemikian rupa sehingga meminimalkan sinar atau pantulan langsung kepada pilot yang berada di pesawat terbang yang sedang dalam penerbangan atau di darat, pengontrol lalu lintas udara (*air traffic controllers*), dan petugas di *Apron*.
3. *Apron floodlight* diletakkan ditepi *Apron* dengan jarak antar tiang 50 meter.
4. Suatu posisi parkir pesawat terbang harus menerima, sejauh dapat diterapkan, *Apron floodlight* dari dua atau lebih arah untuk meminimalkan bayangan. Catatan : Untuk kepentingan *Apron floodlight*, yang dimaksud dengan posisi parkir pesawat terbang adalah suatu daerah persegi empat yang dibangun dari lebar sayap dan keseluruhan panjang pesawat terbang yang lebih besar yang ditujukan untuk menggunakan posisi tersebut.
5. Tiang *Apron flood light* tidak boleh masuk ke daerah permukaan hambatan terbatas (*obstacle limitation surfaces*).

Di Bandar Udara Internasional Jendral Ahmad Yani Semarang terdapat dua *Apron* yaitu *Apron* lama yang memiliki 9 tiang dan 8 *aircraft stand* dan *Apron* baru memiliki 13 tiang *Floodlight* dan 12 *aircraft stand* dengan tinggi 20 m di setiap tiangnya. Seperti di perlihatkan pada Gambar 2.5 Tiang Lampu *Apron Floodlight*



Gambar 2. 5 Tiang dan Lampu *Floodlight*

Sumber : Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang

Berdasarkan Gambar 2.5 Tiang dan lampu Apron Floodlight di bandara Internasional Jendral Ahmad Yani -semarang dapat di simpulkan seperti di table 2.5 Spesifikasi Apron Flodlght ,sebagai berikut :

Tabel 2.5 Spesifikasi *Apron Floodlight*

Armature Merk / Type	PHILLIPS DAN OSRAM
Bulb Merk / Type	SON-T 1000 W SOROT LED 555 W
Capacity W / VA	1000W dan 555 W
Jumlah	13 Tiang
Tahun Pasang	2018
Letak	<i>Apron</i>

Teknik yang umum pada semua instalasi penyorotan (*Floodlighting installation*) adalah menggunakan proyektor untuk meningkatkan illuminansi suatu permukaan terhadap sekelilingnya. Sebagian besar dari ruangan yang besar ini diterangi dengan menggunakan lampu sorot yang dipasang pada tiang tinggi (*highmast Floodlighting*). Lampu sorot dengan tiang yang tinggi biasa digunakan untuk aplikasi ini karena memberikan keleluasaan untuk area yang diterangi. Apabila tinggi tiang dinaikan, maka biaya tiang

menjadi sangat mahal, sedangkan apabila tinggi tiang lebih rendah, maka jumlah tiang yang dibutuhkan menjadi semakin banyak. Namun demikian, apabila ada bangunan yang relatif tinggi di berbagai posisi di daerah tersebut, maka harus digunakan ketinggian tiang yang lebih rendah dari pada yang disebutkan di atas untuk mencegah terjadi bayangan kuat pada daerah tersebut. Bila efisiensi ruang dan fleksibilitas penggunaan daerah tersebut merupakan faktor utama, maka tiang yang digunakan hendaknya mempunyai ketinggian lebih dari 30 m, karena dengan peningkatan ketinggian, pengaturan jarak (*spacing*) yang dianjurkan meningkat, dan dengan demikian jumlah tiang-tiang seringkali dianggap sebagai penghalang menjadi berkurang.

Lampu sorot *Floodlight* dengan distribusi pencahayaan yang simetris dan yang tidak simetris digunakan untuk mencapai tingkat pencahayaan dan keseragaman yang diinginkan. Lampu sodium tekanan tinggi (400W sampai 1000W) atau metal halide berkisar (400W sampai 2000W) sangat tepat untuk lampu sorot. *Luminaires* yang dipilih hendaknya cocok untuk pemakaian di luar ruangan (*outdoor*) dan memiliki nilai IP (*index protection*) yang memadai.

Tingkat pencahayaan setidaknya harus diperhatikan pada bidang horizontal (*iluminansi horizontal*). Kadangkala *illuminasi vertikal* hendaknya juga diperiksa - seperti, misalnya dimana tugas-tugas seperti membaca dilakukan atau dimana barangbarang harus diperiksa atau dipindahkan. Tingkat pencahayaan dan keseragaman bergantung pada tingkat kesulitan visual suatu pekerjaan serta efisiensi dan keselamatan kerja yang dipersyaratkan. Keamanan orang-orang dan prioritas seringkali merupakan pertimbangan penting.

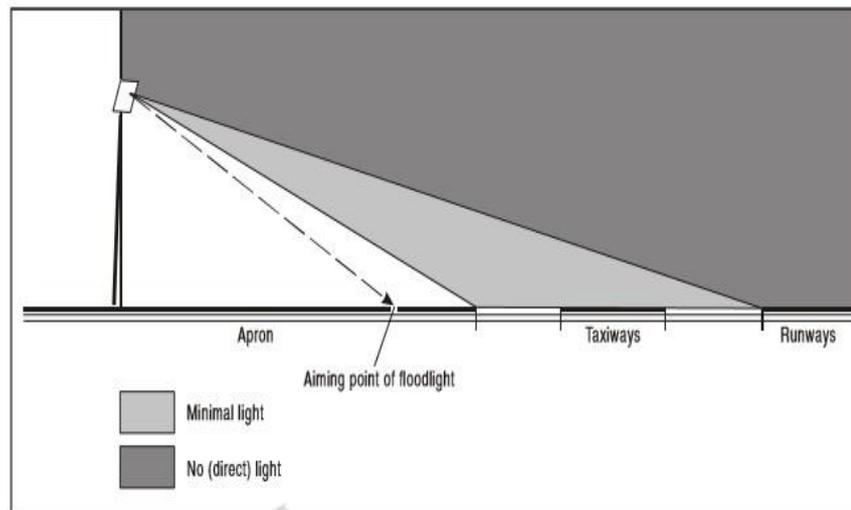
Sejauh mana tingkat cahaya yang menyilaukan yang dapat diterima bergantung pada jenis area yang bersangkutan. Pada prinsipnya, cahaya menyilaukan yang mengganggu akan berkurang bila tinggi pemasangan bertambah. Pilihan lampu sorot (*Floodlight*)

dan ketelitian dalam mengarahkan lampu sorot juga dapat membantu mengurangi cahaya yang menyilaukan. Kadangkala, apabila cahaya yang menyilaukan sangat mengganggu, maka kisi kisi khusus perlu dipasang pada lampu sorot (*Floodlight*).

2.5.2. Karakteristik *Floodlight*

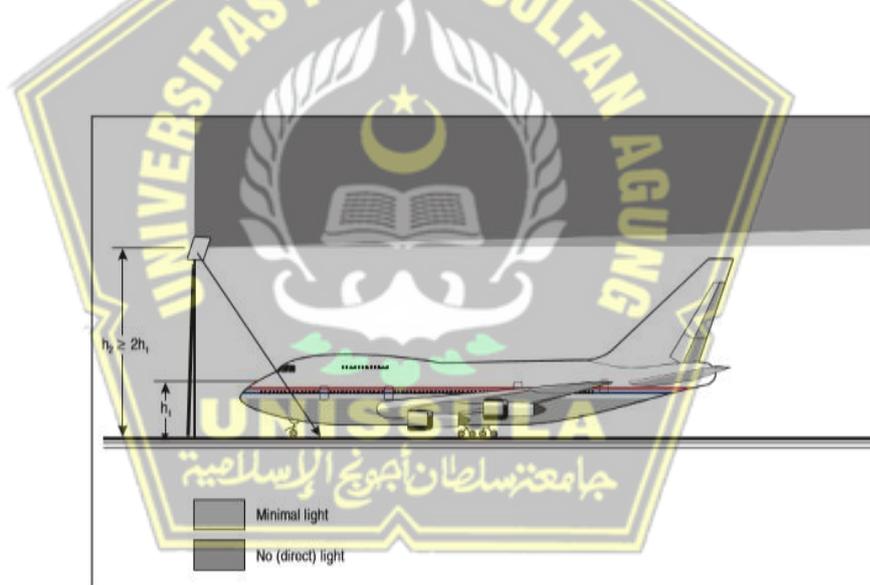
Berikut beberapa karakteristik pada lampu *Floodlight* :

1. Pendistribusian spektrum *Apron* haruslah sedemikian rupa digunakan untuk Menandakan pesawat yang terkait dengan layanan rutinnya, untuk marka permukaan serta halangan, bisa diidentifikasi dengan benar.
2. Lampu langsung dari lampu sorot harus dihindari ke arah menara kontrol dan pesawat pendarat. Mengarahkan lampu sorot, sejauh mungkin, ke arah yang jauh dari menara kontrol atau pesawat pendarat. Cahaya langsung di atas bidang horizontal melalui lampu sorot harus dibatasi seminimal mungkin.
3. Lampu Sorot *Apron Floodlight* juga mencegah adanya pengembunan di Area Tanky BBM di dalam Pesawat dan ada yang menghasilkan *Aircraft Shadow* yang baik .Agar tidak mengrusak Cahaya intensive di atas Sayap pesawat *Aircraft*.Selain *Aircraft Shadows* dan tidak menyilaukan Mata Pilot saat di Area *Kock pit* ,sehingga harus di pelajari illuminace-nya .Seperti pada Gambar 2.6 dan 2.7 Titik Point jatuhnya Cahaya (Penerangan Buatan) Agar tidak menyilaukan mata .



Gambar. Titik Point jatuhnya cahaya

Gambar 2. 6 Titik point Jatuhnya Cahaya(Sumber : *Aerodrome Design Manual (doc 9157),Part 4, Chapter 13*).



Gambar 2. 7 Tinggi Pemasangan Tiang Untuk menghindari Silau (Sumber : *Aerodrome Design Manual (doc 9157),Part 4, Chapter 13*).

Untuk meminimalkan silau langsung dan tidak langsung:

1. Ketinggian pemasangan lampu sorot harus setidaknya dua kali ketinggian mata pesawat maksimum dari pilot pesawat terbang secara teratur penggunaan *Apron Floodlight* di bandara

2. Lokasi dan ketinggian tiang harus sedemikian rupa sehingga ketidaknyamanan bagi personel darat karena silau dijaga seminimal mungkin.

Untuk memenuhi persyaratan ini, lampu sorot harus diarahkan dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan distribusi cahaya mereka.

2.5.3. Pencahayaan Pada Floodlight

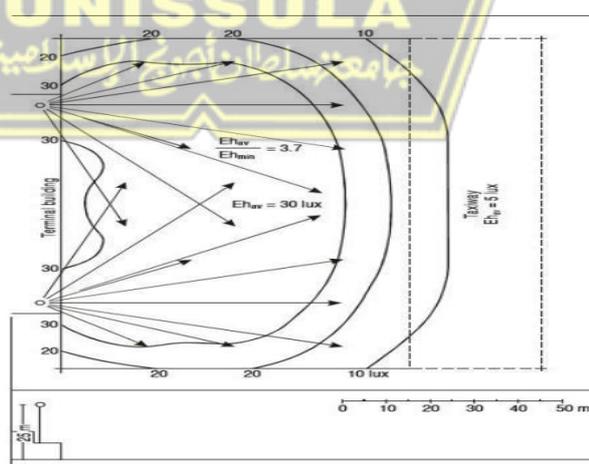
Menurut ICAO Menurut ICAO dalam Aerodrome Design Manual 9124 Part 4 Chapter 13 tentang *Apron Floodlight* penerangan rata – rata *Apron* pada pesawat yang lebih besar seharusnya :

1. Iluminasi rata-rata setidaknya harus sebagai berikut:

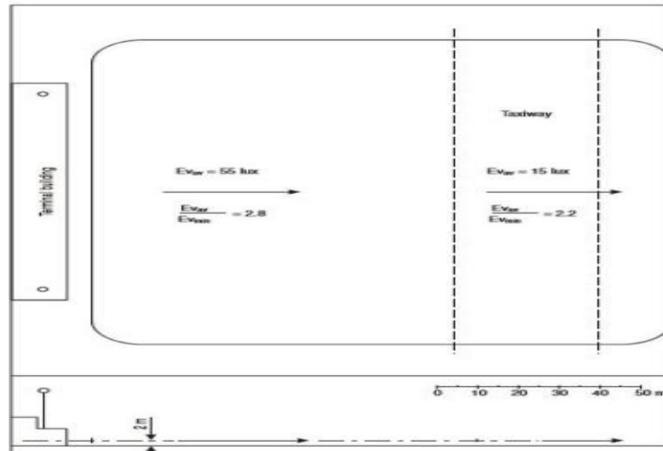
Aircraft stand :

- iluminasi horizontal 20 lux dengan rasio seragam (rata-rata hingga minimal) dan tidak lebih dari 4 berbanding 1; dan
- iluminasi vertikal 20 lux pada ketinggian 2 m di atas *Apron* untuk arah terkait.

2. Area *Apron* lainnya : iluminasi horizontal 50 persen dari iluminasi rata-rata
 - pada *aircraft stand* dengan rasio seragam (rata-rata hingga minimal) dan tidak lebih dari 4 berbanding 1. Seperti di gambarkan di gambar 2.8 dan 2.9 untuk penerangan Apron Floodlight .



