

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KELISTRIKAN PADA FASILITAS TERMINAL PELABUHAN PENYEBERANGAN BIAS MUNJUL DI NUSA LEMBONGAN, BALI

I Made Yogie Permana Putra¹, Agus Dharma², I Nengah Suweden²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kec. Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali 80361

imadeyogiepermanaputra@gmail.com¹

ABSTRAK

Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul salah satu rencana strategis untuk menunjang pariwisata di Nusa Lembongan dan Nusa Ceningan serta mendukung fasilitas transportasi yang memadai untuk distribusi logistik yang wajib memiliki standar dalam mekanikal dan elektrikal. Penelitian ini mendesain kelistrikan untuk fasilitas Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul yang disesuaikan dengan standar dan membandingkan dengan implementasi di lapangan. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi dan tanya jawab langsung di lapangan. Hasil penelitian dengan mendesain perhitungan sesuai standar dan ketentuan yang ada untuk kebutuhan pencahayaan dalam ruangan, kebutuhan *Air Conditioner (AC)*, *grounding*, proteksi petir, Penerangan Jalan Umum (PJU), dan daya pompa hidrolik kemudian dibandingkan dengan implementasi di lapangan. Hasil implementasi pada fasilitas Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul menunjukkan ada yang masih kurang memenuhi standar setelah dibandingkan dengan hasil desain perhitungan sesuai standar dan ketentuan yang ada.

Kata kunci : Desain, Kelistrikan, Pencahayaan

ABSTRACT

Bias Munjul Ferry Port is one of the strategic plans to support tourism in Nusa Lembongan and Nusa Ceningan and support adequate transportation facilities for logistics distribution that must have standards in mechanics and electrical. This study designs electricity for Bias Munjul Ferry Port facilities that are in accordance with standards and compares them with implementation in the field. Data collection was carried out through direct observation and Q&A in the field. The results of the study by designing calculations according to existing standards and provisions for indoor lighting needs, Air Conditioner (AC) needs, grounding, lightning protection, Public Street Lighting (PJU), and hydraulic pump power were then compared with implementation in the field. The results of the implementation of the Bias Munjul Ferry Port facilities showed that there were still some that did not meet the standards after being compared with the results of the design calculations according to existing standards and provisions.

Key words : Design, Electricity, Lighting

1. PENDAHULUAN

Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul di Nusa Lembongan, Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali salah satu rencana pembangunan pelabuhan penyeberangan untuk menunjang kebutuhan di Nusa Lembongan dan Nusa Ceningan dan

sebagai fasilitas transportasi menyeberang antar pulau baik kendaraan, orang, atau logistik. Fasilitas perairan Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul terdiri dari fasilitas dermaga *Ro-Ro (Roll off/Roll on)* dengan kapasitas 750 GT (*Gross Tonnage*) dilengkapi dengan *movable bridge* kapasitas 50 Ton serta dilengkapi dengan dermaga

fastboat dengan kapasitas sandar 4 kapal. Sedangkan untuk fasilitas daratan (5.000 m²) terdiri dari gedung terminal 2 lantai dan ruangan khusus VTS (*Vessel Traffic Services*) di lantai 3, area parkir tunggu dan area parkir untuk keberangkatan.

Pembahasan untuk fasilitas Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul yaitu kebutuhan pencahayaan dalam ruangan, kebutuhan *Air Conditioner* (AC), *grounding*, proteksi petir, Penerangan Jalan Umum (PJU), dan daya pompa hidrolik. Pada kebutuhan AC (*Air Conditioner*) membandingkan desain dengan implementasi kebutuhan AC yang perlu dipasang berdasarkan ruangan. Pada pencahayaan dalam ruangan membandingkan desain dengan implementasi mengenai kebutuhan pencahayaan setiap area ruangan. Pada Penerangan Jalan Umum (PJU) mencari jarak penempatan tiang lampu PJU berdasarkan spesifikasinya. Pada proteksi petir dilakukan perbandingan desain dengan implementasi untuk kebutuhan proteksi petir berdasarkan luas bidang yang dapat dilindungi. Pada *grounding* dilakukan perhitungan dan pemilihan jumlah elektrode batang yang akan dipasang. Menggunakan rumus dan perhitungan matematis dalam mendesain kebutuhan mekanikal dan elektrikal pada fasilitas Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul. Penampilan gambar dengan memanfaatkan suatu perangkat berupa *software* yaitu *AutoCAD* untuk menampilkan denah dari Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebutuhan Pencahayaan Ruangan

