



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS HARMONIK ARUS LED
PADA AIRFIELD LIGHTING SYSTEM RUNWAY 07R-25L
DI BANDARA SOEKARNO-HATTA**

TESIS

**ASEP SAMANHUDI
1909511012**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK
AGUSTUS 2021**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS HARMONIK ARUS *LED*
PADA *AIRFIELD LIGHTING SYSTEM RUNWAY 07R-25L*
DI BANDARA SOEKARNO-HATTA**

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Mencapai Derajat Magister Terapan dalam Bidang Rekayasa Tenaga Listrik

**ASEP SAMANHUDI
1909511012**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK
AGUSTUS 2021**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di Politeknik Negeri Jakarta.

Jika di kemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang diajukan oleh Politeknik Negeri Jakarta kepada saya.

Depok, 10 Agustus 2021

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Asep Samanhudi
NIM : 1909511012



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya susun ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Asep Samanhudi

NIM : 1909511012

Tanda Tangan :

Tanggal : 10 Agustus 2021

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini yang diajukan oleh:

Nama : Asep Samanhuri
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro
Judul : Analisis Harmonik Arus *LED* pada *Airfield Lighting System Runway 07R-25L* di Bandara Soekarno-Hatta

Telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang Tesis pada hari Selasa, tanggal 10 Agustus tahun 2021 dan dinyatakan LULUS untuk memperoleh Derajat Gelar Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.

Pembimbing I : **Dr. Isdawimah, S.T., M.T.** ()

Pembimbing II: **Ir. Drs. Asrizal Tatang, M.T.** ()

Penguji I : **Dr. Drs. A. Tossin Alamsyah, S.T., M.T.** ()

Penguji II : **Drs. Kusnadi, S.T., M.Si.** ()

Penguji III : **A. Damar Aji, S.T., M.Kom** ()

Depok, 10 Agustus 2021

Disahkan oleh
Kepala Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta


Dr. Drs. Supriatnoko, M.Hum
NIP. 196201291988111001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala Puji syukur atas rahmat dan ridho Allah SWT yang telah memberikan hidayah kepada kita sehingga dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “Analisis Harmonik Arus *LED* pada *Airfield Lighting System Runway 07R-25L* di Bandara Soekarno-Hatta”.

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Terapan (M.Tr.) dalam bidang Rekayasa Tenaga Listrik Politeknik Negeri Jakarta.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

1. Ibu Dr. Isdawimah., S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S2 Terapan Teknik Elektro dan sebagai dosen pembimbing I.
2. Bapak Ir. Drs. Asrizal Tatang, M.T. selaku pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam menyusun laporan tesis ini.
3. Segenap Dosen dan Staff Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro atas kontribusinya baik secara langsung, maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu selama penyusunan laporan tesis ini.
4. Rekan-rekan program studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta angkatan ketiga.
5. Orang tua Memed Muhamad, Ibu Nunung Karyati, Istri Ari Agustin Dwi Puspita dan anak anak tercinta, yang selalu memberikan motivasi dukungan dan do’a yang tidak ada henti-hentinya.

Hasil penelitian ini tentu masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan masukan yang dapat memperkaya khazanah keilmuan di dalam laporan tesis ini.

Semoga laporan ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan masyarakat pada umumnya, karna sebaik baiknya ilmu adalah ilmu yang bermanfaat bagi orang lain.

Depok, 10 Agustus 2021



Asep Samanhudi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asep Samanhudi
NIM : 1909511012
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro
Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Harmonik Arus *LED* pada *Airfield Lighting System Runway 07R-25L* Di Bandara Soekarno-Hatta.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan)*. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 10 Agustus 2021

Yang menyatakan

Asep Samanhudi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Harmonik merupakan suatu fenomena yang timbul akibat adanya penggunaan beban non linear pada sistem tenaga listrik. Masalah harmonik dalam sistem tenaga listrik semakin kompleks dengan bertambahnya penggunaan peralatan non linear (misal : lampu LED), dimana peralatan ini menghasilkan harmonik pada gelombang tegangan dan arus. Pada Tesis ini dilakukan pengukuran harmonik dengan menggunakan alat ukur Power Analyzer. Pengukuran diambil pada Airfield Lighting System yang menggunakan lampu LED . Hasil pengukuran menunjukkan arus harmonik yang ditimbulkan oleh lampu LED melebihi standar harmonik yang berlaku yakni sebesar 34,66 %. Harmonik arus akan mengakibatkan distorsi bentuk gelombang sehingga tidak berbentuk sinusoidal murni lagi. Hal ini sangat mengganggu bagi peralatan listrik yang didesain beroperasi pada gelombang sinusoidal. Akibatnya banyak kerugian yang akan diterima, di antaranya peralatan listrik menjadi lebih cepat panas sehingga dapat terjadi kegagalan isolasi yang berujung pada kerusakan atau makin pendek umur dari peralatan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui harmonik serta dapat menganalisis arus dan tegangan harmonik, dan menghitung *Total Harmonic Distortion* (THD). Dengan menambahkan filter pasif single tuned menggunakan simulasi perangkat lunak ETAP 12.6, yang ditimbulkan oleh lampu LED, maka total arus harmonik (ITHD) dapat diredam dari sebelumnya sebesar 34,66 % menjadi sekian 00,00 % dan sudah sesuai standar. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan menjadi dasar penggunaan kompensasi arus harmonik, khususnya untuk penggunaan beban-beban listrik non linear di bandar udara..

Kata kunci : *Airport Lighting System*, ITHD, Harmonik Arus, *Runway*, Filter Pasif



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

Harmonics is a phenomenon due to the use of non-linear loads in the electric power system. Harmonic problems in electric power systems are increasingly complex with the increasing use of non-linear equipment (eg LED lamps), where this equipment produces harmonics in voltage and current waves. In this thesis, harmonic measurements are carried out using a Power Analyzer measuring instrument. Measurements were taken on the Airfield Lighting System which uses LED lights. The measurement results show that the harmonic current generated by the LED lamp exceeds the applicable harmonic standard by 34,66 %. Harmonic currents will cause waveform distortion so that it is no longer pure sinusoidal. This is very disturbing for electrical equipment that is designed to operate on a sinusoidal wave. As a result, many losses will be received, including electrical equipment that heats up faster so that insulation failure can occur which can lead to damage or shorten the life of the equipment. This study aims to determine harmonics and can analyze harmonic currents and voltages, and calculate Total Harmonic Distortion (THD). By adding a single tuned passive filter using the ETAP 12.6 software simulation, which is generated by the LED lamp, the total harmonic current (ITHD) can be reduced from the previous 34,66 % to a few 00,00 % and is in accordance with the standard. This research is expected to be baseline for the use of harmonic current compensation and mitigation, especially for the use of non-linear electrical loads at airports.

Keywords : Airport Lighting System, ITHD, Harmonic Current, *Runway*, Passive Filter



DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Halaman Judul.....	ii
Halaman Pernyataan Bebas Plagiarisme.....	iii
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	iv
Halaman Pengesahan	v
Kata Pengantar	vi
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tesis untuk Kepentingan Akademik.....	viii
Abstrak.....	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran.....	xv
Halaman Simbol dan Singkatan	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permusan masalah	3
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penyajian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Standardisasi Penerangan <i>Aerodrome</i>	5
2.2 Lampu Penerangan <i>Approach</i>	6
2.3 Lampu Tepi <i>Runway (Runway Edge)</i>	8
2.4 Rangkaian Listrik.....	9
2.5 Lampu <i>LED</i>	10
2.6 Filter Aktif.....	11
2.7 Harmonisa	12
2.8 CCR (<i>Constant Current Regulator</i>)	15

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Ruang Lingkup Penelitian.....	17
3.1.1 Deskripsi yang Akan dibahas	17
3.1.2 Cara Kerja Peralatan AFL	19
3.2 Spesifikasi Alat.....	20
3.2.1 MCR 3	20
3.2.2 Kabel Primer C-XLPE.....	23
3.2.3 Isolating Transformer.....	24
3.2.4 Lampu Runway Type LED	24
3.2.5 Lampu Approach Type LED	26
3.2.6 Power Quality.....	28
3.3 Skematik Pengujian.....	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Deskripsi Pengujian	31
4.2 Data Hasil Pengukuran	33
4.3 Standard IEE harmonik.....	35
4.4 Analisis Arus Harmonik.....	36
4.5 Analisis Tegangan Harmonik.....	39
4.6 Rasio Hubung Singkat.....	41
4.7 Filter Pasif	42
4.8 ETAP (<i>Electric Transient and Analysis Program</i>).....	44
4.9 Analisis Daya	45
4.10 Analisis Aspek Ekonomi.....	46



© Hak Cipta Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR V SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpuln	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	50