Gambar 2. 8 Kurva isolux khas untuk penerangan Apron Floodlight (Sumber : *Aerodrome Design Manual (doc 9157),Part 4, Chapter 13*)



Gambar 2. 9 Penerangan vertikal rata-rata tipikal pada ketinggian 2 m
(Sumber : *Aerodrome Design Manual (doc 9157), Part 4, Chapter 13*).

2.6. Sistem Kelistrikan *Floodlight*

Sistem kelistrikan yang digunakan untuk menyalakan lampu *Apron Floodlight* menggunakan berbagai jenis komponen listrik. Lampu *Floodlight* yang ada di Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani memiliki dua cara untuk menghidupkan lampu yaitu dengan cara manual dan menggunakan sistem BAS (*Building Automatic Sistem*). Cara manual yaitu dengan menekan tombol switch on yang ada pada panel *Floodlight*. Cara menghidupkan dengan sistem BAS yaitu menggunakan PC yang sudah terinstal *software* BAS atau dengan *Smartphone* yang sudah terkoneksi dengan jaringan BAS.

Dengan menggunakan *Building automation sistem* (BAS) memungkinkan untuk mengatur jadwal operasi untuk peralatan dan sistem pencahayaan sehingga penghematan energi dapat direalisasikan saat bangunan atau ruang di bangunan tidak dihuni. Jadi lampu *Floodlight* dapat dikendalikan dengan jarak yang jauh.

2.4.1 Sistem Otomatik pada *Floodlight*

1. Definisi

Sistem otomatis pada gedung atau BAS (*Building automation Sistem*) adalah suatu sistem pengendali dan pemantauan yang terpusat dari

seluruh peralatan mekanikal dan elektrikal yang terdapat disuatu gedung. BAS terdiri dari beberapa *Direct Digital Control* (DDC) yang mempunyai input dan output baik secara indikator untuk mengetahui status dari perangkat yang akan dikontrol.

BAS juga biasa disebut sebagai *Energy Management and Control Sistem* (EMCS). BAS dalam suatu gedung ini merupakan suatu sistem yang dapat mengatur penggunaan energi sesuai atau sebatas yang dibutuhkan tanpa mengurangi fungsi peralatan yang dipakai dan meningkatkan kemampuan melakukan manajemen energi suatu gedung.

Beberapa macam bangunan BAS adalah sebuah solusi untuk mengatur, mengontrol dan mengotomasi perlengkapan dan fungsi dari gedung tersebut, termasuk HVAC, *termalsource*, peralatan listrik dan sanitasi, penerangan, *elevator*, keamanan, kebakaran dan kenyamanan penyewa gedung.

2. Bagian - bagian BOWS (BAS)

Pada prinsipnya sistem kontrol otomatis harus berpedoman pada kehandalan, kontinuitas, serta kecepatan *produktivitas*. Secara umum prinsip dari rangkaian kontrol terdiri atas 3 bagian :

- Masukan (*Input*)
- Proses (*proses*)
- Keluaran (*output*)

Blok diagram dapat dilihat pada gambar 2.10 blok Diagram dasar Sistem Kontrol, sebagai berikut :



Gambar 2. 10 Blok Diagram Dasar Sistem Kontrol

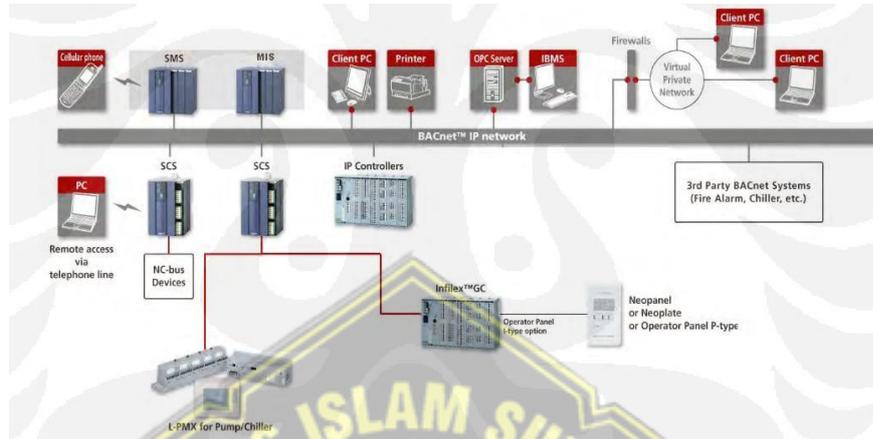
Dalam aplikasinya pada sistem control BAS adalah sebagai berikut

:

- Peralatan input : tombol tekan
- Peralatan proses : DDC / *Controler*, *Relay*

- Peralatan output : lampu

Selain itu pada sistem *control* ini dibutuhkan *feedback* untuk mengirim sinyal balik dari keluaran ke masukan sehingga sistem akan terus berputar atau yang biasa kita kenal sebagai *controlcloseloop*. Adapun seperti Gambar 2.11 konfigurasi Sistem BAS dibawah ini :



Gambar 2. 11 konfigurasi sistem BAS (Ibnu El Hurry, Universitas Indonesia)

Building Operation Workstation (BOWS) atau *Building Automatic Sistem(BAS)* terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu:

1. *Intelligent Controller*

Intelligent Controller adalah sebuah kontroler digital untuk mengontrol unit individual. Semenjak kontroler ini secara otomatis mengontrol operasi, operasi akan tetap terjaga bahkan jika bagian lain dari sistem berhenti. Kontroler menyediakan komunikasi dengan center unit lewat UIC (*unitintegratedController*) menerima perubahan pada setpoint dari center unit dan mengembalikan hasil kontrol dan data lain.

a. IDC (*IntelligentDigitalController*)

IDC adalah sebuah kontroler digital untuk mengontrol unit individual. Kontroler ini secara otomatis mengontrol operasi, operasi akan tetap terjaga bahkan jika bagian lain dari sistem berhenti. IDC pada panel dari sistem BAS yang digunakan adalah inflex GC, yang merupakan sebuah kontroler multiguna yang didesain untuk mengontrol perangkat /peralatan pada gedung seperti

AHU, lampu panel, dll.inflex GC juga dapat digunakan untuk mengontrol dan memonitoring temperature dan kelembapan. Inflex GC merupakan basic unit yang dapat dihubungkan dengan 16 buah I/O modul.

IDC ini mempunyai kemampuan sebagai berikut :

- Dapat beroperasi sendiri melakukan kontrol perintah point (*Analoginput, AnalogOutput, digital, digitaloutput*) sesuai dengan program yang telah dibuat
- Jika dihubungkan dengan sistem BAS maka DDC ini dapat dikontrol secara terpusat dari BAS *room* dan perintah perintah *historical* serta alarm yang terjadi dapat diketahui.

Maksudnya adalah bahwa DDC *controller* mampu mengirimkan control perintah dan mengirimkan laporan alarm secara langsung ke komponen BAS yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi dari beberapa DDC *controller* yang lain.

b. Modul I/O

Modul I/O merupakan penghubung antara perangkat yang akan dikontrol atau dimonitor pada gedung dengan kontroler *inflex* GC pada panel DDC. Modul I/O yang digunakan pada apartemen antara lain :

- DI (*digitalinput*)

Ada 2 jenis modul DI yaitu, DI-8 dan DI-16. Secara garis besar kedua modul ini memiliki fungsi yang sama, yang membedakan dari kedua modul ini hanyalah jumlah pin input untuk koneksi ke point yang akan di *control*. Modul DI berfungsi untuk monitoring status dan alarm *point* dari equipment yang terpasang.

- DO (*DigitalOutput*)

Sama halnya seperti DI, modul DO juga memiliki 2 jenis yaitu DO-8 dan DO16. Modul ini berfungsi untuk melakukan

instruksi untuk memulai dan menghentikan point dari *equipment* yang terpasang.

2.6.1. Komponen listrik pada *Floodlight*

Beberapa komponen yang terpasang pada sistem *Floodlight* yaitu :

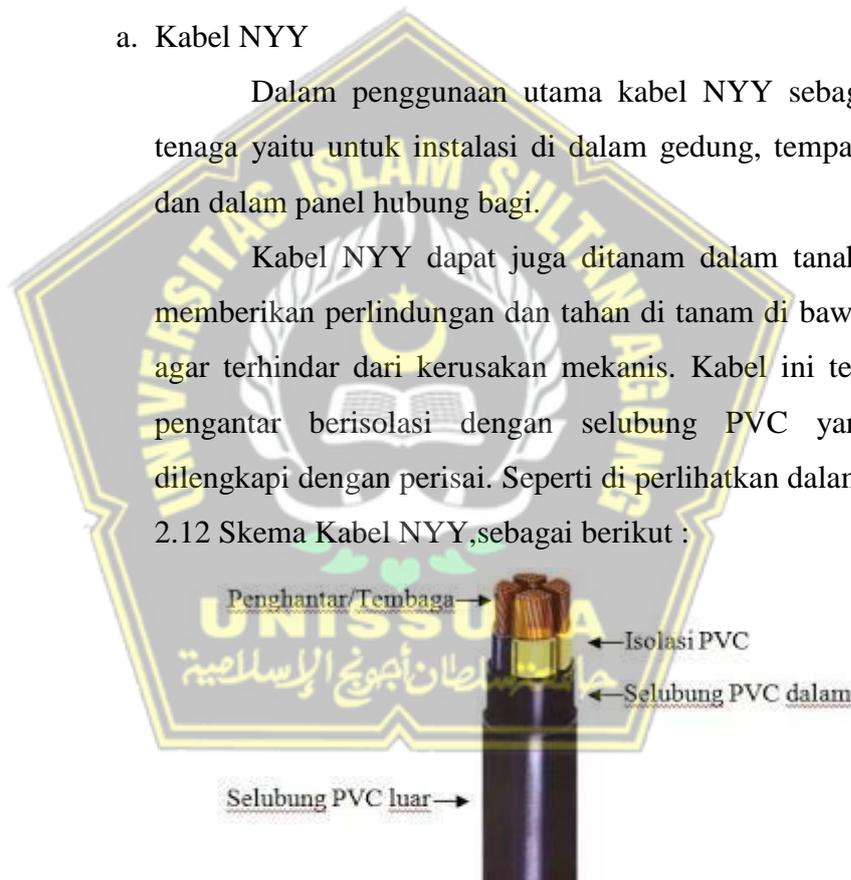
1. Penghantar

Untuk mengaliri tenaga listrik dari Sumber ke beban diperlukan media penghantar atau kabel. Jenis kabel yang digunakan dalam sistem kelistrikan *Floodlight* yaitu :

a. Kabel NYY

Dalam penggunaan utama kabel NYY sebagai kabel tenaga yaitu untuk instalasi di dalam gedung, tempat terbuka dan dalam panel hubung bagi.

Kabel NYY dapat juga ditanam dalam tanah dengan memberikan perlindungan dan tahan di tanam di bawah tanah, agar terhindar dari kerusakan mekanis. Kabel ini terdiri dari penghantar berisolasi dengan selubung PVC yang tidak dilengkapi dengan perisai. Seperti di perlihatkan dalam gambar 2.12 Skema Kabel NYY, sebagai berikut :



Gambar 2.12 Skema Kabel NYY

Keterangan :

1. Selubung PVC
2. Lapisan Pembungkus Inti
3. Isolasi PVC
4. Inti Tembaga

Kabel yang digunakan dalam instalasi Panel *Floodlight* menggunakan ukuran kabel 4 x 35 mm 0,6/1kv berarti kabel jenis standar dengan penghantar berbentuk bulat kawat banyak berisolasi dan berselubung PVC. Jumlah Penghantar 4 dengan luas penampang masing masing 35mm, tegangan nominal 0,6 sampai 1kv. Kabel NYY ini digunakan untuk mengaliri tenaga listrik dari satu panel *Floodlight* ke panel yang lain dengan sistem paralel.

b. Kabel NYM

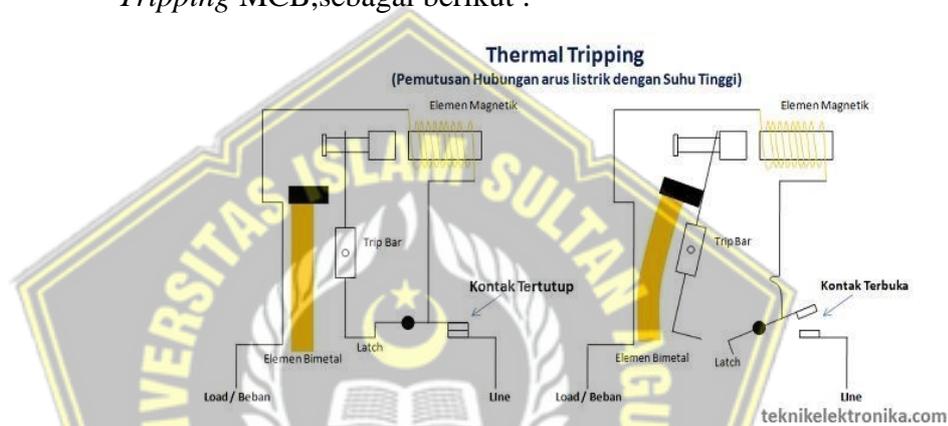
Kabel jenis NYM digunakan untuk mengaliri tenaga listrik dari panel *Floodlight* ke arah beban atau lampu, dengan ukuran kabel 3 x 2,5mm [7]. Seperti contoh gambar 2.13 Kabel NYM sebagai berikut(PUIL SNI, 2011) :



2. MCB

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan. Dengan kata lain, MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual.