Untuk menentukan kebutuhan pencahayaan dalam ruangan yang perlu diperhatikan yaitu sistem penerangan dan armatur, intensitas penerangan, efisiensi penerangan, faktor-faktor refleksi, indeks ruang atau indeks bentuk, dan faktor depresiasi [1] [2] [3].

Indeks ruang atau indeks bentuk (*k*) menyatakan perbandingan antara ukuran-ukuran utama suatu ruangan

berbentuk bujur sangkar dengan persamaan berikut.

$$k = \frac{p \cdot l}{h(p+l)} \quad (1)$$

Keterangan :

- k* = adalah indeks ruangan
- p* = adalah panjang ruang (m)
- l* = adalah lebar ruang (m)
- h* = adalah tinggi sumber cahaya terhadap lantai dikurangi tinggi bidang kerja (m)

Bidang kerja adalah suatu bidang horizontal khayalan, umumnya 0,80 m di atas lantai. Nilai (*k*) akan digunakan untuk menentukan nilai efisiensi penerangan (*η*).

Jumlah lampu atau armatur (*n*) yang diperlukan dapat juga ditentukan langsung dari persamaan berikut.

$$n = \frac{E \times A}{\Phi \text{ Lampu} \times \eta \times d} \quad (2)$$

Keterangan :

- n* = adalah jumlah lampu
- E* = adalah intensitas penerangan (lux)
- A* = adalah luas area ruangan (m²)
- Φ* = adalah flux (lumen)
- η* = adalah efisiensi
- d* = adalah faktor depresiasi

2.2 Kebutuhan AC (*Air Conditioner*)

Daya mesin AC disebutkan dalam satuan *PK* (*Paard Kracht*), lebih tepatnya kapasitas pendingin dinyatakan dalam satuan *BTU/h* atau *Kcal/h*. Untuk rumus menghitung *British Thermal Unit* (*BTU*) yaitu [4] [5] [6] [7].

$$BTU = \frac{\text{Volume} \times E \times I}{60} \quad (3)$$

Keterangan :

- BTU* = adalah *British Thermal Unit*
- Volume* = adalah volume dalam ruangan (*Feet³*)
- E* = adalah arah bangunan menghadap (utara = 10, barat = 17, selatan = 18, timur = 20)
- I* = adalah insulasi (berinsulasi = 10, tidak berinsulasi = 18)

1 meter = 3,28 feet

2.3 Grounding

Pentanahan (*grounding*) adalah penghubung suatu titik rangkaian listrik dengan bumi dengan cara tertentu. Harga tahanan jenis tanah sangat dipengaruhi oleh konsentrasi air tanah. Pada kelembaban tanah yang rendah tahanan jenis tanah besar, sebaliknya semakin besar konsentrasi air dalam tanah, maka harga tahanan jenis akan semakin kecil. Untuk daerah yang struktur tanahnya tidak terlalu keras, pentanahan secara vertikal dapat dipakai karena memungkinkan untuk menanam elektrode lebih dalam kedalam tanah sehingga tahanan pentanahan dapat diperkecil, maka dipilih jenis elektrode batang. Untuk mencari nilai *grounding* dipakai persamaan berikut [8] [9].