DAFTAR TABEL

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 2. 1	Klasifikasi <i>Aeronautical Light</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 2	<i>Voltage Distortion Limits</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 3	<i>Current Distortion Limits</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 1	Teknikal data MCR III	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2	Nilai <i>Output Circuit</i> MCR III.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3	<i>Tap Setting Brightness</i> pada CCR	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1	Data CCR yang Terpasang di <i>Substation T3</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2	Data Hasil Pengukuran <i>Power Quality</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3	Data Pengukuran Arus dan THD Arus.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4	Data Pengukuran Spektrum Harmonik Arus.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5	Orde Harmonik.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6	Data Pengukuran Tegangan dan THD Tegangan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7	Data Pengukuran Spektrum Harmonik Tegangan.....	40
Tabel 4. 8	Orde Harmonisa	40
Tabel 4. 9	Maksimum Harmonik Arus.....	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Konfigurasi PALS CAT I	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2	Konfigurasi PALS CAT II.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3	Filter Aktif	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4	Filter Aktif	12
Gambar 2. 5	Harmonisa.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6	<i>Constant Current Regulator</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1	Layout Bandara Soekarno	
Hak Cipta		Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2	Sistem Dasar Kelistrikan <i>AirField Lighting</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3	Sistem AFL Secara Tiga Sirkuit.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4	Rangkaian AFL dalam Satu Sirkuit.....	Error! Bookmark not defined. 19
Gambar 3. 5	Rangkaian AFL dengan Bagian Alat yang Terpasang	20
Gambar 3. 6	CCR Type MCR III ADB.....	Error! Bookmark not defined. 1
Gambar 3. 7	<i>Primary Cable Type C-XLPE</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 8	<i>Isolating Transformer</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9	<i>Elevated Runway Edge</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 10	Posisi Lampu <i>Runway Edge</i>	Error! Bookmark not defined. 6
Gambar 3. 11	Lampu <i>Approach Tipe LED</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 12	<i>Wiring Lampu Approach</i>	Error! Bookmark not defined. 7
Gambar 3. 13	Tampilan di Lapangan Lampu <i>Approach</i>	Error! Bookmark not defined. 7
Gambar 3. 14	Alat Ukur <i>Power Quality</i>	Error! Bookmark not defined. 8
Gambar 3. 15	Blok Diagram Pengukuran <i>Power Quality</i>	Error! Bookmark not defined. 9
Gambar 3. 16	Blok Diagram Penelitian	30
Gambar 4. 1	Cara Pemasangan <i>Power Quality</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2	Aktual Cara Pemasangan <i>Power Quality</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3	Standar Harmonisa Tegangan Berdasarkan IEEE	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4	Standar Harmonisa Arus Berdasarkan IEEE	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5	Rangkaian Filter Pasif <i>Single Tuned</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6	Tampilan Single Line Diagram ETAP 12.6 sebelum dipasang filter Pasif.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 7	Tampilan <i>Single Line Diagram</i> ETAP 12.6 sesudah dipasang Filter Pasif.....	Error! Bookmark not defined.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Peralatan Lampu di <i>Runway</i> Selatan.....	50
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian dari PNJ.....	55
Lampiran 3 Surat Konfirmasi Izin Penelitian.....	56
Lampiran 4 Spesifikasi Lampu LED <i>Approach</i>	57
Lampiran 5 Spesifikasi Lampu LED <i>LERE</i>	60
Lampiran 6 <i>Ecosin Passive</i> Harmonik.....	64
Lampiran 7 Data Pengukuran <i>Power Quality Meter</i>	65

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN SIMBOL DAN SINGKATAN

AFL	<i>Air Field Lighting</i>
CCR	<i>Constant Current Regulator</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organisation</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
LED	<i>Light Emiting Diode</i>
MCR	<i>Micropocessor Current Regulator</i>
PALS	<i>Precision Approach Light System</i>
PAPI	<i>Precision Approach Path Indicator</i>
SQFL	<i>Sequance Flashing</i>
TCR	<i>Thyristor Current Regulator</i>
THD	<i>Total Harmonik Distortion</i>



BAB I PENDAHULUAN

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.1 Latar Belakang

Di bandar udara terdapat peralatan-peralatan *airport lighting system* yang digunakan sebagai alat bantu visual berfungsi membantu dan melayani pesawat udara yang melakukan pendaratan, mendarat, dan melakukan pergerakan agar dapat beroperasi pada cuaca yang kurang baik dan malam hari. Adapun fasilitas – fasilitas yang terdapat pada *airport lighting system* adalah sebagai berikut : *Runway Center Light, Runway Edge Light, Threshold Light, Runway End Light, Approach Light, Sequence Flashing Light (SQFL), Precision Approach Path Indicator (PAPI), Taxiway Light, Wind Direction Indicator, Taxiway Edge Light, Runway Guard Light, Isolating Transformer, Constant Current Regulator, UPS (Uninterruptible Power supply)*, peralatan sekarang untuk menghemat daya listrik dipasang dengan menggunakan lampu *LED*, adapun lampu *airport lighting* yang dipasang diantaranya lampu *approach*, lampu *runway* dan lampu *taxiway*. Tapi kita ketahui bahwa lampu *LED* termasuk beban non linear yang menghasilkan harmonik.

Lampu *LED* merupakan sirkuit semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika dialiri listrik. Sifatnya berbeda dengan filamen yang harus dipijarkan (dibakar) atau lampu TL yang merupakan pijaran partikel. Lampu *LED* memancarkan cahaya lewat aliran listrik yang relatif tidak menghasilkan banyak panas. Karena itu lampu *LED* terasa dingin saat dipakai karena tidak menambah panas ruangan seperti lampu pijar. Lampu *LED* juga memiliki warna sinar yang beragam, yaitu putih, kuning, dan warna-warna lainnya. Penggunaan lampu *LED* sebagai lampu hemat energi membuat penggunaan lampu hemat energi di masyarakat semakin luas, sehingga banyak perusahaan industri lampu penerangan berinovasi dan mengembangkan lampu hemat energi. Setiap merk lampu hemat energi memiliki kualitas yang berbeda sehingga berbeda pula tingkat harmonisa yang dihasilkan oleh lampu-lampu tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian mengenai karakteristik distorsi harmonisa dari beberapa merk lampu *LED* yang dapat menimbulkan gangguan sistem kelistrikan.

Harmonik merupakan suatu fenomena yang timbul akibat adanya penggunaan beban non linear pada sistem tenaga listrik. Masalah harmonik dalam sistem tenaga listrik semakin



kompleks dengan bertambahnya penggunaan peralatan non linear (misal : lampu *LED*). Harmonik arus akan mengakibatkan distorsi bentuk gelombang sehingga tidak berbentuk sinusoidal murni lagi. Hal ini sangat mengganggu bagi peralatan listrik yang didesain beroperasi pada gelombang sinusoidal. Akibatnya banyak kerugian yang akan diterima, di antaranya peralatan listrik menjadi lebih cepat panas sehingga dapat terjadi kegagalan isolasi yang berujung pada kerusakan atau makin pendek umur dari peralatan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui harmonik serta dapat menganalisis arus dan tegangan harmonik, menghitung *Total Harmonik Distortion (THD)*. Dengan pemasangan lampu *LED* di sisi udara bandara juga mengakibatkan timbulnya harmonik yang dapat mengganggu kualitas daya, sehingga dapat kita analisa harmonik tersebut dengan meneliti permasalahan.

Ada beberapa hal yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu mengidentifikasi distorsi harmonik pada beban *Airport Lighting System* dengan menggunakan alat ukur *power analyzer* yang akan dilakukan di lapangan. Dari hasil pengukuran tersebut akan dianalisa kandungan harmonisa terhadap kerugian daya listrik. Kandungan tersebut masih masuk dalam standar pada peralatan atau tidak dan jika tidak maka harus dicari cara perbaikan pada harmonisa tersebut. Dalam penelitian ini ada yang sudah mengukur harmonik pada lampu *LED* tetapi penelitian ini khusus digunakan pada lampu *LED* di *airport lighting system* terutama bandara di Indonesia yang mulai menggunakan lampu *LED* hal ini untuk lampu *LED approach light* dan *runway light* baru digunakan di Bandara Soekarno-Hatta tetapi untuk lampu *taxiway* sudah ada di bandara besar lainnya di Indonesia

1.2 Perumusan Masalah

Peralatan *airport lighting system* di setiap bandara akan cenderung menggunakan lampu *Lighting Emitting Diode (LED)* karena lampu ini sangat hemat digunakan. Akan tetapi lampu ini menghasilkan harmonisa sehingga akan berpengaruh terhadap kualitas daya listrik. Untuk memperbaiki kualitas daya maka harus dianalisa kandungan harmonisa, dan bagaimana cara untuk memperbaiki daya listrik

1.3. Tujuan Penelitian

Hak Cipta:
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tesis ini bertujuan untuk mengukur, menganalisa, dan memperbaiki adanya kerugian harmonik arus yang terdapat pada rangkaian *airport lighting system Runway 07R-25L* yang menggunakan lampu *LED* dengan memperbaiki harmonik menggunakan filter pasif.

4. Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pengambilan data-nya di Bandar Udara Internasional Soekarno Hatta Unit *Visual Aid* pada gardu T3 khususnya pengukuran tentang harmonik arus dan tegangan.

5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian diatas manfaat penelitian terbagi menjadi 2 yaitu :

- a. Manfaat Teoritis
 - Hasil penelitian tersebut diharapkan bisa digunakan sebagai bahan kajian ilmu listrik khususnya tentang harmonik arus
 - Hasil penelitian tersebut diharapkan bisa digunakan sebagai referensi bagi penelitian-penelitian yang akan datang dalam konteks permasalahan yang berkaitan dengan aplikasi teori harmonik arus dan tegangan
- b. Manfaat Praktis
 - Penelitian ini bisa digunakan oleh pihak Bandar Udara Soekarna Hatta sebagai bahan pertimbangan pemasangan filter aktif untuk meningkatkan kualitas daya listrik
 - Penelitian ini bisa digunakan oleh pihak Bandar Udara Soekarna Hatta dalam upaya penghematan biaya karena berkaitan dengan rugi rugi tegangan dan *life time* dari peralatan menjadi lebih panjang

6. Sistematika Penyajian

Penulisan ini terbagi menjadi lima bab yang menggambarkan alur metodologi yang digunakan. Bab pertama adalah pendahuluan yang mencakup latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan, manfaat dan sistematika penyajian. Pada bab dua, Tinjauan Pustaka menjadi fokus penulisan dengan membahas tentang standarisasi *aerodrome, lampu approach, Runway*, rangkaian listrik pada landasan serta harmonik dan filter aktif, dan filter pasif. Bab tiga menjelaskan tentang wiring instalasi *approach dan runway*, pengukuran harmonik dengan *power analyzer* pada power input rangkaian listrik landasan, spesifikasi – spesifikasi lampu *approach*



dan lay-out *runway* serta diagram balok pengukuran *power analyzer*. Bab empat merupakan pembahasan yang berisi deskripsi pengujian, prosedur pengujian, data hasil pengujian, analisis data tentang arus harmonik, filter aktif, filter pasif, serta aspek ekonomi. Simpulan dan saran disampaikan dalam bab lima.