MCB pada dasarnya memiliki fungsi yang hampir sama dengan Sekering (*Fuse*) yaitu memutuskan aliran arus listrik rangkaian ketika terjadi gangguan kelebihan arus. Terjadinya kelebihan arus listrik ini dapat dikarenakan adanya hubung singkat (*Short Circuit*) ataupun adanya beban lebih (*Overload*). Namun MCB dapat di-ON-kan kembali ketika rangkaian listrik sudah normal, sedangkan Fuse/Sekering yang terputus akibat gangguan kelebihan arus tersebut tidak dapat digunakan lagi. Seperti di perlihatkan di dalam Gambar 2.14 Skema Prinsip kerja *Thermal Tripping* MCB, sebagai berikut :



Gambar 2. 14 Skema MCB

Pada saat kondisi *Overload* (Kelebihan Beban), Arus yang mengalir melalui Bimetal menyebabkan suhu Bimetal itu sendiri menjadi tinggi. Suhu panas tersebut mengakibatkan *Bimetal* melengkung sehingga memutuskan kontak MCB (*Trip*).

3. Kontaktor

Kontaktor (*Contactator / Magnetic Contactator*) adalah alat elektrikal yang bekerja dengan induksi elektromagnetik pada sebuah kumparan tembaga (*coil*) yang dialirkan tenaga listrik sehingga menimbulkan medan magnet yang menyebabkan Kontak Bantu NO (*Normally Open*) akan tertutup dan Kontak Bantu NC (*Normally Close*) akan terbuka.

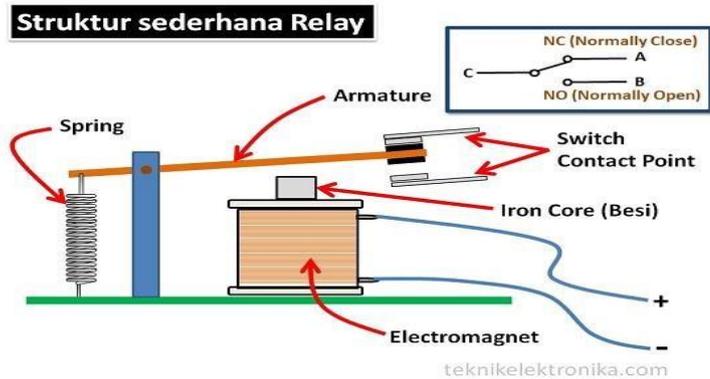
Kontak pada kontaktor terdiri dari 2 yaitu kontak utama dan kontak bantu. Kontak Utama digunakan untuk rangkaian daya dan Kontak Bantu digunakan untuk rangkaian kontrol. Sebagai Contoh gambar 2.15 bentuk Magnetik Kontaktor



Gambar 2. 15 Magnetik Kontaktor

4. Rellay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. sebagai contoh yang di perlihatkan di gambar 2.16 Struktur Relay, seperti di bawah ini :



Gambar 2. 16 Struktur relay

Pada dasarnya relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu elektromagnet (*Coil*), *Armatu*r, *Switch contact point*, *spring*.

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- ✦ *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup).
- ✦ *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka).

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik *Armatu*re untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *Armatu*re tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armatu*re akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik *Contact Poin* ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

Pada studi analisis tentang kelayakan sistem pencahayaan *floodlight* pada *Apron* bandara internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang ini penulis melakukan studi lapangan di *Apron* Bandara Semarang.

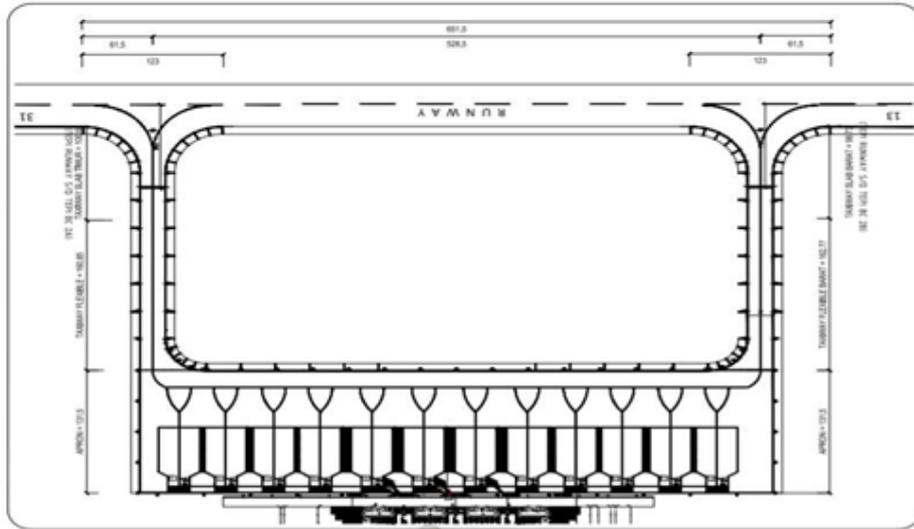
1. Metode Penelitian

3.1. Spesifikasi Sistem Pencahayaan

Pengembangan Bandara Jenderal Ahmad Yani juga dilakukan di bagian *Apron*. Untuk *Apron* yang baru akan memiliki luas 72.522 m² sehingga dapat menampung 13 pesawat *narrow body* dan dua pesawat *wide body kargo*. Sehingga untuk membantu kegiatan pelayanan di *Apron* pada saat malam hari, maka diperlukannya penerangan dari lampu *floodlight*. *Floodlight* adalah lampu penerangan yang disediakan di *Apron*. Peraturan tentang standar kualitas pencahayaan pada *floodlight* tercantum pada:

- KP 39 Tahun 2015 MOS 139 VOL I
- KP 262 Tahun 2017 MOS 139 VOL I
(Telah Di cabut dan di Perbaharui KP 326 Thn 2019)
- KP 326 Tahun 2019 Tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (_Manual Of Standard CASR Part 139_) Volume I Bandar Udara (_Aerodrome_)
- Undang-undang UU No.1 tahun 2009 tentang Penerbangan
- ICAO ANNEX 14, ADM Part 4 Chapter 13 Tahun 2004

Berdasarkan aturan diatas menetapkan intensitas yang memenuhi persyaratan penerangan yang dianjurkan untuk kualitas penerangan pada *Apron Floodlight* sebesar 20 Lux. Berdasarkan Sumber : Dokumentasi Data Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang Seperti di perlihatkan dalam Gambar 3.1 Lay Out *Apron Floodlight* dan 3.2 Skema Lampu *Apron Floodlight*,Sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Layout *Apron*

Sumber : Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang



Gambar 3. 2 Skema Lampu *Apron Floodlight*

(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

Gambar 3.2 menunjukkan jumlah lampu *Apron floodlight* yang digunakan pada *Apron* bandara jenderal ahmad yani semarang.

3.2. Metode Pengolahan Data

A. Jenis Alat yang di gunakan adalah :

- 1.) Laptop Sebagai Komputer Pengolahan Data Evaluasi dan Analisis Data

Laptop ASUS TUF windows 11 OFFICE Profesional 2021 64 Bit

2.) Alat Luxmeter Digital

Adapun mengapa menggunakan 2 Alat Digital Luxmeter adalah sebagai perbandingan agar menghindari kesalahan perhitungan ada 2 perbandingan

- a. Luxmeter Digital = Digital Lux Meter type PM 6612
- b. Luxmeter Digital = BENTECH type GM1010

3.) Untuk (BOWS) PC.DELL

Prosesor Inter XEON 16 Gb ,Windows 10 Pro ,64 Bit

4.) Meteran Manual Konvensional dan Digital Laser Distance Meter type CP-100P adalah Alat ukuran meter Laser merah.

B. Jenis lampu yang digunakan adalah:

1. Lampu LED 100 W

Lampu akses root buat penerangan pencahayaan jalan di bawah tiang Lampu Apron Floodlight dengan spesifikasi seperti didalam table 3.1 Spesifikasi lampu LED 100 W , Sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Spesifikasi Lampu LED 100 W

Merk/Brand	OSRAM
Daya Lampu	100 W
Efikasi (lumen/watt)	130 lm/watt
Luminous Flux	12900 lm
Umur Lampu (Life time)	100000 h
Efek Kejelasan Warna	4000k

2. Lampu LED 600 W

Lampu *Apron Floodlight* di atas tiang Lampu *Apron Floodlight* dengan spesifikasi Seperti di dalam table 3.2 Spesifikasi Lampu LED 600 W ,sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Spesifikasi Lampu LED 600 W

Merk/Brand	OSRAM
Daya Lampu	600 W
Efikasi (lumen/watt)	105 lm/watt
Luminous Flux	57000 lm
Umur Lampu (Life time)	50000 h
Efek Kejelasan Warna	6500k

3. Lampu SON-T 1000 W

Lampu *Apron Floodlight* di atas tiang Lampu *Apron Floodlight* dengan spesifikasi seperti di dalam table 3.3 Spesifikasi Lampu SON-T 1000 W, sebagai berikut :

Tabel 3. 3 Spesifikasi Lampu SON-T 1000 W

Merk/Brand	OSRAM
Daya Lampu	1000 W
Efikasi (lumen/watt)	130 lm/watt
Luminous Flux	130000 lm
Umur Lampu (Life time)	20000 h
Efek Kejelasan Warna	2000k

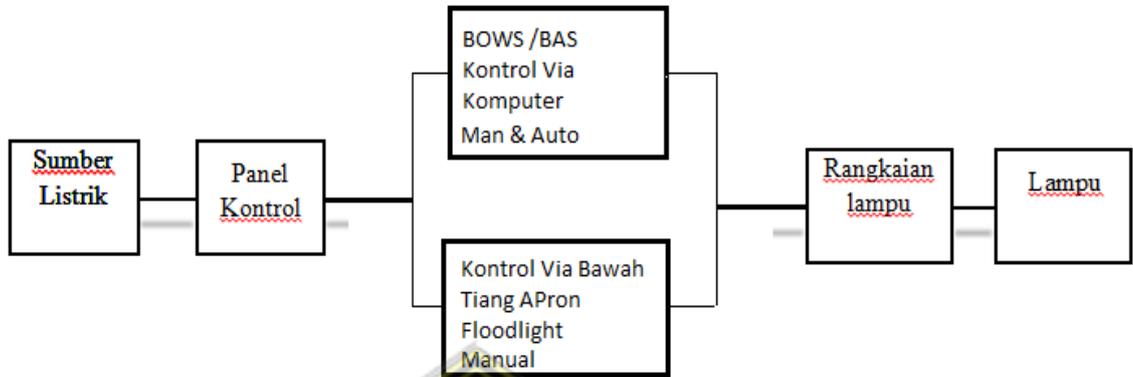
Berikut tabel data lampu *Apron Floodlight* yang ada di Air side Area *Apron* Bandara Internasional Jederal Ahmad Yani Semarang Berdasarkan data seperti di Tabel 3.4 Data Lampu *Apron floodlight* ,Sebagai Berikut :

Tabel 3. 4 Data Lampu *Floodlight*

No Tiang <i>Floodlight</i>	Jenis Lampu	Keterangan
1	3 Lampu LED 600W (1,2,3)	
	2 Lampu LED 100W (4,5)	
2	2 Lampu SON-T 1000W (2,3)	
	1 Lampu LED 600W (1)	
	2 Lampu LED 100W (4,5)	
3	1 Lampu LED 600W (1)	
	2 Lampu SON-T 1000W (2,3)	
	2 Lampu LED 100W (4,5)	
4	1 Lampu LED 600W (1)	
	2 Lampu SON-T 1000W (2,3)	
	2 Lampu LED 100W (4,5)	
5	1 Lampu LED 600W (1)	
	2 Lampu SON-T 1000W (2,3)	
	2 Lampu LED 100W (4,5)	
6	1 Lampu LED 600W (1)	
	2 Lampu SON-T 1000W (2,3)	
	2 Lampu LED 100W (4,5)	
7	1 Lampu LED 600W (1)	FL 7 Switch 3 Short (Led Serviceroad & led dibawah son-T)posisi son-t di switch 1 & 4
	2 Lampu SON-T 1000W (2,3)	
	2 Lampu LED 100W (4,5)	
8	1 Lampu LED 600W (1)	
	2 Lampu SON-T 1000W (2,3)	
	2 Lampu LED 100W (4,5)	
9	1 Lampu LED 600W (1)	1 lampu mati
	2 Lampu SON-T 1000W (2,3)	
	2 Lampu LED 100W (4,5)	
10	1 Lampu LED 600W (1)	Ada Kerusakan di komunikasi dari I-O remote PC.BOWS
	2 Lampu SON-T 1000W (2,3)	
11	2 Lampu LED 100W (4,5) 2 Lampu SON-T 1000W (2,3)	
12	3 Lampu LED 600W (1,2,3)	Ada kerusakan di komunikasi dari I-O remote ke PC.BOWS
	2 Lampu LED 100W (4,5)	
13	3 Lampu LED 600W (1,2,3)	
	2 Lampu LED 100W (4,5)	

Sumber : Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang

3.1.1 Blok Diagram

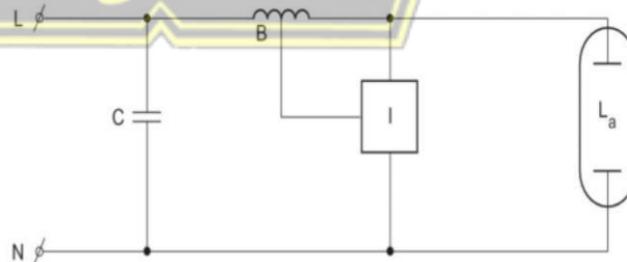


Gambar 3. 3 Blok diagram pada lampu *Floodliight*

(Sumber : Dokumen Pribadi 2022)

Blok diagram dapat disimpulkan seperti gambar 3.3 Blok diagram pada lampu Apron Floodlight merupakan proses untuk menghidupkan lampu Apron Floodliight untuk penerangan di area Apron.

lampu Apron floodliight memiliki rangkaian lampu seperti pada gambar 3.4 Rangkaian lampu Son-T 1000 W ,sebagai berikut :



Gambar 3. 4 Rangkaian lampu SON-T 1000W

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

1. Ballast

Fungsi utama dari ballast pada lampu SON-T adalah untuk membatasi aliran arus listrik agar rangkaian lampu bekerja sesuai dengan *range* daya yang dibutuhkan.