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \frac{4L}{a} - 1 \right] \quad (4)$$

Untuk mencari banyak elektrode pentanahan yang dipasang (n) menggunakan persamaan berikut.

$$R_n = \frac{\eta R}{n} \quad (5)$$

Keterangan :

- R = adalah tahanan pentanahan (Ω)
- ρ = adalah tahanan jenis tanah (Ω -m)
- L = adalah panjang elektrode pentanahan (m)
- a = adalah jari-jari elektrode pentanahan (m)
- η = adalah koefisien kombinasi
- n = adalah banyak elektrode pentanahan

2.4 Proteksi Petir

Pada proteksi petir ada 2 jenis yaitu jenis konvensional dan non konvensional, pada sistem konvensional *Franklin Rod (FR)*. Persamaan jari-jari radius proteksi (R) untuk *Franklin Rod (FR)* adalah [10] [11].

$$R = \frac{h}{\text{tg } 30^\circ} \quad (6)$$

Persamaan untuk mencari luas radius perlindungan dari petir (A) adalah.

$$A = \pi \cdot R^2 \quad (7)$$

Keterangan :

- R = adalah jari-jari radius proteksi (m)
- A = adalah luas proteksi (m^2)
- h = adalah tinggi pemasangan (m)

2.5 Penerangan Jalan Umum (PJU)

Penerangan berkaitan erat dengan keadaan atau suasana malam yang membatasi kegiatan manusia. Seperti halnya Penerangan Jalan Umum (PJU), jalan tanpa lampu akan menjadi sesuatu hal yang membahayakan di malam hari. Untuk meneteukan jarak pemasangan tiang PJU ada beberapa hal yang harus di perhitungkan seperti jenis lampu yang digunakan, besar lumen lampu, intensitas pencahayaan, lebar rata-rata jalan, dan tinggi tiang yang akan dipakai. Untuk standar dalam perencanaan PJU tercantum dalam SNI 7391:2008 "Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan" [2] [3].

2.6 Daya Pompa Hidrolik

Pompa hidrolik adalah alat yang mengubah energi mekanik dari motor (gerak putar) menjadi energi hidrolik. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menentukan Daya pada suatu pompa hidrolik [12].

$$Pin p = p \times Q \quad (8)$$

Keterangan :

- $Pin p$ = adalah daya input pompa satuannya watt (W)
- Q = adalah flow atau aliran fluida satuannya (m^3/s)
- p = adalah Tekanan kerja satuannya pascal (pa)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul, Lembongan, Kec. Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali. Gambar Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul.
Sumber : Pihak Kontruksi, 2021 (Dokumen Pribadi).

Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 :



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian.

Berikut penjelasan untuk Gambar 2 :

Langkah 1. Studi literasi dan pendalaman topik

Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan materi-materi pendukung yang berkaitan dengan perhitungan desain dan standar yang ada terkait Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP) pada fasilitas Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul.

Langkah 2. pengumpulan data.

Pengumpulan data fasilitas Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul yang akan dibutuhkan baik secara observasi,

pengukuran, dan tanya jawab yang nantinya digunakan untuk melakukan perbandingan implementasi dan desain perhitungan standar Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP) pada fasilitas Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul. Pengumpulan data yang diperlukan yaitu data hasil implementasi yang sudah dipasang pada Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul.

Langkah 3. melakukan perbandingan.

Perbandingan hasil implementasi dan desain hasil perhitungan. Desain perhitungan menggunakan perhitungan secara matematis dalam menentukan kebutuhan pada pada fasilitas Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul.

Langkah 4. hasil perbandingan.

Hasil perbandingan yaitu perbandingan hasil implementasi dan desain perhitungan dari Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP) pada fasilitas Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias.