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Setelah melakukan pengambilan data, pengolahan data, serta analisis data pada bab sebelumnya, maka selanjutnya pada hasil penelitian ini akan disampaikan beberapa simpulan antara lain, dari hasil pengukuran selama tujuh hari pada kandungan harmonisa AFL Bandara Soekarno-Hatta yang menggunakan lampu *LED*. Dari hasil simulasi pemasangan filter pasif *Single Tuned* menggunakan ETAP 12.6.0 nilai harmonik dapat direduksi dari nilai sebelumnya 34,66 % menjadi 00,00 %. Penggantian lampu *LED* pada *airport lighting system* yang semula menggunakan lampu halogen mengakibatkan timbulnya harmonik arus.

5.2 Saran

Dalam penelitian yang dilakukan pada MVSB di gedung T3 Beban lampu AFL penulis akan menyampaikan beberapa saran yaitu sebagai berikut :

1. Dalam pemasangan lampu *LED* yang berfungsi untuk penghematan daya listrik maka harus dilengkapi juga dengan Filter Harmonik yang berfungsi untuk memperbaiki nilai harmonik arus yang dihasilkan dari lampu *LED* sehingga kualitas daya akan lebih baik.
2. Hasil simulasi dapat digunakan sebagai acuan untuk merencanakan pemasangan Filter *passive single tuned* pada MVSB.

DAFTAR PUSTAKA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [1] Abidin Janny F, Analisis unjuk kerja harmonik diinstalasi listrik industry dan upaya penanggulangannya, Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana ISSN : 2086-9479 (2015)
- [2] Dermawan Erwin, Mushoffa Ali Firdaus, Anwar Ilmar Ramadhan, Analisa pengaruh harmonisa terhadap kabel NYA, Jurnal Teknologi Volume 8 No. 2 J, (2016)
- [3] Fauzan M. Reza, Yul Martin, Abdul Haris, Analisa Harmonisa Akibat Pengaruh Penggunaan Converter pada Kereta Rel Listrik 1x25 kV Yogyakarta-Solo ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Volume 9, No. 3. (2015)
- [4] IEEE Std. 519-2014, IEEE Guide for Harmonic Control and Reactive Compensation of Static Power Converter. Interne.
- [5] Istiono Yoga, Julius Sentosa, Emmy Hosea, Analisa Harmonisa Akibat Penggunaan Lampu LED Jurnal Teknik Elektro, Vol. 10, No. 1, (2017)
- [6] Kumar Jena Ranjan Associate Professor Department of Electrical Engineering, CET, BBSR Electrical Power Quality PEEL 5403
- [7] Kumala N Hanifah Nur, Asih Setiari, Kajian Harmonisa Arus pada Gedung M.Nuh Lantai 3 Politeknik Negeri Madiun Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE) JEECAE Vol.1, No.1, (2016)
- [8] Nursamsu R, Tossin Alamsyah dan Kusnadi, Analisa Harmonik Dan Pengaruhnya Pada Transformator Distribusi Tenaga Listrik Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, (2020)
- [9] Pahiyanti Novi Gusti, Soetjipto Soewono, Studi harmonik pada sumber listrik akibat penggunaan lampu LED, LHE, dan TL, Jurnal energy dan kelistrikan Vol 7 No 1, (2015)
- [10] Pambudi Anggoro Arso, Nurhalim, Rancang Bangun Filter Harmonik Untuk Perbaikan Kualitas Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya 320 WP, Jom FTEKNIK Volume 3 No. 2, (2020)
- [11] Pemayun A.A Gede Maharta, I Nym B udiastara, I W Rinas, Analisis efisiensi trafo daya terhadap pengoperasian beberapa jenis harmonic filter, Jurnal SPEKTRUM Vol. 7, No. 4. (2020)
- [12] Rinas I Wayan, A. A Gede Maharta Pemayun, I Made Suartika, Analisis pengaruh pengaturan daya reaktif untuk filter Harmonic terhadap perubahan THDi pada system tenaga listrik, Jurnal SPEKTRUM Vol. 7, No. 4. (2020)
- [13] Romero Rey Gregorio and Luisa Martinez Muneta, Power Quality harmonics analysis and real measurement data. (2011)
- [14] Saputra G. A. M. Dwi Ade, I Wayan Rinas, I Made Suartika, Studi Analisis Pengaruh Filter Aktif Berbasis Fuzzy Logic Controller Untuk Mereduksi Harmonisa Akibat Beban Non Linear, Jurnal SPEKTRUM Vol. 6, No. 2 . (2019)
- [15] Siahaan Fernando Jeremia, Eva Magdalena Silalahi, Bambang Widodo, Robinson Purba,



Pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) Terhadap Lampu Hemat Energi (LHE) DAN LightEmitting Diode (LED) Jurnal Ilmiah Program Studi Teknik Elektro. (2020)

[1] Suartika I Made, I Wayan Rinas, Analisis pengaruh penggunaan controller pada filter aktif shunt terhadap peredaman distorsi harmonisa, Jurnal SPEKTRUM Vol. 7, No. 4. (2020)

[1] Suryadi Suryadi, Studi harmonisa arus dan tegangan listrik pada kampus politeknik enjinerig Indorama Vol.20, No.3, (2016)

[1] Wartono Ady, Irzan Zakir,3Massus Subekti, Harmonisa listrik gedung pusdiklat ketenaga listrikan energy baru terbarukan dan konservasi energy (KEBTKE) Ciracas (suatu studi penelitian digedung utama Ciracas) Journal of Electrical and Vocational Education and Technology. (2016)

[1] Yani Ahmad, Pengaruh harmonisa terhadap kesalahan pengukuran energy listrik pada KWH meter Analog/Digital. (2019)

[2] Yoga Prasetya I wayan, I Nyoman Setiawan, I Gede Dyana, Arjana Analisa ketidakseimbangan beban dan harmonisa pada transformator distribusi M1 0096 penyulang abianbase, Jurnal SPEKTRUM Vol. 7, No. 1. (2020)

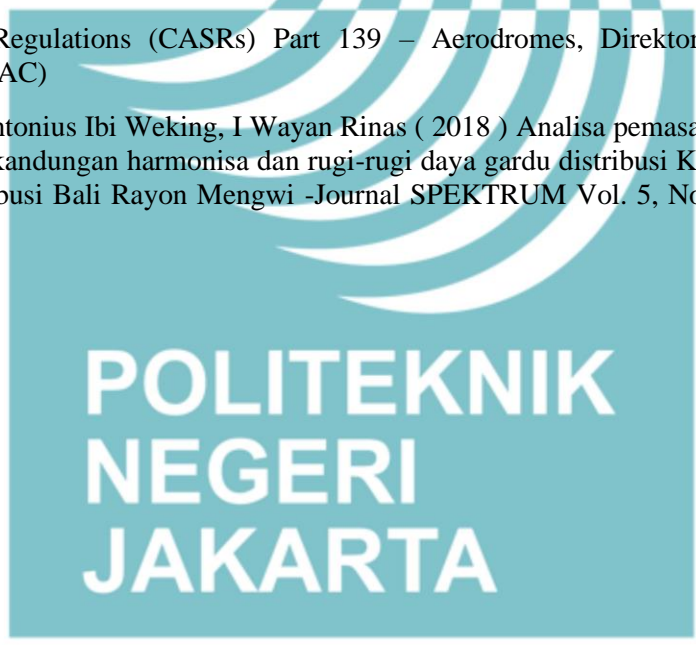
[21] Civil Aviation Safety Regulations (CASRs) Part 139 – Aerodromes, Direktorat Jendral Perhubungan Udara (DGAC)

[22] I Putu Budi Aryawan, Antonius Ibi Weking, I Wayan Rinas (2018) Analisa pemasangan filter pasif dan aktif terhadap kandungan harmonisa dan rugi-rugi daya gardu distribusi KA 2085 Di PT PLN (persero) Distribusi Bali Rayon Mengwi -Journal SPEKTRUM Vol. 5, No. 1 jurnal 2.7 harmonisa

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta













2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Peralatan Lampu di Runway Selatan

10	4	600	48	270	200	36	18	100	100	30	30	4
				67.04								

1	THRESHOLD WINGBAR # RUNWAY GUARD LIGHTS	ALSTOM THORN	ZA 426 KCL-E	150 40	2005 2012	RWY 07 R	10 4		
2	TAXIWAY EDGE LIGHT & APRON EDGE LIGHT # TAXIWAY EDGE LIGHT	AZB	LED L-861T (ETEL)	10	2010	Twy Edge	930		
		AIG	ZA-219L	10	2013	TWY Edge A,B	48		
3	HIGH SPEED EXIT TAXIWAY (HST), CENTERLINE LIGHT	OCEM	LIRCLTIC	15	2018	SI, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9	276		
4	APRON CENTERLINE LIGHT # TAXIWAY CENTERLINE RWY1 & WC2 (SPW - SP1)	AQB THORN AQB	DTM0TC SL-TG- DTE0TC	16 15 15	2018 2006 2018	Apron A, B, C SPW WC1, WC2 WC1 WC2	226 36 56		
5	APPROACH LIGHTS SYSTEM & SEQUENCE FLASHING LIGHTS								
5	APPROACH LIGHT	AIG	ZA 429	180	2011	RWY 07R	166		
6	APPROACH LIGHT	AQB	EAP 5 2 W	65	2018	RWY 25L	188		
7	SEQUENCE FLASHING LIGHTS	IDMAN	ICM 8300	20	2014	RWY 07R	30		
8	SEQUENCE FLASHING LIGHTS	ACB	IL 8001D	20	2012	RWY 25L	30		
4	BAR								
9	PAPI	AIG	ZA-757	200	2013	Rwy 07R	4		
10	PAPI	AIG	ZA-759	200	2013	Rwy 25L	4		