2. Kapasitor

Kapasitor adalah komponen pasif yang menghasilkan daya reaktif. Konstruksi kapasitor ini terdiri atas dua keping pelat (konduktor) sejajar dan di tengah-tengahnya terdapat suatu bahan dielektrik.

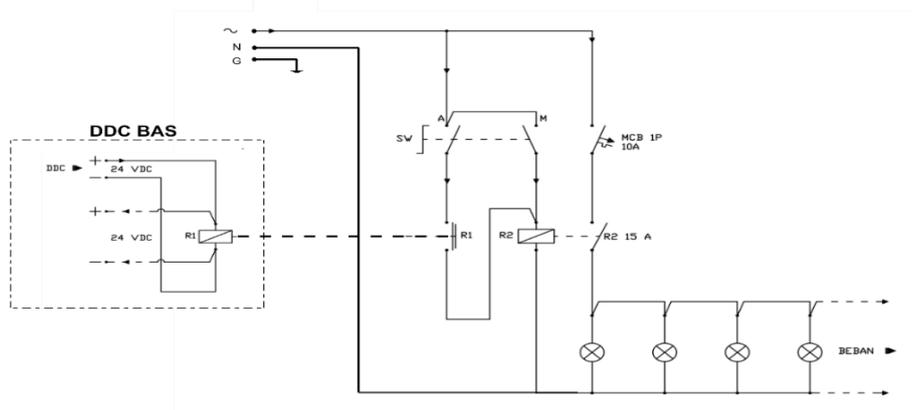
3. Ignitor

Ignitor berfungsi untuk memanaskan elemen yang ada didalam bohlam lampu SON-T sehingga terjadi loncatan panas antara ujung + dan - bohlam lampu SON-T dan lampu dapat menyala.

3.3. Spesifikasi Sistem Kelistrikan

Sistem pencahayaan lampu *floodlight* di *Apron* bandara internasional jenderal ahmad yani semarang memiliki panel kontrol yang dapat menghidupkan dan mematikan lampu *floodlight*. Panel tersebut memiliki dua cara untuk pengoperasiannya, yaitu dengan cara manual dengan menekan tombol *switch* ke arah manual maka lampu akan langsung menyala dan dengan sistem

Building Automatic System (BAS) yaitung *Building Operation Workstation System* (BOWS) dari *Schneider Electric* dengan kontrol jarak jauh. Sistem BAS pada *Apron floodlight* memiliki kelebihan yaitu dengan fasilitas atur waktu (*setting Timer*), maksudnya nyala lampu *floodlight* dapat di atur waktu nyalanya sesuai kebutuhan dengan sistem BAS. Jadi lebih memudahkan pengontrolan dan dapat mendapatkan nilai efisiensi setinggi mungkin. Berikut gambar wiring diagram pada panel kontrol *Apron floodlight* Seperti pada Gambar 3.5 Wiring diagram panel *Apron Floodlight*:



Gambar 3. 5 Wiring diagram panel *Apron Floodlight*

3.4. Metode Pengukuran Data dan Metode Evaluasi Data

3.4.1. Pengukuran Kuat Pencahayaan di *Apron*

Pengukuran kuat Pencahayaan dilakukan dengan bantuan alat yang disebut dengan *Luxmeter*. Pengukuran dilakukan pada malam hari guna mengetahui illuminasi atau kuat pencahayaan buatan yang ada di *Apron*. Selain itu pengukuran dilakukan pada saat jam penerbangan telah selesai, sehingga tidak mengganggu jalannya penerbangan. Maka dari pengukuran dengan *luxmeter* ini kita dapat mengetahui kuat pencahayaan di *Apron* sudah memenuhi syarat yang di anjurkan ICAO.

a. Koordinasi Pengambilan data

Koordinasi sangatlah di butuhkan untuk pengambilan data agar dapat saling memberikan informasi sehingga tidak mengganggu proses pelaksanaan tugas yang lain. Koordinasi dilakukan dengan :

1. UNIT LISTRIK / ELETRICAL
2. AMC (*Apron Movement Control*)
3. AVSEC (*Aviation Security*)

b. Peralatan yang Digunakan

Pengukuran intensitas ini memakai alat *luxmeter* merk *BENTECH GM 1010* dan *Luxmeter Digital PM 6612* yang langsung dapat dibaca. Sebuah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya atau tingkat pencahayaan sebanyak 2 alat *Luxmeter* untuk perbandingan hasil .

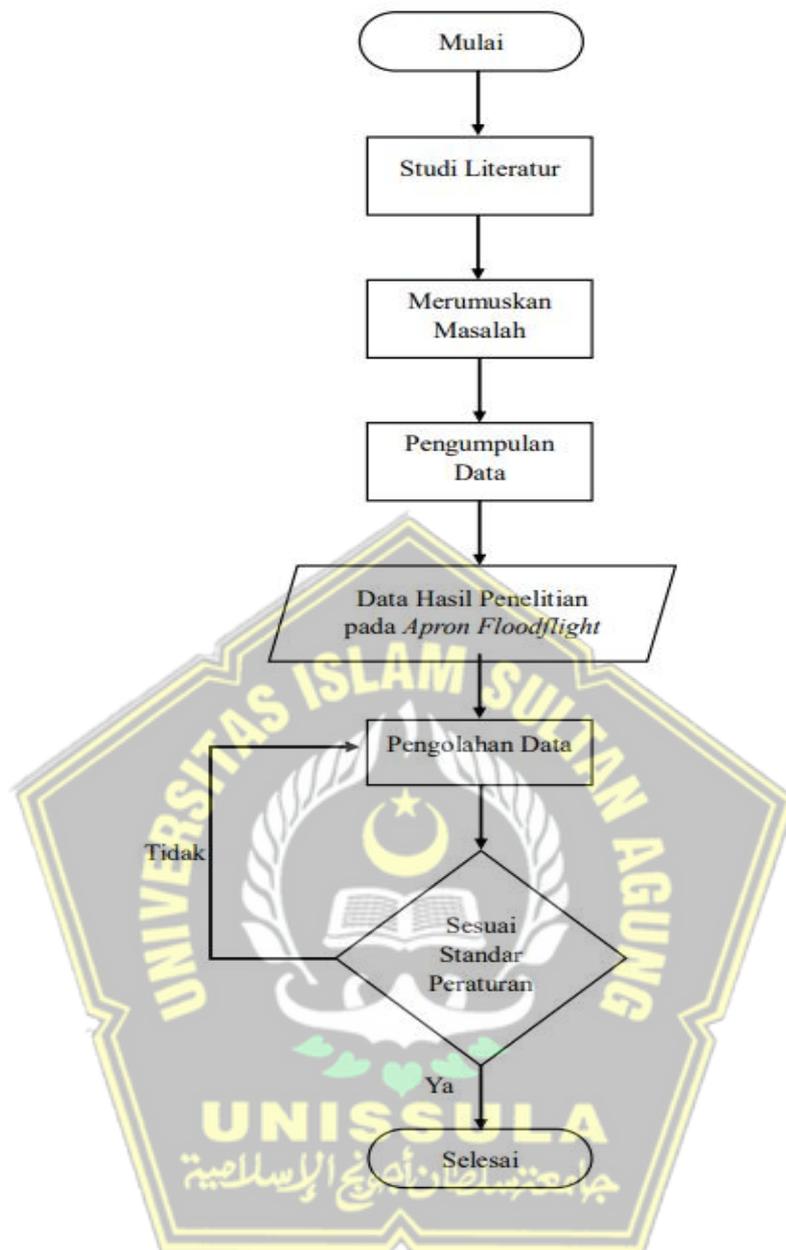
c. Prosedur Kerja

1. Pertama berkoordinasi dengan AMC untuk mengetahui apakah penerbangan telah selesai.
2. Sebelum melakukan pengambilan data di lapangan kita perlu berkoordinasi dengan AVSEC (*aviation security*) agar tidak mengganggu kegiatan yang lain seperti kegiatan *maintenance* pesawat.
3. Persiapan *luxmeter*.
4. Penentuan titik pengukuran Pengukuran dilakukan dengan menentukan titik – titik pengukurannya terlebih dahulu. Disini ditentukan titik pengukurannya yaitu titik potong garis horizontal panjang dan lebar *Apron* adalah jarak setiap 10 meter,
5. Tata Cara :
 - a. Hidupkan *Luxmeter* dengan membuka penutup sensor.
 - b. Bawa alat ke tempat titik pengukuran yang telah ditentukan.
 - c. Baca hasil pengukuran pada layar monitor setelah menunggu beberapa saat sehingga didapat nilai angka yang stabil.
 - d. Catatan hasil pengukuran pada lembar hasil pencatatan.
 - e. Matikan *luxmeter* setelah selesai dilakukan pengukuran.
 - f. Lakukan pengukuran yang sama pada titik – titik yang telah ditentukan.

3.5. Diagram Alir (*Flowchart*) Metode Penelitian

3.5.1. Diagram Alir Metode Penelitian Apron Floodlight

Tata cara Metode Penelitian Apron *Floodlight* dan Pengoperasian Sistem Menghidupkan dan mematikan lampu dengan menggunakan *Building Operation Workstation System* Seperti pada Gambar 3.6 dan 3.7 di bawah ini :



Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

Keterangan :

1. Start: Mulai menjalankan proses Penelitian
2. Studi literatur
3. Merumuskan masalah
4. Menentukan Maksud dan Tujuan Penulisan
5. Pengumpulan Data

6. Data Output yang di peroleh pada Apron Floodlight
7. Pengolahan Data
8. Hasil : Jika hasil dari proses YA, maka berhasil Jika hasil dari proses TIDAK, kembali Ke pengumpulan data.
9. Hasil Penelitian A .



BAB IV

EVALUASI DAN ANALISA DATA

Studi Analisis Kelayakan Sistem Pencahayaan lampu *Floodlight* di *Apron* Bandara Ahmad Yani Semarang ini penulis melakukan Evaluasi untuk menganalisa perhitungan berdasarkan data pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat ukur intensitas cahaya yaitu *light meter* (*Digital Lux Meter*).

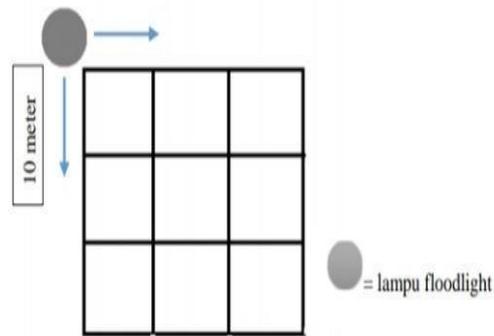
4 . Evaluasi Data

4.1 Klasifikasi parkir pesawat

Sebelum melakukan pengukuran terhadap lampu *floodlight*, *apron* memiliki klasifikasi parkir pesawat yaitu Area VIP, Komersial dan Cargo. Berdasarkan klasifikasi diatas dan koordinasi dengan AMC (*Apron Movement Control*) bahwa untuk parkir pesawat area VIP harus bersinggungan langsung atau berdekatan dengan akses menuju *Gate* 1 yaitu pintu menuju *Lounge* kemudian ke arah *exit gate* lalu *pick up zone*. Untuk area komersial harus bersinggungan langsung dengan *Aviobridge* atau *garbarata* yang menuju ke akses terminal dan hall kedatangan domestic maupun internasional. Sedangkan untuk parkir area cargo harus bersinggungan ataupun berdekatan dengan akses menuju cargo hal tersebut bertujuan agar tidak mengganggu jalannya penumpang menuju terminal.

4.2 Hasil Pengukuran

Saat proses mengukur di lapangan penulis melakukan pengukuran langsung pada lampu *floodlight* yaitu dengan melihat hasil pengukuran menggunakan alat ukur *luxmeter* pada malam hari dengan menentukan 75 titik pengukuran. Disini ditentukan titik pengukurannya yaitu titik potong garis horizontal panjang dan lebar *apron* adalah pada jarak setiap 10 meter. Berdasarkan pada Gambar 4. 1 Denah Pengukuran, seperti di bawah ini :



Gambar 4. 1 Denah Pengukuran

Berdasarkan dari gambar 4.1 Denah Pengukuran di dapat Pengukuran diambil 75 titik sebagai sampel sehingga diperoleh pada Tabel 4.1 Hasil Pengukuran pencahayaan pada Apron ,sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Pencahayaan Pada *Apron Floodlight*

TITIK PENCAHAYAAN	LEBAR APRON					NILAI PENJUMLAHAN (LUX)	KUAT PENERANGAN (LUX)
	TITIK UKUR A (LUX)	TITIK UKUR B (LUX)	TITIK UKUR C (LUX)	JUMLAH TITIK UKUR X=A+B+C (LUX)			
PANJANG APRON	1	38	40	24	102	636,6	23,5
	2	20	17	19	56		
	3	40	25	16,3	81,3		
	4	28	20	14,5	62,5		
	5	31,3	24	13,5	68,8		
	6	22,2	20,5	12,7	55,4		
	7	32,7	35,2	14,8	82,7		
	8	14,4	39,4	13,2	67		
	9	29,6	20,7	10,6	60,9		

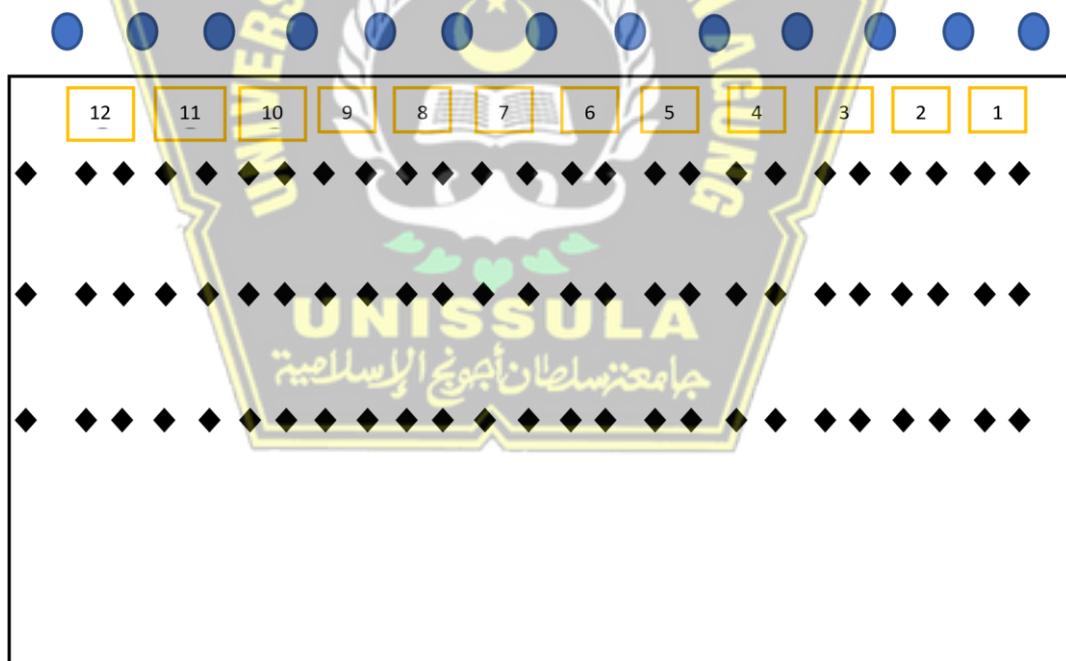
	10	11,7	9,7	13,1	34,5	34,5	11,51
TITIK PENCAHAYAAN	LEBAR APRON						
	TITIK UKUR A (LUX)	TITIK UKUR B (LUX)	TITIK UKUR C (LUX)	JUMLAH TITIK UKUR X=A+B+C (LUX)	NILAI PENJUMLAHAN (LUX)	KUAT PENERANGAN (LUX)	
	11	27,5	20,7	12,2	60,4		
	12	11,4	12,2	11,9	35,5		
	13	21,2	15,7	14,5	51,4		
	14	18,8	20,3	12,5	51,6		
	15	26,4	23,4	16,6	66,4		
	16	23,5	30,7	20,7	74,9		
	17	20,7	20,3	9,7	50,7		
	18	15,5	12	9,5	37	347	14,46
	19	20	13	11,3	44,3		
	20	14,7	7,3	10,5	32,5		
	21	25,6	8,4	6,9	40,9		
	22	17,6	9,8	5,6	33		
	23	19,2	17,6	5,7	36,8		
	24	36,7	12,6	7,1	56,4		
	25	42,9	16	7,2	66,1		

Adapun Berdasarkan Dari Data pada tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pencahayaan Pada *Apron* , Pengukuran pencahayaan dapat dibaca bahwa titik ukur 1 dan 2 berada di *Parking Stand* nomor 1, titik ukur 3 dan 4 berada di *Parking Stand* nomor 2, titik ukur 5 dan 6 berada di *Parking Stand* nomor

3, titik ukur 7 dan 8 berada di *Parking Stand* nomor 4, titik ukur 9 dan 10 berada di *Parking Stand* nomor 5, titik ukur 11 dan 12 berada di *Parking Stand* nomor 6, titik ukur 13 dan 14 berada di *Parking Stand* nomor 7, titik ukur 15 dan 16 berada di *Parking Stand* nomor 8, titik ukur 17 dan 18 berada di *Parking Stand* nomor 9, titik ukur 19 dan 20 berada di *Parking Stand* nomor 10, titik ukur 21 dan 22 berada di *Parking Stand* nomor 11, titik ukur 23 dan 24 berada di *Parking Stand* nomor 12 dan untuk titik ukur 25 digunakan untuk akses jalur inspeksi untuk pengecekan fasilitas *Airfiled Lighting* dan *Runway Check* dari FOD (*Foreign Object Dangerous*).

Jadi total *Parking Stand* untuk parkir pesawat di *apron* bandara internasional Ahmad Yani Semarang berjumlah 12 *Parking Stand* dan Total 13 Tiang Lampu *Apron Floodlight*.

Berikut gambar denah titik ukur cahaya seperti pada Gambar 4.2 Denah Titik Ukur Cahaya 2:



Gambar 4.2 Denah Titik Ukur Cahaya 2

Dari gambar denah diatas bisa dibaca bahwa titik bulat berwarna biru merupakan lampu *floodlight*, titik hitam merupakan titik ukur cahaya sedangkan bentuk kotak merupakan posisi *Parking Stand*.

Data ukur seperti tabel diatas dapat dihitung berdasarkan peraturan ANNEX 14 VOL 1 yaitu tiap area parkir pesawat minimum 20 lux.

Berikut perhitungan berdasarkan data ukur dilapangan :

1. *Parking Stand 1*

Berdasarkan pengukuran yang telah di lakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel

4.2 Data Ukur Parking stand 1

Tabel 4. 2 Data Ukur *Parking Stand 1*

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	38 lux	40 lux	42 lux	176 lux	29,33 lux
2	20 lux	17 lux	19 lux		

Dari data tabel 4.2 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.1 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Total &= 38 + 40 + 42 + 20 + 17 + 19 \\
 &= 176 \text{ lux}/6 \\
 &= 29,33 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dianalisa bahwa untuk *Parking Stand 1* didapatkan hasil 29,33 lux. Hasil perhitungan tersebut sudah diatas standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand 1* sudah layak dan sesuai dengan peraturan.

2. *Parking Stand 2*

Berdasarkan pengukuran yang telah di lakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel

4.3 Data Ukur Parking stand 2

Tabel 4. 3 Ukur *Parking Stand 2*

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	40 lux	25 lux	16,3 lux	143,8 lux	23,9 lux
2	28 lux	20 lux	14,5 lux		

Dari data tabel 4.3 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.2 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 total &= 40 + 25 + 16,3 + 28 + 20 + 14,5 \\
 &= 143,8 \text{ lux}/6 \\
 &= 23,9 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dapat dianalisa bahwa untuk *Parking Stand 2* didapatkan hasil 23,9 lux. Hasil perhitungan tersebut sudah diatas standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand 2* sudah layak dan sesuai dengan peraturan.

3. *Parking Stand 3*

Berdasarkan pengukuran yang telah di lakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel 4.4 Data Ukur *Parking stand 3*

Tabel 4. 4 Data Ukur *Parking Stand 3*

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	31,3	24	13,5	124,2	20,7
2	22,2	20,5	12,7		

Dari data tabel 4.4 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.3 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 total &= 31,3 + 24 + 13,5 + 22,2 + 20,5 + 12,7 \\
 &= 124,2 \text{ lux}/6 \\
 &= 20,7 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dianalisa bahwa untuk *Parking Stand 3* didapatkan hasil 20,7 lux. Hasil perhitungan

tersebut sudah diatas standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand 3* sudah layak dan sesuai dengan peraturan.

4. *Parking Stand 4*

Berdasarkan pengukuran yang telah di lakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel 4.5 Ukur Parking stand 4

Tabel 4. 5 Data Ukur *Parking Stand 4*

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	32,7	35,2	14,8	148,7	24,95
2	14,4	39,4	13,2		

Dari data tabel 4.5 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.4 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 total &= 32,7 + 35,2 + 14,8 + 14,4 + 39,4 + 13,2 \\
 &= 148,7 \text{ lux}/6 \\
 &= 24,95 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dianalisa bahwa untuk *Parking Stand 4* didapatkan hasil 24,95 lux. Hasil perhitungan tersebut sudah diatas standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand 4* sudah layak dan sesuai dengan peraturan.

5. *Parking Stand 5*

Berdasarkan pengukuran yang telah di lakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel 4.6 Ukur Parking stand 5

Tabel 4. 6 Data Ukur *Parking Stand 5*

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	29,6	20,7	10,6	95,4	15,9
2	11,7	9,7	13,1		

Dari data tabel 4.6 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.5 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total} &= 29,6 + 20,7 + 10,6 + 11,7 + 9,7 + 13,1 \\
 &= 95,4 \text{ lux}/6 \\
 &= 15,9 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa untuk *Parking Stand 5* didapatkan hasil 15,9 lux. Hasil perhitungan tersebut masih dibawah standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand 5* belum layak dan sesuai dengan peraturan. Menurut Analisa penulis bahwa nilai hasil pengukuran dan perhitungan yang kecil disebabkan karena adanya halangan dari bangunan garbarata atau aviobridge sehingga menyebabkan terjadinya bayangan di area parkir pesawat. Nilai ukur bisa dilihat dari tabel pengukuran *Parking Stand 5* dengan titik ukur kedua.

6. *Parking Stand 6*

Berdasarkan pengukuran yang telah di lakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel 4.7 Data Ukur *Parking stand 6*.

Tabel 4. 7 Data Ukur *Parking Stand 6*

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	27,5	20,7	12,2	95,9	16
2	11,4	12,2	11,9		

Dari data tabel 4.7 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.6 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total} &= 27,5 + 20,7 + 12,2 + 11,4 + 12,2 + 11,9 \\ &= 95,9 \text{ lux/6} \\ &= 16 \text{ lux} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa untuk *Parking Stand 6* didapatkan hasil 16 lux. Hasil perhitungan tersebut masih dibawah standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand 6* belum layak dan sesuai dengan peraturan. Menurut Analisa penulis bahwa nilai hasil pengukuran dan perhitungan yang kecil disebabkan karena adanya halangan dari bangunan garbarata atau aviobridge sehingga menyebabkan terjadinya bayangan di area parkir pesawat. Nilai ukur bisa dilihat dari tabel pengukuran *Parking Stand 6* dengan titik ukur kedua.

7. *Parking Stand 7*

Berdasarkan pengukuran yang telah di lakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel 4.8 Data Ukur *Parking stand 7*

Tabel 4. 8 Data Ukur *Parking Stand 7*

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
	1	21,2	15,7		
2	18,8	20,3	12,5		

Dari data tabel 4.8 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.7 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{total} &= 21,2 + 15,7 + 14,5 + 18,8 + 20,3 + 12,5 \\ &= 103 \text{ lux/6} \\ &= 17,1 \text{ lux} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa untuk *Parking Stand 7* didapatkan hasil 17,1 lux. Hasil perhitungan tersebut masih dibawah standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand 7* belum layak dan sesuai dengan peraturan. Menurut Analisa penulis bahwa nilai hasil pengukuran dan perhitungan yang kecil disebabkan karena adanya halangan dari bangunan garbarata atau aviobridge sehingga menyebabkan terjadinya bayangan di area parkir pesawat.

8. *Parking Stand 8*

Berdasarkan pengukuran yang telah di lakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel 4.9 Data Ukur *Parking stand 8*

Tabel 4. 9 Data Ukur *Parking Stand 8*

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	26,4	23,4	16,6	141,3	23,55
2	23,5	30,7	20,7		

Dari data tabel 4.9 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.8 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Total &= 26,4 + 23,4 + 16,6 + 23,5 + 30,7 + 20,7 \\
 &= 141,3 \text{ lux}/6 \\
 &= 23,55 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dapat dianalisa bahwa untuk *Parking Stand 8* didapatkan hasil 23,55 lux. Hasil perhitungan tersebut sudah diatas standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand 8* sudah layak dan sesuai dengan peraturan.