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penguian Karya Ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

15	GOR RUNWAY EDGE LIGHT 2	ALBTOM	MICRO 600	10 KVAM 6A	2000	SUBSTATION 74	1
16	GOR HBT CENTERLINE LIGHT 65,5x107	ATD	MICRO 150	10 KVAM 6A	2010	SUBSTATION 74	1
17	GOR HBT CENTERLINE LIGHT 63,54	ATO	MICRO 100	10 KVAM 6A	2012	SUBSTATION 74	1
18	GOR TAXIWAY EDGE LIGHT 8PH TWR 8	ATO	MICRO 100	10 KVAM 6A	2012	SUBSTATION 74	1
19	GOR TAXIWAY EDGE LIGHT 20x BARAS	ATO	MICRO 100	10 KVAM 6A	2012	SUBSTATION 74	1
20	GOR TAXIWAY EDGE LIGHT 10x TWR 8	AOB	MCR 3	10 KVAM 6A	2010	SUBSTATION 74	1
21	GOR TAXIWAY EDGE LIGHT 10x2 BARAS	ATO	MICRO 100	10 KVAM 6A	2012	SUBSTATION 74	1
22	GOR TAXIWAY EDGE LIGHT APPROX A	AOB	MCR 3	10 KVAM 6A	2010	SUBSTATION 74	1
23	GOR TAXIWAY EDGE LIGHT APPROX B & C	AOB	MCR 3	10 KVAM 6A	2010	SUBSTATION 74	1
24	GOR TAXIWAY EDGE LIGHT EXIT 03 & 54	ATO	MICRO 100	10 KVAM 6A	2013	SUBSTATION 74	1
25	GOR TAXIWAY EDGE LIGHT EXIT 35, 36 & 37	AOB	MCR 3	10 KVAM 6A	2016	SUBSTATION 74	1
26	GOR APPROX CENTERLINE AREA APPROX 15, 16 & 100	AOB	MCR 3	10 KVAM 6A	2010	SUBSTATION 74	1
27	GOR STANDOFF 1	AOB	MCR 3	10 KVAM 6A	2014	SUBSTATION 74	1
28	GOR STANDOFF 2	AOB	MCR 3	10 KVAM 6A	2015	SUBSTATION 74	1
29	GOR APPROX CH LIGHT 07K	ATO	MICRO 100	10 KVAM 6A	2011	SUBSTATION 75	1
30	GOR APPROX CH LIGHT 07K	ATO	MICRO 100	10 KVAM 6A	2011	SUBSTATION 15	1
31	GOR APPROX CH LIGHT 07K	ATO	MICRO 100	10 KVAM 6A	2011	SUBSTATION 15	1
32	GOR THRESHOLD LIGHT - WING BARAS	ATO	MICRO 100	7,5 KVAM 6A	2010	SUBSTATION 15	1
33	GOR THRESHOLD - END LIGHT 07K	ATO	MICRO 100	7,5 KVAM 6A	2013	SUBSTATION 15	1
34	GOR RUNWAY EDGE LIGHT 1	ATO	MICRO 100	10 KVAM 6A	2013	SUBSTATION 15	1
35	GOR RUNWAY CENTERLINE LIGHT	ATO	MICRO 100	10 KVAM 6A	2009	SUBSTATION 15	1
36	GOR WET CENTERLINE LIGHT EX 10x 20	AOB	MCR 3	7,5 KVAM 6A	2009	SUBSTATION 75	1
37	GOR WET R	ATO	MICRO 100	7,5 KVAM 6A	2010	SUBSTATION 75	1
38	TAXIWAY EDGE LIGHT WC 2	ATO	MICRO 100	7,5 KVAM 6A	2010	SUBSTATION 75	1
39	TAXIWAY CENTERLINE LIGHT WC 1 WC2	AOB	MCR 3	7,5 KVAM 6A	2010	SUBSTATION 75	1

Kondisi (N) = 1 - 0,18 persentase (20 x 100%)

1				
1				
73				
	JUMLAH (UNIT)			
1				
1				
1				
1				
1				
1				

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta milik Politeknik Negeri

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya atau mempergunakan sebagian atau seluruhnya dalam karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Jalan Prof Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7270036 Faksimile (021) 7270034
Laman: <http://www.pnj.ac.id> Surel: mailto:pnj@pnj.ac.id

No : 53/PL3.36/PN/2021
Perihal : Izin Pengambilan data

1 Maret 2021

Yth.
Kepala Program Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta
PT Angkasa Pura II
Bandara Soekarno-Hatta
Kota Tangerang – Banten

ANGKASA PURA II
The leading Indonesia's Airport Company

Dengan Hormat,

Tangerang, 21 April 2021

Dalam rangka kegiatan belajar dan perkuliahan di Program Studi Magister Terapan Teknik Nomor Elek: 14.08/01/04/2021/0742 Politeknik Negeri Jakarta, Mahasiswa Kami bermaksud melakukan Lampiran Pembelajaran Lapangan di PT Angkasa Pura II Bandara Soekarno-Hatta, Tangerang. Adapun Perihal surat konfirmasi izin pengambilan data Politeknik Negeri Jakarta

Kepada Yth.	Nama	: Asep Samanhudi
	NIM	: 1909511012
	KEPALA PROGRAM PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	
	Program Studi : Rekayasa Tenaga Listrik	
TEMPAT	Program	: S2 MTTE
	Angkatan	: 2019/2020
	No HP	: 081283070090

Dengan Hormat, dengan demikian hal tersebut, mohon kiranya Mahasiswa Kami dapat diberikan kesempatan 1. Menandatangani surat dari Politeknik Negeri Jakarta nomor - 53/PL3.36/PN/2021 tanggal 1 Maret 2021 Perihal Izin Pengambilan Data dalam rangka kegiatan belajar dan perkuliahan di program studi Magister Terapan Teknik Elektro Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta, atas dan dipemakai oleh 2. Sehubungan dengan point nomor 2 (satu) diatas, bersama ini disampaikan bahwa permohonan izin pengambilan data di unit Electrical & Mechanical Bandara Soekarno - Hatta atas nama mahasiswa :

- Nama : Asep Samanhudi
- NIM : 1909511012
- Program Studi : Rekayasa Tenaga Listrik
- Program : S2 MTTE
- Universitas : Politeknik Negeri Jakarta

Diberikan izin untuk pengambilan data guna kebutuhan pembelajaran dan perkuliahan di Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta dengan tetap mematuhi Protokol Kesehatan.

3. Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Dr. Drs. Supriatno, M.Hum.
NIP 19620129 198811 1001

SENIOR MANAGER OF ELECTRICAL &
MECHANICAL



SUMANTRI WIDODO

Tembusan Yth:

1. DEPUTY EXECUTIVE GENERAL MANAGER OF AIRPORT MAINTENANCE - PT. AP2
2. MANAGER OF ELECTRICAL UTILITY & VISUAL AID - PT. AP2
3. MANAGER OF ENERGY & POWER SUPPLY - PT. AP2

Lampiran 4. Spesifikasi Lampu LED Approach

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RELIANCE

Approach Centerline, Crossbar, Siderow, Threshold, Wingbar, End, Stopbar - L-8625(L), L-862E(L)



Compliance with Standards (current Versions)

IEA	L-8625(L) AC 150/2345-48 and the FAA Engineering Brief No. 67
ICAO	Annex 14 Volume II
EASA	CS-AD6-020
US MIL	UPC 3-035-01, section 3-1-4
NATO	STANAG 2218
Canada	TP 212

Uses

- ICAO
 - Approach Centerline and Cross Bar
 - Approach Siderow
 - Runway Threshold and Threshold Wing Bar
 - Runway End
 - Stop Bar

FAA

- Stop Bar L-8625(L)
- Runway Threshold L-8625(L)
- Runway End L-8625(L)

Features and Benefits

- RELIANCE™ unidirectional elevated light fixtures are available in three versions:
 - IC with Integrated ILCME
 - Monitored with Integrated fail-open technology
 - Non-Vision without monitoring functionality

Efficiency

- High-Intensity
- Use less than 60W, with a Power Factor of 0.99, compared to Incandescent fixtures that require 150 W or 200 W lamps.
- Installation on same mounting device as most elevated halogen lights, for a straightforward replacement.
- Leveling and aiming in azimuth of the lights are easily performed with the dedicated aiming device.

- Two opposite screws ensure easy and stable leveling.
- Fully dimmable lights, respecting the response curve of traditional halogen lights.
- Available in IC BA functionality for use in RELIANCE Intelligent Lighting (ILCME) for further power savings and individual intensity control.

Sustainability

- Average MTBF of 58,000 hours at full-intensity and more than 200,000 hours under typical operating conditions, resulting in significant reduction of ongoing maintenance costs and periodic relamping expenses.
- Low-profile and small in size to withstand heavier jet blast, even when installed at threshold / runway end.
- When quartz-incandescent fixtures are replaced with LED fixtures, airport staff can add more lights without increasing CCR costs.
- Limits cost for supporting equipment such as isolation transformers and CCRs to strict minimum.
- Use of LED light source eliminates filter replacement and color shifts when viewed at various angles or CCR map settings.
- PBT design prevents water, dust and insect entry.