9. *Parking Stand 9*

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel 4.10 Data Ukur Parking stand 9

Tabel 4. 10 Data Ukur *Parking Stand 9*

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	20,7	20,3	9,7	81,4	13,5
2	15,5	12	9,5		

Dari data tabel 4.10 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.9 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} total &= 20,7 + 20,3 + 9,7 + 15,5 + 12 + 9,5 \\ &= 81,4 \text{ lux/6} \\ &= 13,5 \text{ lux} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa untuk *Parking Stand 9* didapatkan hasil 13,5 lux. Hasil perhitungan tersebut masih dibawah standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand 9* belum layak dan sesuai dengan peraturan. Menurut Analisa bahwa nilai hasil pengukuran dan perhitungan yang kecil disebabkan karena posisi lampu pada tiang *floodlight* nomor 9 menghadap kearah *Parking Stand 8*, ini terjadi karena kesalahan awal pemasangan tiang hexagonal dan juga ada satu titik lampu yang padam. Nilai ukur bisa dilihat dari tabel pengukuran *Parking Stand 9* dengan titik ukur kedua.

10. *Parking Stand 10*

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel 4.11 Data Ukur Parking stand 10

Tabel 4. 11 Data Ukur *Parking Stand* 10

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	20	13	11,3	76,8	12,8
2	14,7	7,3	10,5		

Dari data tabel 4.11 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.10 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 total &= 20 + 13 + 11,3 + 14,7 + 7,3 + 10,5 \\
 &= 76,8 \text{ lux}/6 \\
 &= 12,8 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa untuk *Parking Stand* 10 didapatkan hasil 12,8 lux. Hasil perhitungan tersebut masih dibawah standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand* 10 belum layak dan sesuai dengan peraturan. Menurut Analisa bahwa nilai hasil pengukuran dan perhitungan yang kecil disebabkan karena posisi sudut lampu pada tiang *floodlight* nomor 10 dan 11 terlalu menyorot kebawah, sehingga pancaran cahaya yang dihasilkan tidak merata kearah badan pesawat sampai ekor pesawat.

Berikut foto hasil temuan posisi lampu seperti di perlihatkan pada gambar 4.3 foto lampu Apron Floodlight tiang nomor 10 :



Gambar 4. 3 Foto lampu *Floodlight* tiang nomor 10
(Sumber : Dokumentasi Pribadi 2023)

11. *Parking Stand 11*

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel 4.12 Data Ukur *Parking stand 11*.

Tabel 4. 12 Data Ukur *Parking Stand 11*

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	25,6	8,4	6,9	73,9	12,3
2	17,6	9,8	5,6		

Dari data tabel 4.12 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.11 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 total &= 25,6 + 8,4 + 6,9 + 17,6 + 9,8 + 5,6 \\
 &= 73,9 \text{ lux}/6 \\
 &= 12,3 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa untuk *Parking Stand 11* didapatkan hasil 12,3 lux. Hasil perhitungan tersebut masih dibawah standar dari ANNEX 14 yaitu minimum

20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand*11 belum layak dan sesuai dengan peraturan. Menurut Analisa penulis bahwa nilai hasil pengukuran dan perhitungan yang kecil disebabkan karena posisi sudut lampu pada tiang *floodlight* nomor 11 dan 12 terlalu menyorot kebawah, sehingga pancaran cahaya yang dihasilkan tidak merata kearah badan pesawat sampai ekor pesawat.

12. *Parking Stand* 12

Berdasarkan pengukuran yang telah di lakukan menggunakan Luxmeter Digital memperoleh hasil seperti di tabel 4.13 Data Ukur *Parking stand* 12.

Tabel 4. 13 Data Ukur *Parking Stand* 12

Titik ukur	hasil pengukuran			total	rata rata intensitas
1	19,2	17,6	5,7	93,2	15,5
2	36,7	12,6	7,1		

Dari data tabel 4.13 dapat dihitung Persamaan Seperti di Rumus 4.12 Persamaan Perhitungan dengan Data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Total &= 19,2 + 17,6 + 5,7 + 36,7 + 12,6 + 7,1 \\
 &= 93,2 \text{ lux/6} \\
 &= 15,5 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa untuk *Parking Stand* 12 didapatkan hasil 15,5 lux. Hasil perhitungan tersebut masih dibawah standar dari ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux sehingga intensitas cahaya untuk area *Parking Stand* 11 belum layak dan sesuai dengan peraturan. Menurut Analisa bahwa nilai hasil pengukuran dan perhitungan yang kecil disebabkan karena posisi sudut lampu pada tiang *floodlight* nomor 12 dan 13 terlalu menyorot kebawah, sehingga pancaran cahaya yang

dihasilkan tidak merata kearah badan pesawat sampai ekor pesawat.

4.3 Hasil Pembahasan

Berdasarkan permasalahan diatas dapat disimpulkan bahwa untuk *Parking Stand no.5,6,7,9,10,11* dan 12 memiliki nilai rata rata kuat pencahayaan dibawah standar ANNEX 14 yaitu minimum 20 lux. Untuk mengetahui beberapa lumen lampu untuk menerangi *Apron* dengan luas 72.522,25 m² maka factor utilisasi dari kedua jenis lampu tersebut adalah 0,53 sedangkan factor pemeliharaan untuk lampu SON T yaitu 0,79 dan lampu LED yaitu 0,96. Nilai tersebut berdasarkan factor ruangan (k), dimensi ruangan, warna lampu dan jenis lampu.

Untuk menghitung besarnya *utilization factor* (uF) maka digunakan 4.13 persamaan perhitungan utilization factor, sebagai berikut :

$$E = \frac{P \times L}{(P+L) \times H}$$

Dimana :

K= Factor ruangan

P = Panjang Area

L = lebar Area

H = Tinggi tiang

$$k = \frac{551,5 \times 131,5}{(551,5 \times 131,5) + 20}$$

$$k = 5,30$$

Dari data persamaan 4.13 dapat dihitung Persamaan Seperti di buat Tabel 4.14 Utilization Factor dengan Data sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Utilization Factor

ROOM INDEK (k)	REFLEKSI
0.6	0.27
0.8	0.32
1	0.36
1.25	0.4
1.5	0.42
2	0.46
2.25	0.48
2.5	0.49
3	0.51
4	0.52
5	0.53

Sumber : Muhaimin (2001) [1]

Sesuai dengan table *utilization factor* untuk nilai randemen 5,30 *utilization factornya* adalah sebesar 0,53 [8]. Jika dilihat dari data lampu *floodlight* pada tabel 3.4 terlihat bahwa terdapat 1 titik lampu *floodlight* yang mati, sehingga membuat pengukuran intensitas cahaya pada *floodlight* berkurang dan tidak sesuai dengan standar ICAO yaitu minimum 20 lux. Maka apabila semua lampu *floodlight* menyala dan lampu *floodlight* nomor 9 dan 10 di *Parking Stand* 9 menyala semua didapatkan:

Apabila dihitung melalui metode perhitungan kuat penerangan, maka didapatkan dengan persamaan :

a. lampu SON – T 1000 Watt

$$E = \frac{\phi \times N \times mF \times uF}{A}$$

Dimana:

E = intensitas penerangan/ iluminasi (lux)

N = Jumlah lampu

ϕ = fluks cahaya (lm)

mF = Faktor pemeliharaan

uF = Factor utilisasi

A = luas bidang (m²)

$$E = \frac{130000 \times 20 \times 0,79 \times 0,53}{72.522,25}$$

$$E = 15,01 \text{ lux}$$

b. Lampu LED 600 Watt

$$E = \frac{\phi \times N \times mF \times uF}{A}$$

Dimana :

E = intensitas penerangan/ iluminasi (lux)

N = Jumlah lampu

ϕ = fluks cahaya (lm)

mF = Faktor pemeliharaan

uF = Factor utilisasi

A = luas bidang (m²)

$$E = \frac{57000 \times 19 \times 0,79 \times 0,53}{72.522,25}$$

$$E = 6,25 \text{ lux}$$

Jadi total kuat pencahayaan yang di hasilkan dari metode perhitungan adalah :

$$\begin{aligned} E_{Total} &= E_{SON-T 1000 W} + E_{LED 600 W} \\ &= 15,01 \text{ lux} + 6,25 \text{ lux} = 21,26 \text{ lux} \end{aligned}$$

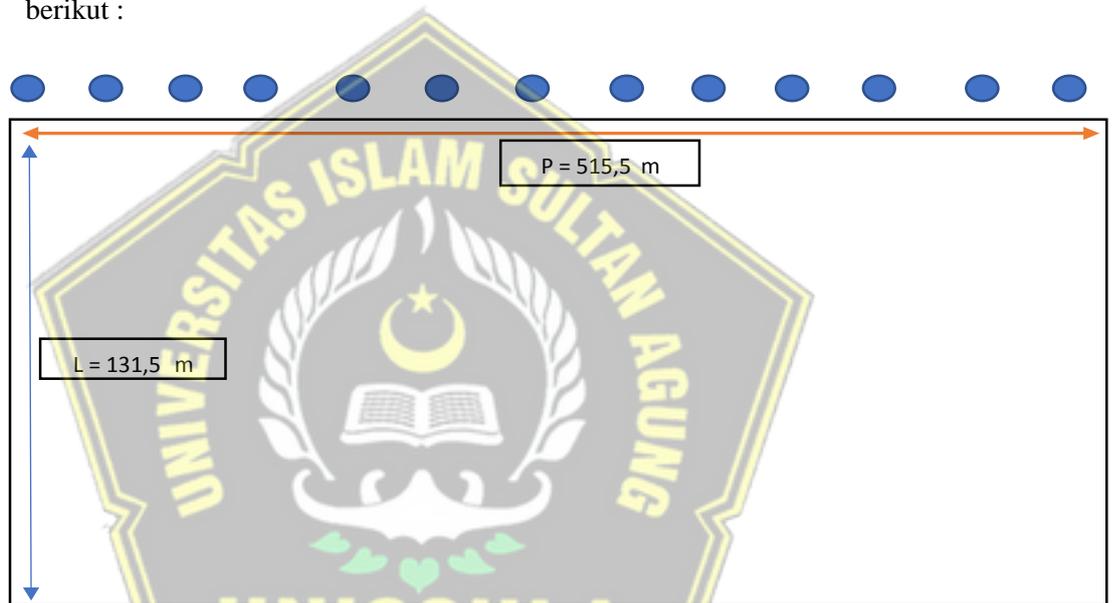
Hasil pengukuran kuat penerangan rata-rata untuk *Parking Stand* 5,6,7,9,10,11,12 yang masih dibawah standar ANNEX 14 VOL 1 yaitu minimum 20 lux ini dapat terjadi karena :

1. Adanya beberapa lampu *floodlight* yang mati
2. Perbedaan pengambilan ketinggian sensor cahaya kepermukaan daerah yang akan diukur kuat penerangannya.

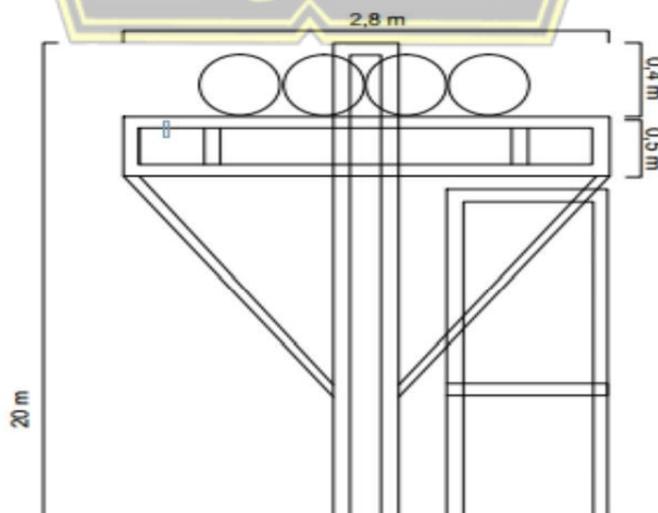
3. Pengaturan sudut lampu *floodlight* yang belum sesuai

Pengaturan sudut pada lampu *floodlight* berguna untuk memaksimalkan kuat penerangan yang rata pada titik-titik pancaran yang ditempatkan pada objek yang disinari sehingga pencahayaan *floodlight* merata keseluruh *apron*. Letak titik pancara ditentukan dengan cara sebagai berikut :

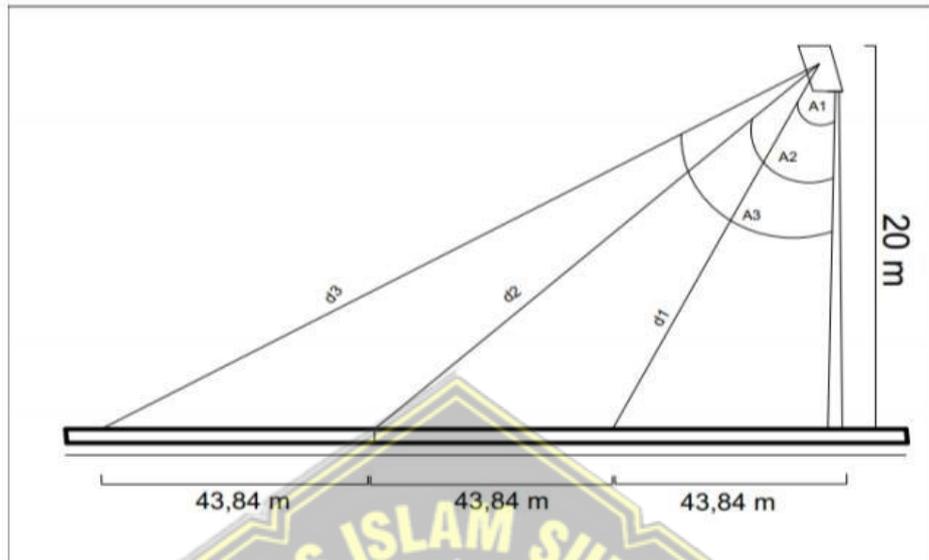
Luas *apron* Bandar Udara Ahmad Yani Semarang yaitu 72.522,25 m² . Dengan lebar *apron* 131,5 m dan panjang *apron* 515,5 m sehingga dapat menentukan titik pancaran deret lampu dari lebar *apron* yaitu Seperti pada Gambar 4. 4 Denah luas *Apron* Bandara Ahmad Yani Semarang, sebagai berikut :



Gambar 4. 4 Denah luas *Apron* Bandara Ahmad Yani Semarang



Gambar 4.5 Wiring Lampu *Floodlight*



Gambar 4.6 Titik Pancaran Cahaya

- Titik pertama
131,5 m dibagi 3 titik hasilnya 43,84 m sebagai titik pancaran pertama.
- Titik kedua
43,84 m ditambah dengan 43,84 m hasilnya 87,68 m sebagai titik pancaran kedua.
- Titik ketiga
87,68 m ditambah dengan 43,84 m hasilnya 131,5 m sebagai titik pancaran ketiga.

Setelah menentukan jatuhnya sinar, untuk menghitung d (sisi miring) atau jarak sumber cahaya terhadap titik yang akan disinari perlu terlebih dahulu diketahui letak sumber cahaya setiap deret tiang.

Menentukan nilai $D1$:

$$d1 = \sqrt{h^2 + r1^2}$$

$$d1 = \sqrt{20^2 + 43,84^2}$$

$$d1 = \sqrt{400 + 1921,9}$$

$$d1 = \sqrt{2321,9}$$

$$d1 = 48,18m$$

Menentukan nilai D2 :

$$d2 = \sqrt{h^2 + r2^2}$$

$$d2 = \sqrt{20^2 + 87,68^2}$$

$$d2 = \sqrt{400 + 7687,6}$$

$$d2 = \sqrt{8087,7}$$

$$d2 = 89,93m$$

Menentukan nilai D3 :

$$d3 = \sqrt{h^2 + r3^2}$$

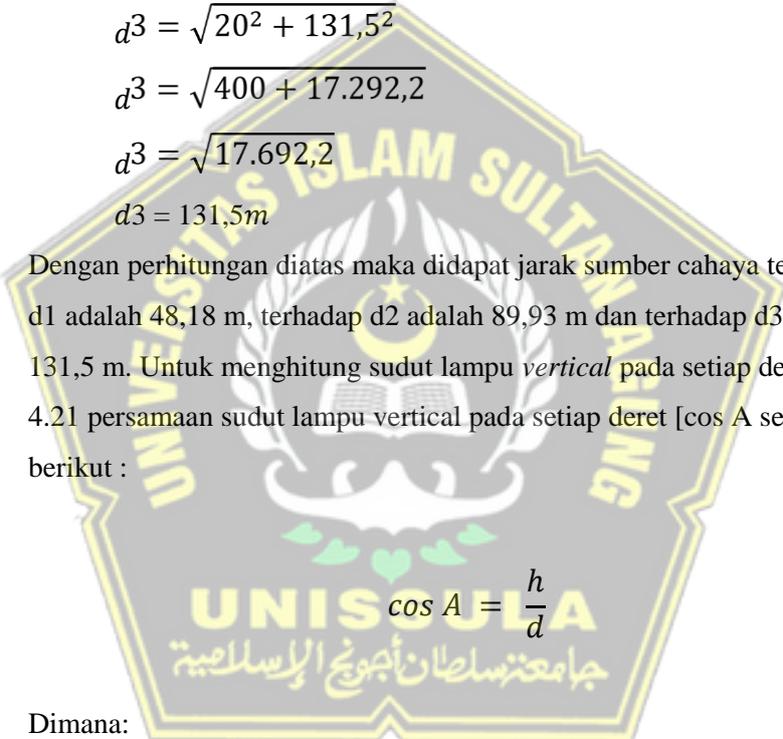
$$d3 = \sqrt{20^2 + 131,5^2}$$

$$d3 = \sqrt{400 + 17.292,2}$$

$$d3 = \sqrt{17.692,2}$$

$$d3 = 131,5m$$

Dengan perhitungan diatas maka didapat jarak sumber cahaya terhadap d1 adalah 48,18 m, terhadap d2 adalah 89,93 m dan terhadap d3 adalah 131,5 m. Untuk menghitung sudut lampu *vertical* pada setiap deret adalah 4.21 persamaan sudut lampu *vertical* pada setiap deret [cos A sebagai berikut :


$$\cos A = \frac{h}{d}$$

Dimana:

A = Sudut lampu *floodlight*

h = tinggi tiang lampu

d = jarak sumber cahaya

Menghitung nilai sudut lampu 1 :

$$\cos A1 = \frac{h}{d1}$$

$$\cos A1 = \frac{20}{48,18}$$

$$\cos A1 = 0,4151100041511$$

$$A1 = \cos^{-1} 0,4151100041511$$

$$A1 = 65,47^\circ$$

Menghitung nilai sudut lampu 2 :

$$\cos A2 = \frac{h}{d2}$$

$$\cos A2 = \frac{20}{89,93}$$

$$\cos A2 = 0,2223954$$

$$A2 = \cos^{-1} 0,2223954$$

$$A2 = 77,15^\circ$$

Menghitung nilai sudut lampu 3 :

$$\cos A3 = \frac{h}{L2}$$

$$\cos A3 = \frac{20}{131,5}$$

$$\cos A3 = 0,1520912548$$

$$A3 = \cos^{-1} 0,1520912548$$

$$A3 = 80,35^\circ$$

Dengan perhitungan diatas maka didapatkan sudut lampu 1 sebesar $65,47^\circ$, sudut lampu 2 sebesar $77,15^\circ$ dan sudut lampu 3 sebesar $80,35^\circ$.

Untuk mendapatkan pancaran sinar yang rata maka sudut horizontal perlu dihitung yaitu panjang *apron* 515,5 m dibagi 26 lampu yang sama didapatkan hasil 19,8 m, maka jatuhnya sinar 19,8 m dibagi 2 sama dengan 9,9 m dari tepi *apron*.

Untuk menentukan besar sudut horizontal lampu adalah :

1. Lampu baris kedua sisi kiri menghadap *apron*

$$L_1 = \sqrt{D_1^2 + R^2}$$

$$L_1 = \sqrt{48,18^2 + 9,9^2}$$

$$L_1 = \sqrt{2321,31 + 98,01}$$

$$L_1 = \sqrt{2419,321}$$

$$L_1 = 49,19 \text{ m}$$

$$\cos \theta_1 = \frac{D_1}{L_1}$$

$$\cos \theta_1 = \frac{48,18}{49,19}$$

$$\cos \theta_1 = 0,9879467371$$

$$\theta_1 = \cos^{-1} 0,9879467371$$

$$\theta_1 = 11,63^\circ$$

Dari Rumus 4.25 Persamaan Sudu lampu baris kedua sisi kiri [$\cos \theta_1$] perhitungan didapatkan hasil bahwa menghadap *apron* adalah $11,63^\circ$.

13. Lampu baris kedua sisi kanan menghadap *apron*

$$L_2 = \sqrt{D_2^2 + R^2}$$

$$L_2 = \sqrt{89,93^2 + 9,9^2}$$

$$L_2 = \sqrt{8087,40 + 98,01}$$

$$L_2 = \sqrt{8185,41}$$

$$L_2 = 90,47 \text{ m}$$

$$\cos \theta_2 = \frac{D_2}{L_2}$$

$$\cos \theta_2 = \frac{89,93}{90,47}$$

$$\cos \theta_2 = 0,99403117$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} 0,99403117$$

$$\theta_2 = 6,26^\circ$$

Dari perhitungan didapatkan hasil bahwa sudut lampu baris kedua sisi kiri menghadap *apron* adalah $6,26^\circ$.

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai sudut lampu baris kedua sisi kiri menghadap *apron* yaitu $11,63^\circ$ dan lampu baris kedua sisi kanan menghadap *apron* yaitu $6,26^\circ$ sedangkan untuk lampu baris pertama sudutnya 0° dikarenakan posisi lampu berjumlah satu dan berada ditengah menghadap lurus kedepan *apron*.

4.4 Analisa Data

4.4.1 Catu Daya Powersupply Apron Floodlight

Untuk memberikan catu daya pada *floodlight*, maka catu dayanya diambil dari panel terdekat menggunakan sistem bawah tanah dan sistem instalasi di dalam pipa pelindung untuk kelampunya. Dari 13 tiang lampu *floodlight* terbagi dua tarikan kabel power utama dari LVMDP ke arah panel SDP *Floodlight* yaitu tiang nomor 1 sampai 6 dan tiang nomor 7 sampai 13 menggunakan kabel berjenis NYY dengan ukuran 4x35mm. tiap tiap percabangan antar tiang menggunakan kabel berjenis NYY dengan ukuran 4x35mm sedangkan untuk kearah lampu dari panel SDP *floodlight* menggunakan penghantar berjenis NYM dengan ukuran 3x2,5mm.

4.4.1 Pengaman MCB

Pada setiap instalasi listrik selalu diperlukan pengaman lebur terhadap arus hubungan singkat. Untuk menentukan besarnya pengaman lebur pada tiap – tiap percabangan adalah sebagai berikut :

a. Tiang nomor 1, 12 dan 13

Pada tiang ini total dipasang 9 buah lampu sorotLED 600 watt dan 6 buah lampu sorotLED 100 watt dengan masing masing tiang berjumlah 3 buah lampu SorotLED 600 watt dan 2 buah

Lampu SorotLED 100watt maka pengaman Leburnya adalah

:

- Phasa R

Lampu terdiri dari 1 buah lampu SorotLED 600 watt

$$P = 600 \text{ watt}$$

$$v = 220 \text{ v}$$

$$\cos \emptyset = 0,8$$

Maka :

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

$$I = \frac{600 \text{ watt}}{220 \times 0,8}$$

$$I = 3,4 \text{ A}$$

Pengeman lebur untuk ukuran 3,4 A tidak ada maka ukuran yang sesuai diambil 10 A. berarti KHA 125% x I = Kuat

Harus Antar

$$125\% \times 3,4 \text{ A} = 425 \text{ KHA}$$

- Phasa S

Lampu terdiri dari 1 buah lampu SorotLED 600 watt, 2 buah lampu

SorotLED 100 watt

$$P = 800 \text{ watt}$$

$$V = 220 \text{ v}$$

$$\cos \emptyset = 0,8$$

Maka :

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

$$I = \frac{800 \text{ watt}}{220 \times 0,8}$$

$$I = 4,5 \text{ A}$$

Pengaman Lebur untuk ukuran 4,5 A tidak ada maka ukuran yang sesuai diambil 10 A.

berarti KHA $125\% \times I = \text{Kuat Harus Antar}$

$$125\% \times 4,5 \text{ A} = 562,5 \text{ KHA}$$

- Phasa T

Lampu terdiri dari 1 buah lampu sorotLED 600 watt

$$P = 600 \text{ watt}$$

$$v = 220 \text{ v}$$

$$\cos \phi = 0,8$$

Maka :

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

$$I = \frac{600 \text{ Watt}}{220 \times 0,8}$$

$$I = 3,4 \text{ A}$$

Pengaman lebur untuk ukuran 3,4 A tidak ada maka ukuran yang sesuai diambil 10 A.

berarti KHA $125\% \times I = \text{Kuat Harus Antar}$

$$125\% \times 3,4 \text{ A} = 425 \text{ KHA}$$

b. Tiang nomor 2 sampai 11

Pada tiang ini total dipasang 20 buah lampu SON T 1000 watt, 10 buah sorotLED 600 watt dan 20 buah lampu SorotLED 100 watt dengan masing masing tiang berjumlah 2 buah lampu SON T 1000 watt, 1 buah lampu SorotLED 600 watt dan 2 Buah lampu SorotLED 100 Watt.

Maka pengaman lebarnya adalah:

- Phasa R

Terdiri dari 1 buah lampu SON T 1000 watt

$$P = 1000 \text{ watt}$$

$$v = 220 \text{ v}$$

$$\cos \phi = 0,8$$

Maka berdasarkan perhitungan Persamaan :

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

$$I = \frac{1000 \text{ Watt}}{220 \times 0,8}$$

$$I = 5,6 \text{ A}$$

Pengaman lebur untuk ukuran 5,6 A tidak ada maka ukuran yang sesuai diambil 10 A.

berarti KHA 125% x I = Kuat Harus Antar

$$125\% \times 5,6 \text{ A} = 700$$

- Phasa S

Lampu terdiri dari 1 buah lampu SorotLED 600 watt, 2 buah lampu

SorotLED 100 watt

$$P = 800 \text{ watt}$$

$$V = 220 \text{ v}$$

$$\cos \phi = 0,8$$

Maka :

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

$$I = \frac{800 \text{ Watt}}{220 \times 0,8}$$

$$I = 4,5 \text{ A}$$

Pengaman lebur untuk ukuran 4,5 A tidak ada maka ukuran yang sesuai diambil 10 A.

berarti KHA $125\% \times I = \text{Kuat Harus Antar}$
 $125\% \times 4,5 \text{ A} = 562,5$

• Phasa T

Terdiri dari 1 buah lampu SON T 1000 watt

$$P = 1000 \text{ watt}$$

$$v = 220 \text{ v}$$

$$\cos \phi = 0,8$$

Maka :

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

$$I = \frac{1000 \text{ Watt}}{220 \times 0,8}$$

$$I = 5,6 \text{ A}$$

Pengaman lebur untuk ukuran 4,5 A tidak ada maka ukuran yang sesuai diambil 10 A.

c. Pengaman MCB pada panel SDP

Ukuran pengaman MCB pada panel SDP ditentukan dari hasil penjumlahan arus per-phasanya di tiap-tiap tiang lampu.