Safety

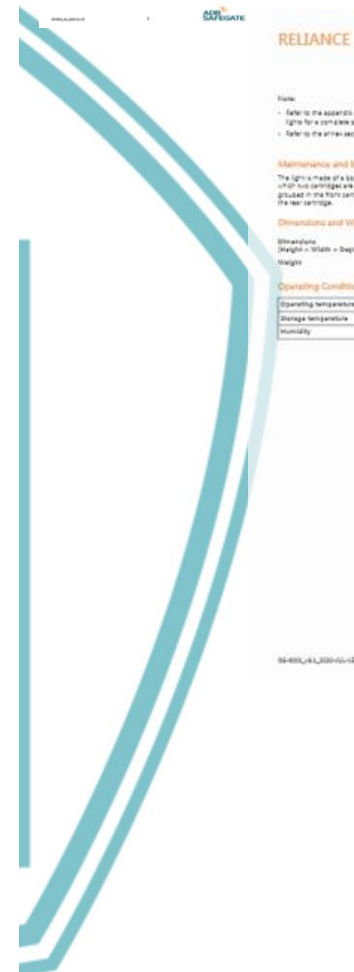
- Rugged lightning protection that complies with ANSI/IEEE C82.41-1991 Location Category C2 given in FAA Eng. Brief 67. Category C2 is defined as a 1.2/50 µs – 8/20 µs combination wave, with a peak voltage of 10,000 V and a peak current of 3,000 A.
- Optionally, LED lights can be equipped with an internal monitoring function of the individual light source. In case of a defect, the LED light automatically disconnects from the secondary side of the isolation transformer resulting in an open circuit condition. Therefore external lamp fault detection devices (of Constant Current Regulators and Individual Lamp Control and Monitoring Systems (ILCME)) can be used to monitor failed lights.

Accessories

Refer to the user manual for the RELIANCE elevated lights.

Power Supply

Lights have been designed to work with any IEC- or FAA-compliant transformer up to 150 W. See the manual for calculation of actual circuit (kVA) loads.



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

RELIANCE

ANNEX

Fixture type	Fixture load	Isolation transformer			CCR load
		Rating	Loss	Efficiency	
2A PoEII - white approach	40 VA	60 W	2 VA	0.95	60 VA
2A PoEII - red approach	20 VA	40 W	4 VA	0.95	20 VA
2THoSG - green threshold	20 VA	40 W	5 VA	0.95	40 VA
2SVisoR - red runway end	18 VA	40 W	2 VA	0.95	20 VA
2TSvisR - red stop bar	10 VA	40 W	2 VA	0.95	10 VA

Note:

- Extra losses in secondary cables or due to extra equipment (e.g. UCMG remotes) are not included in above table; these extra losses will result in a higher required size of isolation transformers.
- Extra losses in primary cables are not included in above table; these extra losses will result in a higher required CCR load.
- Efficiency of the secondary transformer depends on the supplier of secondary transformers.

For IC fixtures:

- The minimum dimension for the isolation transformer is 60 W
- The isolation transformer must have an extra 10 VA available on top of the load for communication bandwidth

For full-open fixtures:

- The maximum dimension for the isolation transformer is 100 W

For a 2A power system, refer to the 2A power system description for further explanation:

- The 2A power system requires the isolation transformer to be 3.2 times the rating for an IC-fixture on a 60A constant current power system with a minimum of 200 W
- The regulator load is correct as indicated in the table, but the size of the regulator must be 3.2 times the load that is needed

For more information about the product, including manuals and certifications, please see the ADB SAFEGATE Product Center at www.adbsafegate.com

www.adbsafegate.com

Product specifications may be subject to change, and specifications listed here are not binding. Confirm current specifications at time of order.

DB-6000 v6.1 2020-VLL-05

2

Lampiran 5. Spesifikasi Lampu LED LERE

1. **Penelitian dan Pengembangan** hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 2. **Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta**



LERE



LED ELEVATED RUNWAY EDGE AND THRESHOLD/END LIGHT

COMPLIANCES

- ICAO: Annex 14 - Volume I Fig. A2-5, A2-6, A2-8, A2-10, par. 5.2.2.3 & 5.2.2.9
- FAA: L-852-E(L) AC150/5340-46 and 55 No.57
- IEC: TS 61327
- NATO: STANAG 3518
- CAN: CAP 182
- TCCA: TP312
- EASA: CS-ADM-OSN, Book 1, fig. U-13, U-14, U-7, U-12
- CASA: Manual of Standard Part 139

APPLICATIONS

Runway edge and threshold/end for ICAO CAT I/II/III, FAA and military runways

BENEFITS

- 60000 hours LED rated life at full intensity, but over 100000 hours in field operating conditions
- In new installation, LED lights mean lower loads, lower size of CCTs and transformers, thus low life cycle costs
- The light output is variable like a traditional halogen lamp, as indicated by the FAA "Engineering Briefing No.87"
- Colour emitted directly by LEDs: absence of coloured filters ensures no energy losses and no colour shifts
- Fully compatible with existing AIL infrastructure*
- Designed with simplicity allowing longer maintenance intervals and fewer spare parts
- Customized gasket for glass cover to avoid the use of sealing
- No optical adjustment after LED module or lens array replacement
- Operating with any topology of CCTs designed in compliance with IEC or FAA requirements

* For extended life cycle, use when transformer max. size is 220VA

PERFORMANCES

- The electronics is strong-built and highly resistant to shock and vibration
- Power supply via series circuit (2.5 - 8.5 A)
- Automatic adaptation to the frequency of the supply current
- A surge protection device is provided in the electronics as required by the FAA "Engineering Briefing No.87"
- Immediate detection of an internal fault
- In bidirectional versions of runway edge light, there is the omnidirectional component for the "circling guidance" function
- Lightweight and sturdy due to aluminium die-castings
- Powder coating surface finishing to provide good corrosion resistance
- Body balanced on the slipfitter for proper levelling by means of four external screws
- High jet blast resistance due to the small size of the fixture, 520 mm high
- Protection degree: IP67
- Temperature range: -55°C to +55°C

INSTALLATION

- The fixture can be installed on pipe elbow or baseplate
- Specific tools available for easy and precise installation

OCEM, a division of Energy Technology srl
 Via della Solidarietà 2/1
 40056 Valsamoggia (Bologna) - Italy
 Ph: +39 051 66 56 611 - www.ocecm.com

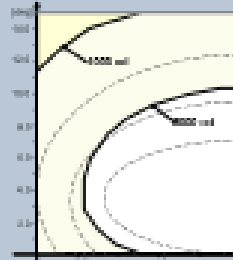


Fig. 2 ICAO Fig. A2-5

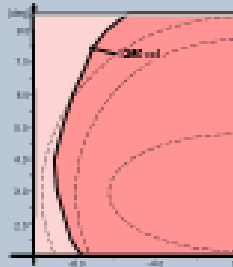


Fig. 3 ICAO Fig. A2-6

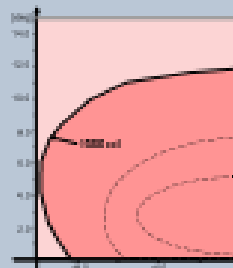


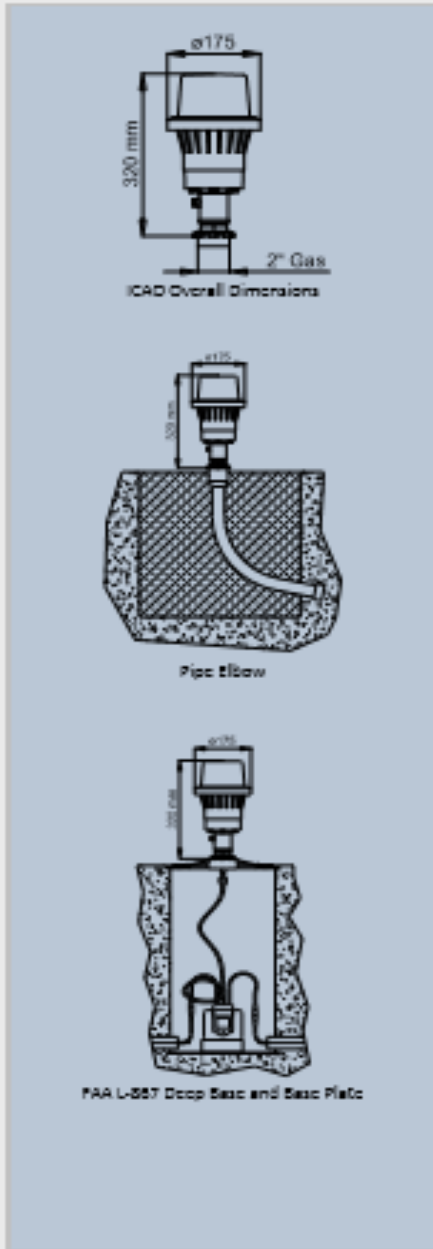
Fig. 4 FAA L-852

POWER CONSUMPTION	
Electrical System	Input Power
Fixture without Arctic Kit	40
Fixture with Arctic Kit	50

* Measured at 5.5 A with 50V
 Reported values refer to the maximum available configurations

OCEM, a division of Energy Technology srl
 Via della Solidarietà 2/1
 40056 Valsamoggia (Bologna) - Italy
 Ph: +39 051 66 56 611 - www.ocecm.com

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LERE - E - I - WB - 14 - C - M - Q

Basic P/N: _____

Compliance:
 S = ICAD 45 m Runway Edge and Threshold/Runway End
 I = ICAD 80 m Runway Edge
 F = FAA

Use:
 T = Threshold/End
 E = Edge

Colour (Side L)/(Side R)*: _____
 W = White
 Y = Yellow
 R = Red
 G = Green (NO Runway Edge ICAD)
 M = No LED Source (unidirectional light)

Height: _____
 00 = Without pole (mandatory for "I" and "S" Compliance) (**)
 14 = 14"
 20 = 20"
 24 = 24"
 30 = 30"

Breakable Coupling: _____
 A = 1"-1/2-12 UNF (for "14" to "30" Height)
 B = 2"-11 1/2 NPS (for "14" to "30" Height)
 C = 2"-11 DAS (mandatory for "00" Height)(***)
 D = 2"-11 DAS (for "14" to "30" Height)(**)(***)