Phasa R : 10 A

Phasa S : 10 A

Phasa T : 10 A

Dijumlahkan dan didapatkan hasil 30 A. pengaman MCB untuk ukuran 30 A tidak ada maka ukuran yang sesuai diambil 32 A.

Dari perhitungan dapat ditabelkan seperti tabel dibawah ini :

Tabel 4. 15 Hasil Pengukuran Pengaman Lebur Lampu Floodlight

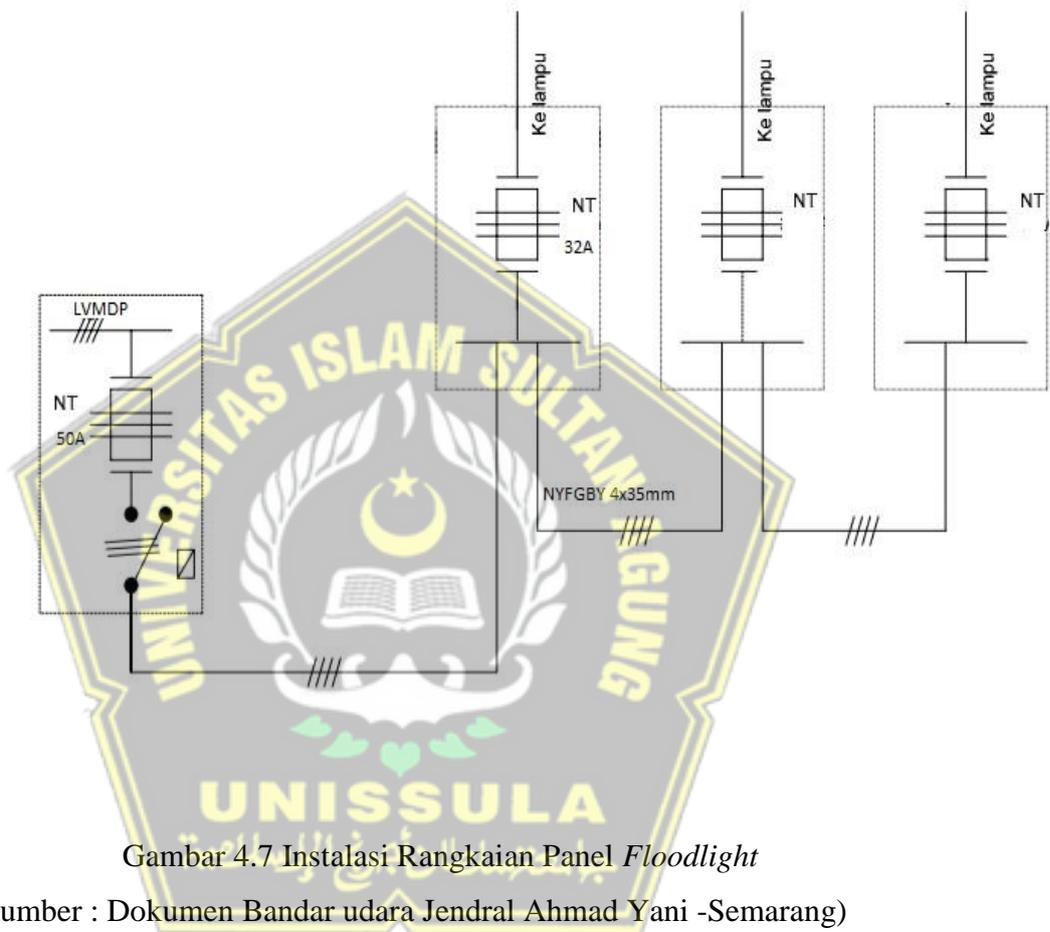
Tiang <i>Floodlight</i>	Phasa			Pembulatan
	R	S	T	
1	3,4 A	4,5 A	3,4 A	10 Ampere
2	5,6 A	4,5 A	5,6 A	10 Ampere
3	5,6 A	4,5 A	5,6 A	10 Ampere
4	5,6 A	4,5 A	5,6 A	10 Ampere
5	5,6 A	4,5 A	5,6 A	10 Ampere
6	5,6 A	4,5 A	5,6 A	10 Ampere
7	5,6 A	4,5 A	5,6 A	10 Ampere
8	5,6 A	4,5 A	5,6 A	10 Ampere
9	5,6 A	4,5 A	5,6 A	10 Ampere
10	5,6 A	4,5 A	5,6 A	10 Ampere
11	5,6 A	4,5 A	5,6 A	10 Ampere
12	3,4 A	4,5 A	3,4 A	10 Ampere
13	3,4 A	4,5 A	3,4 A	10 Ampere

Dari data pengukuran di table 4.15 dapat dievaluasi bahwa untuk tiang *floodlight* nomor 1, 12 dan 13 nilai ukurnya sama dikarenakan tiap tiang memiliki lampu yang sama yaitu lampu LED 600W berjumlah 3 titik dan Lampu LED 100W berjumlah 2 titik.

Tiang *floodlight* nomor 2 sampai 11 nilai ukurnya sama dikarenakan tiap tiang memiliki lampu yang sama yaitu lampu LED 600W berjumlah 1 titik Lampu LED 100W berjumlah 2 titik dan lampu SON T 1000W berjumlah 2 titik. Untuk pengaman lebur tiap phasa dibulatkan menjadi 10 A sesuai dengan nilai actual dilapangan. Untuk nilai cos phi didapatkan 0,8 sesuai dengan digital meter atau nilai parameter yang terbaca di panel SDP. Nilai tersebut terjadi karena peralatan listrik untuk penerangan *Apron Floodlight* bersifat

induksi *magnetic* seperti komponen ballast dan kontaktor maka menyebabkan timbulnya daya reaktif atau daya yang hilang.

Rangkaian panel *Floodlight* dapat dilihat seperti pada gambar 4.7 Instalasi Rangkaian Panel *Floodlight* seperti dibawah ini :



Gambar 4.7 Instalasi Rangkaian Panel *Floodlight*

(Sumber : Dokumen Bandar udara Jendral Ahmad Yani -Semarang)

Rangkaian diatas diketahui bahwa Sistemjaringan kabel secara paralel dari panel utama ke panel percabangan begitu seterusnya. Nilai pengaman pada panel LVMDP sebesar 50 A dan pengaman percabangan sebesar 32 A.

4.4.2 Backup Sumber Energi

Kondisi saat ini untuk *backup* listrik lampu *floodlight* dibantu oleh Genset, sedangkan pada saat proses docking malam hari keadaan

lampu harus menyala. Karena proses waktu *backup* yang dihasilkan dari genset sebesar 14 detik ini sedikit lama untuk proses docking sehingga perlu dilakukan rancangan *backup* sumber energi menggunakan UPS (uninteruble power supply). Penulis menyarankan lampu yang perlu *dibackup* UPS yaitu lampu LED 600W dikarenakan dayanya yang kecil dan kondisi Spare UPS yang memiliki daya kecil yaitu 60 kva. Permasalahan dapat diketahui dengan cara dijumlahkan semua lampu LED yang ada dan dihitung dayanya kemudian bisa dimasukkan kedalam rangkaian UPS.

Total lampu LED 19 buah

$$P = 600W \times 19$$

$$P = 11.400W$$

Diubah ke *Ampere* dengan rumus :

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{11.400 \text{ W}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 51,8A$$

Berdasarkan Perhitungan didapatkan :

$$S = \frac{I \times V}{1000}$$

$$S = \frac{51,8A \times 220V}{1000}$$

$$S = 11,44 \text{ kVA}$$

Perhitungan dapat diketahui bahwa nilai total daya lampu LED 600W sebesar 11,44 kVA apabila dimasukkan kedalam rangkaian UPS masih cukup untuk *backup* penerangan *floodlight* karena kapasitas UPS sebesar 60 kVA.



BAB V

PENUTUP

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Hasil dari Analisa tugas akhir dengan judul Analisa kelayakan Sistem pencahayaan lampu *Apron Floodlight* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kuat Pencahayaan Lampu *Floodlight* di bandara memiliki jumlah 20 lampu SON T 1000 watt, 20 lampu Sorot LED 100 watt dan 19 lampu Sorot LED 600 watt. Pengukuran rata rata intensitas cahaya pada *Apron* didapatkan hasil 18,5 Lux, nilai tersebut masih dibawah standar ICAO yaitu minimum 20 Lux sehingga terdapat selisih 1,5 LUX. Hal ini diakibatkan terdapat 3 buah lampu SON T yang mati, posisi sudut lampu belum sesuai dan pemasangan awal tiang hexagonal di tiang nomor 9 miring dan perhitungan rata rata kuat penerangan didapatkan hasil 21,26 Lux, nilai tersebut sudah diatas standar ICAO. Pengukuran sudut lampu secara *vertical* didapatkan hasil 65,77°, 77,15°, 80,35°. Sedangkan sudut *horizontal* didapatkan hasil 11,63°, 6,26°, 0°.
2. Rancangan yang dibuat sedemikian rupa, real di lapangan sudah sesuai di beberapa sisi sesuai dengan standart dengan ketentuan ANNEX 14 Aerodrome ,akan tetapi jika di Evaluasi dan Analisa lagi sehingga menjadi standart.
3. Sistem pencahayaan lampu *Floodlight* Building Operation WorkStation System (BOWS) atau biasa di sebut BAS (Building Automatic Sistem) sangat di perlukan dalam maintenance dan sebagai Monitoring peralatan dan system Remote I-O nya bekerja atau tidak .BOWS (BAS) yaitu kendali jarak jauh tanpa perlu menyalakan secara manual yang bertujuan untuk memonitoring dan sebagai kontrol kendali terhadap nyala lampu di area *Apron*. Sistem ini di kendalikan oleh Operator menggunakan computer ,baik di kendalikan secara manual maupun dikendalikan secara Auto Sehingga pemanfaatannya lebih efisien dan praktis.

4. Rancangan kabel sudah sesuai standart sebesar NYY 4 x 35 mm dan NYM 3 x 2,5 mm serta Apron floodlight juga di-Backup UPS diperuntukan untuk lampu LED 600W sebanyak 19 titik dan dihitung didapatkan hasil 11,44 kVA. Nilai tersebut masih cukup untuk dimasukan kedalam rangkaian UPS sebesar 60 kVA sehingga proses Docking saat terjadi pemadaman listrik tidak terganggu.dan juga dapat menghemat Tagihan PLN bulanan .

5.2 SARAN

1. Selalu melakukan *maintenance* secara rutin agar kinerja Lampu *Apron Floodlight* dan komponen pendukung lainnya bekerja secara optimal dan maksimal.Dilakukan penggantian lampu yang mati di tiang 9 dan pemasangan dudukan lampu sehingga cahaya yang dihasilkan lebih maksimal.
2. Dilakukan reposisi ulang sudut lampu *Floodlight* supaya cahaya yang dihasilkan lebih optimal dan efisien.
3. *Building Operation WorkStation System (BOWS)* didapati *Apron Floodlight* No, 10 – 11 – 12 dalam keadaan Rekondisi U/S unservisable alias tidak dapat di gunakan alias dalam perbaikan pihak Teknisi Elektronika Bandar Udara .
4. Dari permasalahan di lapangan secara real ada masalah di komunikasi tiang no. 10 – 11 – 12 sehingga permasalahan ini saya angkat sebagai Laporan Tugas Akhir ,Semoga segera di pebaiki kedepannya
5. Saran agar di buatkan Aplikasi yang bisa di koneksikan dengan Software bukan hanya Apron Floodlight nya saja akan tetapi dengan Lampu-lampu Terminal bandar udara dapat terkoneksi di Aplikasi tersebut di Handphone,Tablet ataupun Laptop(Komputer jinjing).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ICAO, "Annex 14 , Aerodrome Design and Operation-Volume 1 - Eight Edition," 2018.
- [2] A. A. Bartsev, "Apron Lighting Design Including Aircraft Shadows," *Light Eng.*, vol. 10, no. 2, pp. 15–18, 2002.
- [3] Huzeirien and M. E. Dahlan, "Analisia Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Apron Banda Udara Sultan Thaha Syaifuddin Jambi," vol. 2, 2017.
- [4] N. Lenchner, "HEATING, COOLING, LIGHTING Sustainable Design Methods for Architects," vol. 4, 2015.
- [5] P. SNI, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)," 2011.
- [6] Guntur and G. M. Putro, "Analisis Intensitas Cahaya Pada Area Produksi Terhadap Keselamatan Dan Kenyamanan Kerja Sesuai Dengan Standar Pencahayaan (Studi Kasus Di PT. Lendis Cipta Media Jaya)," 2016.
- [7] V. Harten and Setiawan, "Instalasi Listrik Arus Kuat 2," 1980.
- [8] Wiharyono, "Manajemen Teknik Bandar Udara," 2001.