Monitoring: _____
 0 = Without Monitoring
 M = With Monitoring

Arctic Kit: _____
 0 = Without Arctic Kit
 A = With Arctic Kit

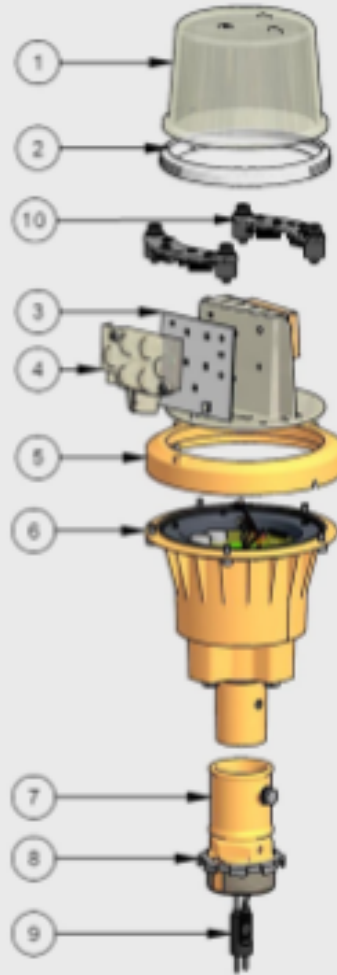
* The Green colour is not FAA acceptable
 ** Not Defined by FAA.
 *** For snow areas, use BMT 1" pole.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MAIN COMPONENTS OF THE LIGHT UNIT

- 1 Clear outer glass cover
- 2 Gasket for glass cover
- 3 LED module
- 4 Lens array
- 5 Glass cover locking ring
- 6 Body with electronic and plug
- 7 Breakable coupling
- 8 Ring nut (CAD version)
- 9 FAA L-887 plug
- 10 Arctic Kit

Refer to the relevant technical manual for the complete list of the available spare parts



ACCESSORIES

- | | |
|----------|---|
| 015.0008 | Galvanized steel pipe elbow with upper threaded end only (2" - 11 GAS thread) |
| 315.5210 | Galvanized steel pipe elbow with both threaded ends (2" - 11 GAS thread) |
| 015.0010 | Set of two nylon rings for receptacle support inside pipe elbow |
| 315.1228 | Base L-887, Class IA, Size 8, 24" Deep |
| 315.1082 | Seacplate for L-887 base with gasket and cable clamp (2" - 11 GAS thread) |
| 315.1083 | Seacplate for L-887 base with gasket and cable clamp (2" - 11 1/2 NPS thread) |
| 315.1082 | Seacplate for L-887 base with gasket and cable clamp (1 1/2 - 12 UNF thread) |
| 352.A358 | Leveling device |

For any information about isolating transformers and connectors, please see the specific catalogue pages

Shipping Weights and Volumes	
	Light Unit
Weight (kg)	5.0
Volume (m ³)	0.018

We reserve the right to change the Design or specification Data without notice

UD-FU-0001_01-Ken.M

Lampiran 6. Ecosin Passive Harmonic



ECO^{sine}™ Passive Harmonic Filter

Date	Time	Voltage			Current			THDV	THDV L3N Max	THDV L2N Max	THDV L1N Max	THDA L1 Max	THDA L2 Max	THDA L3 Max	THDA N Max
		L1N Max	L2N Max	L3N Max	NG Max	L1 Max	L2 Max								
19/06/2021	17:05:00	221.85	221.86	223.12	24.81	60	4	3.22	3.26	1.35	10.02	77.78	74.13	64	76.51
19/06/2021	18:05:00	221.85	221.85	223.14	24.74	60	24	3.23	3.26	1.36	9.96	77.88	74.02	63.78	75
19/06/2021	19:05:00	221.83	221.88	223.11	24.56	60	24	3.23	3.26	1.35	10.04	77.93	73.98	63.74	74.69
19/06/2021	20:05:00	221.85	221.84	223.1	24.55	60	24	3.23	3.26	1.4	10.03	77.99	73.99	63.71	75.41
19/06/2021	21:05:00	221.85	221.85	223.1	30.6	60	24	3.23	3.26	1.39	10.04	77.94	74.08	63.79	74.19
19/06/2021	22:05:00	221.92	221.81	223.55	24.93	92	102	4.29	4.32	3.33	9.7	96.86	74.12	123.88	76.2
19/06/2021	23:05:00	221.58	221.36	222.01	23.65	92	103	4.3	4.31	3.3	9.05	69.98	57.35	66.6	67.78
20/06/2021	0:05:00	221.43	221.14	221.81	23.53	92	102	4.29	4.35	3.31	9.06	69.97	56.06	65.3	68.34
20/06/2021	1:05:00	221.96	221.35	222.25	23.48	92	102	4.28	4.31	3.28	9.02	75.38	56.68	68.46	71.27
20/06/2021	2:05:00	221.65	220.95	221.99	30.55	77	88	3.75	3.86	3.1	8.39	75.49	56.22	68.88	68.98
20/06/2021	3:05:00	221.95	221.62	222.3	23.75	78	91	3.77	3.86	3.12	8.81	75.59	63.3	72.43	69.85
20/06/2021	4:05:00	221.64	221.34	222.2	23.7	78	79	3.78	3.66	2.71	8.8	75.37	63.35	72.56	69.67
20/06/2021	5:05:00	221.62	221.31	222.18	23.63	78	79	3.78	3.67	2.71	8.76	75.39	63.33	72.7	73.32
20/06/2021	6:05:00	221.65	221.36	222.21	23.7	84	96	3.96	3.99	3.23	8.88	75.36	63.36	72.45	72.47
20/06/2021	7:05:00	221.43	220.66	221.8	31.02	129	151	4.39	4.54	4.14	10.11	71.44	54.35	64.79	75.37
20/06/2021	8:05:00	219.9	219.25	220.23	23.22	129	151	4.38	4.47	3.3	10.06	48.25	41.03	41.76	63.86
20/06/2021	9:05:00	221.54	220.16	221.3	23.14	129	151	4.37	4.6	3.28	10.03	49.62	47.37	41.67	62.76
20/06/2021	10:05:00	224.12	222.94	225.82	24.11	129	150	4.36	4.46	3.28	11.78	91.76	64.87	84.1	78.91
20/06/2021	11:05:00	221.69	221.57	222.72	24.71	72	77	4.09	4.1	2.12	11.81	76.97	64.76	55.42	76.7
20/06/2021	12:05:00	221.72	221.58	222.76	30.89	72	77	4.08	4.11	2.06	12.02	77.51	64.76	55.41	77.08
20/06/2021	13:05:00	221.73	221.58	222.74	24.6	72	77	4.11	4.11	2.16	11.93	77.04	64.95	54.92	79.35
20/06/2021	14:05:00	221.67	221.57	222.73	25.04	72	77	4.07	4.1	2.1	12.03	77	64.88	55.07	78
20/06/2021	15:05:00	221.63	221.48	223.14	25.09	130	152	4.89	4.53	3.43	11.92	90.91	64.73	94.17	75.39
20/06/2021	16:05:00	219.82	219.14	220.05	23.96	130	151	4.39	4.47	3.29	10.05	48.27	41.24	41.73	63.47
20/06/2021	17:05:00	221.67	220.19	221.27	30.23	129	151	4.38	4.63	3.3	9.93	48.67	47.28	41.49	63.8
20/06/2021	18:05:00	219.82	219.13	220.04	23.93	129	150	4.36	4.46	3.28	9.9	48.14	41.18	41.48	63.55
20/06/2021	19:05:00	221.78	221.82	222.24	24.39	128	150	4.84	4.61	3.3	10.13	69.79	55.55	65.58	75.38
20/06/2021	20:05:00	221.15	220.58	221.59	24.37	92	102	4.28	4.32	3.29	8.98	69.85	52.33	64.44	66.11
20/06/2021	21:05:00	221.79	221.48	222.15	24.93	92	102	4.26	4.25	3.3	8.76	75.31	63.35	71.88	73.27
20/06/2021	22:05:00	221.47	221.21	222	31.33	78	79	3.82	3.66	2.73	8.91	73.48	63.35	71.86	70.14
20/06/2021	23:05:00	221.5	221.19	222.01	25.03	78	79	3.82	3.67	2.75	8.94	73.51	63.35	71.71	69.36

Lampiran 7. Data Pengukuran Power

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Date	Time	Voltage			Current			THDV			THDA						
		L1N Max	L2N Max	L3N Max	NG Max	L1 Max	L2 Max	L3 Max	N Max	L1N Max	L2N Max	L3N Max	NG Max	L1 Max	L2 Max	L3 Max	N Max
21/06/2021	0:05:00	221.52	221.26	222.07	25	78	79	53	4	3.82	3.72	2.8	8.88	75.28	65.23	78.94	69.96
21/06/2021	1:05:00	221.53	221.27	222.07	25.15	77	78	49	4	3.79	3.74	2.72	8.93	75.29	65.24	78.87	67.3
21/06/2021	2:05:00	221.54	221.27	222.07	25.14	77	78	49	4	3.79	3.72	2.71	8.93	75.38	65.23	78.8	70.72
21/06/2021	3:05:00	221.51	221.24	222.07	31.48	78	78	49	5	3.8	3.7	2.73	8.92	75.36	65.22	78.83	66.69
21/06/2021	4:05:00	221.51	221.26	222.09	25.18	77	78	49	4	3.79	3.73	2.73	8.94	75.31	65.23	78.56	67.26
21/06/2021	5:05:00	221.52	221.27	222.08	25.26	77	78	49	5	3.79	3.73	2.72	8.94	75.36	65.19	78.65	68.3
21/06/2021	6:05:00	221.52	221.25	222.08	25.27	77	78	50	5	3.8	3.71	2.73	8.98	75.38	65.22	78.55	69.86
21/06/2021	7:05:00	221.47	221.16	222.01	25.07	106	112	88	5	4.63	4.48	3.78	9.95	74.99	65.71	79.92	68.68
21/06/2021	8:05:00	220.76	220.83	221.23	32.88	106	103	76	5	4.57	4.49	3.48	9.76	56.63	57.2	63.67	62.14
21/06/2021	9:05:00	220.74	220.82	221.19	24.68	106	103	76	5	4.56	4.46	3.49	9.9	56.82	57.25	63.59	63.22
21/06/2021	10:05:00	220.75	220.82	221.25	24.65	106	103	76	5	4.56	4.47	3.48	9.88	56.73	57.21	63.61	62.91
21/06/2021	11:05:00	220.71	220.81	221.21	24.66	106	103	76	4	4.57	4.48	3.48	9.88	56.64	57.22	63.4	62.77
21/06/2021	12:05:00	220.75	220.82	221.24	24.6	106	103	76	5	4.56	4.47	3.5	9.89	56.5	57.17	63.36	63.07
21/06/2021	13:05:00	220.72	220.8	221.2	31.34	117	131	110	4	4.54	4.56	3.99	9.79	56.66	57.19	63.51	64.5
21/06/2021	14:05:00	220.06	219.54	220.28	24.4	117	132	110	5	3.9	4.09	3.39	8.52	44.76	42.54	45.34	61.8
21/06/2021	15:05:00	220.05	219.52	220.26	24.38	117	131	110	4	3.89	4.08	3.37	8.5	44.73	42.49	45.19	62.75
21/06/2021	16:05:00	220.06	219.52	220.3	24.47	117	131	110	4	3.89	4.07	3.37	8.43	44.77	42.46	45.07	62.29
21/06/2021	17:05:00	222.07	221.87	222.3	24.93	116	131	110	4	4.68	4.49	3.83	9.5	69.83	60.95	69.62	71.11
21/06/2021	18:05:00	221.61	221.37	222.08	32.66	104	109	79	5	4.65	4.51	3.47	9.4	77.12	59.83	71.99	70.83
21/06/2021	19:05:00	221.37	221.01	222.07	25.17	79	86	55	4	3.96	3.9	2.79	9.04	77.61	55.52	72.18	71.21
21/06/2021	20:05:00	221.8	221.63	222.25	25.26	85	94	65	4	4.12	4.11	3.16	9.1	77.42	63.08	73.55	72.27
21/06/2021	21:05:00	221.28	220.78	221.79	25.32	86	94	65	5	4.14	4.21	3.27	8.97	73.06	53.83	68.05	68.59
21/06/2021	22:05:00	221.27	220.79	221.83	25.42	86	94	65	5	4.13	4.19	3.23	8.97	73.14	53.88	68.02	68.87
21/06/2021	23:05:00	221.27	220.8	221.83	31.55	86	94	65	4	4.15	4.17	3.22	9.02	73.17	53.89	68.13	68.56



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Date	Time	Voltage			Current			THDV			THDA									
		L1N Max	L2N Max	L3N Max	L1N Max	L2N Max	L3N Max	L1 Max	L2 Max	L3 Max	L1 Max	L2 Max	L3 Max	N Max						
22/06/2021	0:05:00	222.37	221.96	223.76	26.37	26.37	26.37	86	94	65	4	4.12	4.13	4.13	3.21	9.03	102.1	74.98	127.76	79.84
22/06/2021	1:05:00	222.28	221.77	223.33	26.45	26.45	26.45	43	46	20	4	2.62	2.64	2.64	1.33	8.54	102.27	74.8	125.43	80.24
22/06/2021	2:05:00	222.24	221.77	223.34	26.57	26.57	26.57	43	46	20	4	2.62	2.64	2.64	1.28	8.65	102.58	74.82	126.43	79.79
22/06/2021	3:05:00	222.24	221.78	223.36	26.42	26.42	26.42	43	46	20	5	2.62	2.65	2.65	1.29	8.65	102.42	74.85	126.92	79.77
22/06/2021	4:05:00	222.26	221.75	223.36	34.49	34.49	34.49	43	46	20	4	2.63	2.64	2.64	1.33	8.65	102.35	74.85	126.92	79.9
22/06/2021	5:05:00	222.23	221.97	223.33	26.4	26.4	26.4	86	86	63	4	4.1	3.95	2.91	9.63	9.63	102.32	74.85	126.04	79.57
22/06/2021	6:05:00	221.28	221.18	221.98	25.69	25.69	25.69	86	87	54	4	4.12	3.98	2.73	9.61	9.61	73.05	61.36	71.89	79.09
22/06/2021	7:05:00	221.3	221.17	222.01	25.57	25.57	25.57	106	113	88	4	4.68	4.47	3.78	9.71	9.71	72.99	61.37	71.55	69.84
22/06/2021	8:05:00	220.76	220.82	221.21	25.26	25.26	25.26	107	104	76	5	4.57	4.47	3.48	9.91	9.91	56.96	57.21	63.52	61.5
22/06/2021	9:05:00	220.73	220.82	221.22	31.06	31.06	31.06	106	103	76	5	4.56	4.46	3.48	9.87	9.87	56.6	57.09	63.57	62.05
22/06/2021	10:05:00	220.79	220.84	221.29	24.71	24.71	24.71	107	104	76	5	4.55	4.45	3.5	9.9	9.9	56.63	57.17	63.54	67.17
22/06/2021	11:05:00	222.81	222.72	224.91	25.46	25.46	25.46	106	103	75	4	4.55	4.45	3.5	10.06	10.06	96.97	75.3	128.64	74.43
22/06/2021	12:05:00	221.7	221.69	222.94	26.06	26.06	26.06	60	60	24	4	3.22	3.28	3.28	1.45	10.06	77.97	74.21	63.78	76.88
22/06/2021	13:05:00	221.72	221.69	222.95	26.15	26.15	26.15	60	60	24	4	3.22	3.28	3.28	1.46	10.05	77.78	74.18	64.01	73.21
22/06/2021	14:05:00	221.71	221.68	222.93	32.43	32.43	32.43	60	60	24	5	3.22	3.27	3.27	1.45	10.08	77.85	74.15	63.92	76.31
22/06/2021	15:05:00	221.71	221.69	222.95	26.27	26.27	26.27	60	60	24	5	3.22	3.31	3.31	1.46	10.06	77.79	74.12	64.04	74.94
22/06/2021	16:05:00	221.71	221.66	222.92	26.33	26.33	26.33	60	60	24	4	3.23	3.28	3.28	1.47	10.06	77.89	74.14	64.03	74.87
22/06/2021	17:05:00	221.69	221.67	222.92	26.27	26.27	26.27	60	60	24	4	3.21	3.27	3.27	1.47	10.07	77.8	74.12	64.71	77.52
22/06/2021	18:05:00	221.7	221.68	222.93	26.36	26.36	26.36	60	60	24	4	3.23	3.28	3.28	1.47	10.1	77.91	74.12	64.04	75.68
22/06/2021	19:05:00	221.72	221.68	222.95	32.45	32.45	32.45	60	60	24	4	3.21	3.29	3.29	1.47	10.06	77.83	74.11	64.11	74
22/06/2021	20:05:00	221.72	221.7	222.94	26.26	26.26	26.26	60	60	24	4	3.22	3.27	3.27	1.46	10.07	77.82	74.08	63.9	74.61
22/06/2021	21:05:00	221.8	221.68	223.35	26.27	26.27	26.27	103	111	87	4	4.7	4.5	3.74	9.97	9.97	96.94	74.22	124.41	74.69
22/06/2021	22:05:00	221.58	221.4	221.79	25.44	25.44	25.44	94	105	79	4	4.27	4.3	3.29	9.14	9.14	66.7	59.57	67.29	67.49
22/06/2021	23:05:00	221.04	220.54	221.52	25.42	25.42	25.42	94	103	76	4	4.27	4.32	3.29	8.92	8.92	66.59	52.16	62.58	65.29

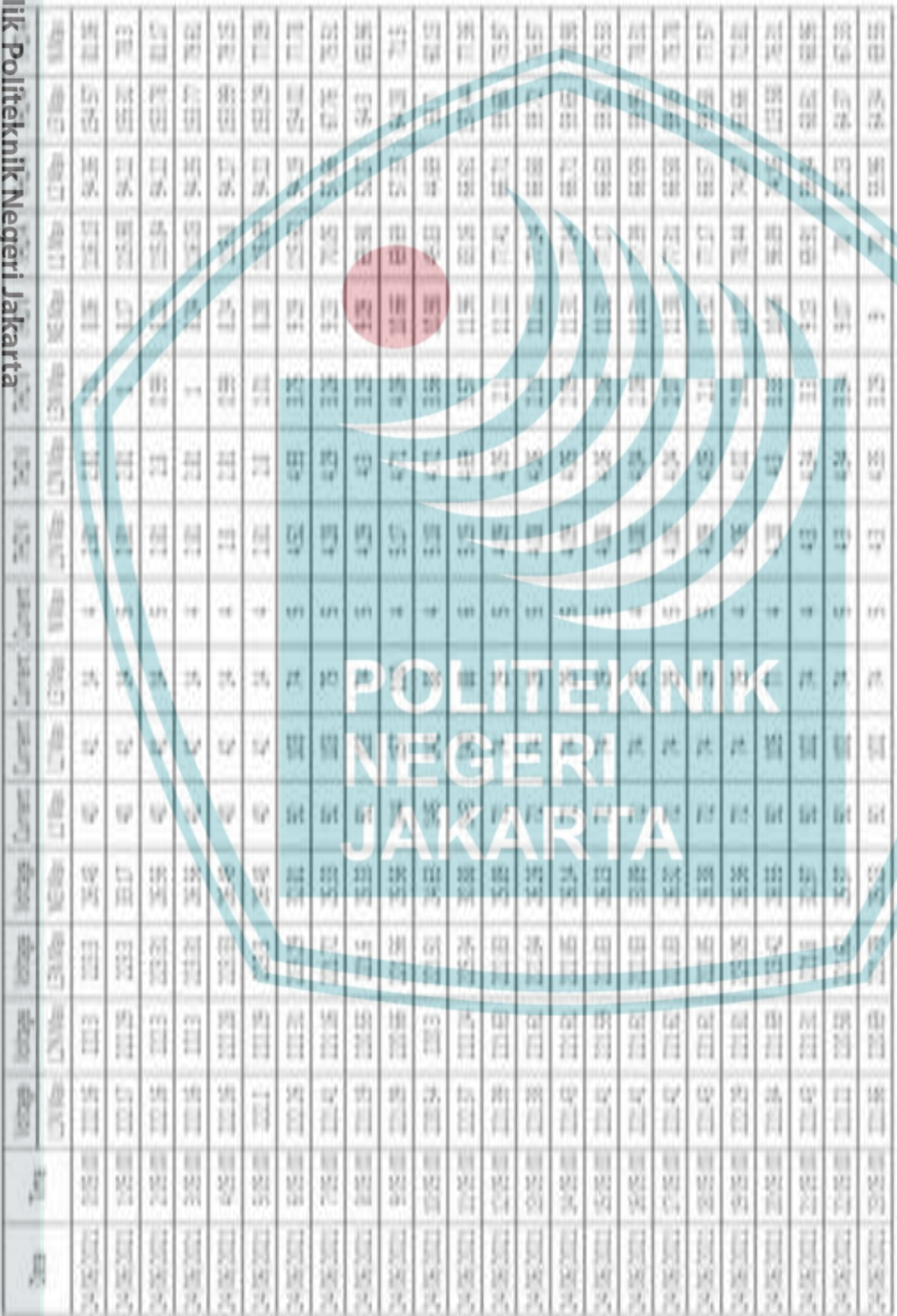


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh Karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Date	Time	Voltage		Voltage		Voltage		Current		Current		T=OV		T=OV		T=OV		T=DA		T=DA		T=DA	
		L1NMax	L2NMax	L3NMax	NG Max	L1 Max	L2 Max	L3 Max	NMax	L1NMax	L2NMax	L3NMax	NG Max	L1 Max	L2 Max	L3 Max	NMax	L1NMax	L2NMax	L3NMax	NG Max	L1 Max	L2 Max
25/06/2021	0:05:00	221.45	220.63	221.62	25.28	79	92	74	4	3.73	3.72	3.45	8.1	69.53	55.85	64.09	69.43						
25/06/2021	1:05:00	221.49	220.64	221.62	25.22	79	91	74	4	3.72	3.72	3.25	8.13	69.56	55.99	64.13	69.57						
25/06/2021	2:05:00	221.48	220.64	221.65	25.37	79	91	74	4	3.72	3.72	3.45	8.05	69.54	55.97	64.26	69.01						
25/06/2021	3:05:00	221.85	221.36	221.83	25.24	79	93	77	4	3.72	3.72	3.27	8.1	69.55	61.54	68.36	69.19						
25/06/2021	4:05:00	221.49	220.64	221.65	25.23	79	91	74	4	3.73	3.72	3.27	8.09	69.63	55.97	64.16	71.46						
25/06/2021	5:05:00	222.46	221.21	222.45	25.3	92	102	76	4	4.25	4.24	3.27	8.98	70.36	59.82	66.99	74.17						
25/06/2021	6:05:00	221.33	220.84	221.63	25.27	92	103	76	4	4.27	4.27	3.25	8.96	70.2	55.41	64.49	66.77						
25/06/2021	7:05:00	221.45	221.12	221.68	25.82	95	103	78	5	4.27	4.26	3.26	8.97	69.95	57.68	64.44	79.27						
25/06/2021	8:05:00	220.93	220.76	221.41	25.11	118	133	110	4	4.52	4.52	3.91	9.21	60.94	57.35	63.4	67.68						
25/06/2021	9:05:00	220.94	220.98	221.16	25.07	118	132	110	5	3.98	4.16	3.78	9.27	44.74	48.98	52.99	61.27						
25/06/2021	10:05:00	222.96	223.49	224.88	28.27	127	143	110	5	4.54	4.93	3.88	10.54	90.6	76.76	130.14	78.41						
25/06/2021	11:05:00	221.72	221.69	222.95	25.95	60	60	24	5	3.22	3.25	1.36	9.9	77.94	74.11	83.51	73.2						
25/06/2021	11:05:00	221.72	221.7	222.96	25.33	60	60	24	4	3.22	3.25	1.37	9.95	77.93	74.08	83.95	74.32						
25/06/2021	13:05:00	221.7	221.7	222.97	26.45	61	60	24	4	3.22	3.16	1.42	9.99	77.74	74.02	83.77	73.87						
25/06/2021	14:05:00	221.71	221.7	222.94	26.4	60	60	24	4	3.22	3.26	1.37	10.01	77.73	74.05	83.77	75.05						
25/06/2021	15:05:00	221.7	221.69	222.97	26.34	60	60	24	5	3.21	3.26	1.38	10.05	77.82	73.93	83.83	74.93						
25/06/2021	16:05:00	221.73	221.71	222.97	26.3	60	60	24	4	3.23	3.26	1.39	10.06	77.9	73.92	84.19	73.5						
25/06/2021	17:05:00	221.73	221.76	223.05	26.94	60	60	24	4	3.22	3.25	1.39	9.99	77.99	74.04	83.49	75.2						
25/06/2021	18:05:00	221.73	221.69	222.98	26.35	60	60	24	4	3.22	3.26	1.39	10.04	77.94	73.95	83.7	76.76						
25/06/2021	19:05:00	221.75	221.71	222.97	26.32	60	60	24	5	3.22	3.27	1.38	10.04	78.07	74.05	83.56	75.99						
25/06/2021	20:05:00	221.74	221.73	222.98	26.31	60	60	24	4	3.23	3.26	1.39	10.01	78.09	74.08	83.68	77.76						
25/06/2021	21:05:00	221.71	221.69	222.96	26.39	60	60	24	5	3.22	3.25	1.36	10.06	78.1	74.1	83.87	74.69						
25/06/2021	22:05:00	221.73	221.7	222.96	32.29	60	60	24	5	3.23	3.26	1.39	10.09	77.92	74.11	83.77	73.15						
25/06/2021	23:05:00	222.17	221.89	223.08	26.36	60	60	24	5	3.22	3.25	1.38	10.07	77.96	74.54	83.89	78.07						

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Date	Time	Voltage		Voltage		Current		Current		Current		THDV		THDV		THDA		THDA	
		L1N Max	L2N Max	L3N Max	NG Max	L1 Max	L2 Max	L3 Max	N Max	L1 Max	L2 Max	L3 Max	L1N Max	L2N Max	L3N Max	NG Max	L1 Max	L2 Max	L3 Max
26/06/2021	0:05:00	222.05	221.86	222.99	26.35	45	46	24	4	2.64	2.71	1.33	9.21	74.7	74.59	63.67	81.65		
26/06/2021	1:05:00	222.15	221.87	223.3	26.34	79	91	74	4	3.72	3.72	3.35	9.24	101.2	74.57	122.28	79.29		
26/06/2021	2:05:00	221.51	220.62	221.64	25.44	79	91	74	4	3.72	3.72	3.25	8.17	69.62	55.74	63.96	69.96		
26/06/2021	3:05:00	221.5	220.64	221.67	32.89	79	91	74	4	3.72	3.72	3.25	8.15	69.73	55.83	63.95	69.27		
26/06/2021	4:05:00	221.49	220.66	221.66	25.28	79	91	74	4	3.72	3.72	3.26	8.08	69.63	55.85	64.04	69.2		
26/06/2021	5:05:00	221.5	220.66	221.65	25.24	79	91	74	4	3.73	3.72	3.25	8.07	69.61	55.85	64.11	74.37		
26/06/2021	6:05:00	221.52	220.65	221.64	25.32	80	92	74	4	3.73	3.73	3.25	8.05	69.59	55.91	64.03	71.63		
26/06/2021	7:05:00	221.49	220.65	221.65	25.53	79	91	74	5	3.72	3.75	3.26	8.05	69.56	55.84	64.11	70.03		
26/06/2021	8:05:00	221.51	220.64	221.66	33.46	83	91	78	4	3.72	3.73	3.25	8.09	69.51	55.85	63.95	75.61		
26/06/2021	9:05:00	221.24	220.93	221.44	25.41	93	100	88	5	3.87	3.85	3.52	8.6	59.62	58.16	63.31	69.59		
26/06/2021	10:05:00	223.08	222.81	224.7	25.61	93	90	75	4	3.87	3.84	3.56	9.22	101.32	74.66	124.52	80.55		
26/06/2021	11:05:00	222.07	221.87	222.98	26.05	45	46	24	4	2.61	2.68	1.29	9.04	74.67	74.67	63.73	78.53		
26/06/2021	12:05:00	222.07	221.86	222.99	26.24	45	45	24	5	2.59	2.68	1.33	9.06	74.65	74.65	62.97	81.08		
26/06/2021	13:05:00	222.09	221.91	222.94	33.12	45	46	24	5	2.59	2.67	1.31	9.12	74.42	74.56	63.77	78.6		
26/06/2021	14:05:00	222.09	221.9	222.95	26.34	45	46	24	4	2.59	2.68	1.31	9.17	74.62	74.62	63.7	80.83		
26/06/2021	15:05:00	222.08	221.87	222.96	26.32	45	46	24	5	2.61	2.69	1.33	9.1	74.48	74.91	67.01	78.79		
26/06/2021	16:05:00	222.11	221.88	222.98	26.23	45	46	24	5	2.61	2.7	1.35	9.1	74.47	75.04	67.26	80.23		