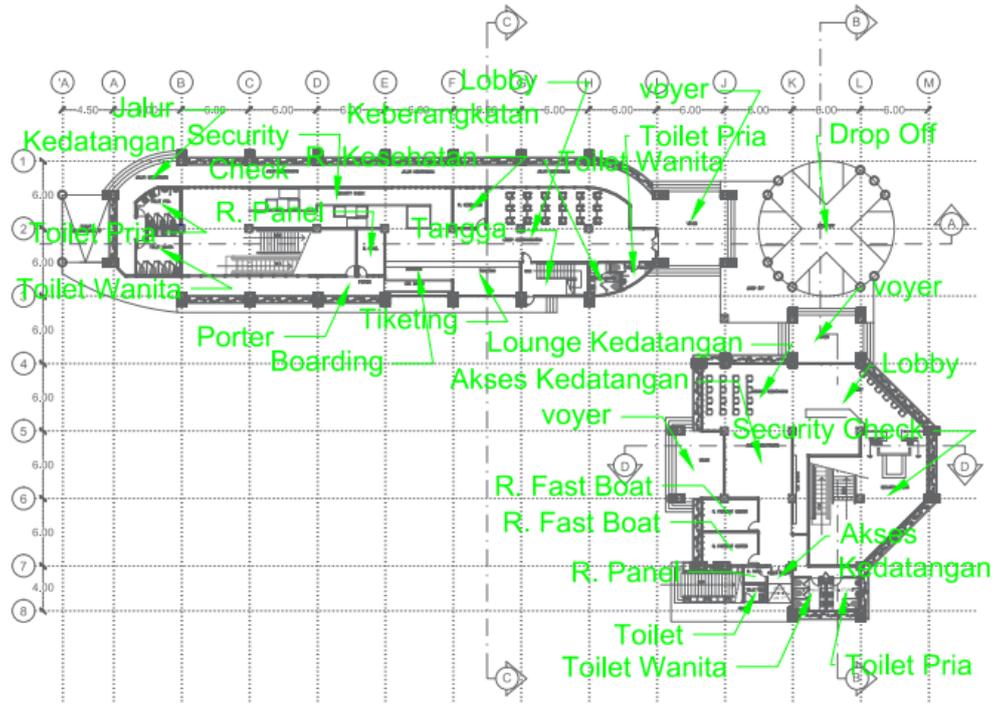
Langkah 5. penarikan kesimpulan.

Berdasarkan Langkah 4 maka sudah bisa ditarik kesimpulan.

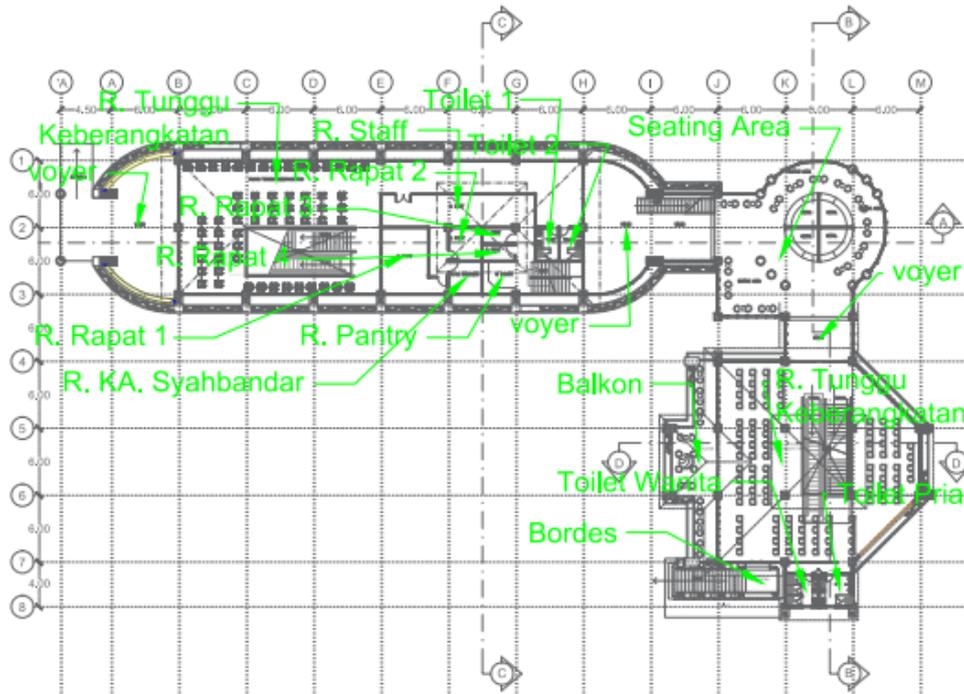
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul

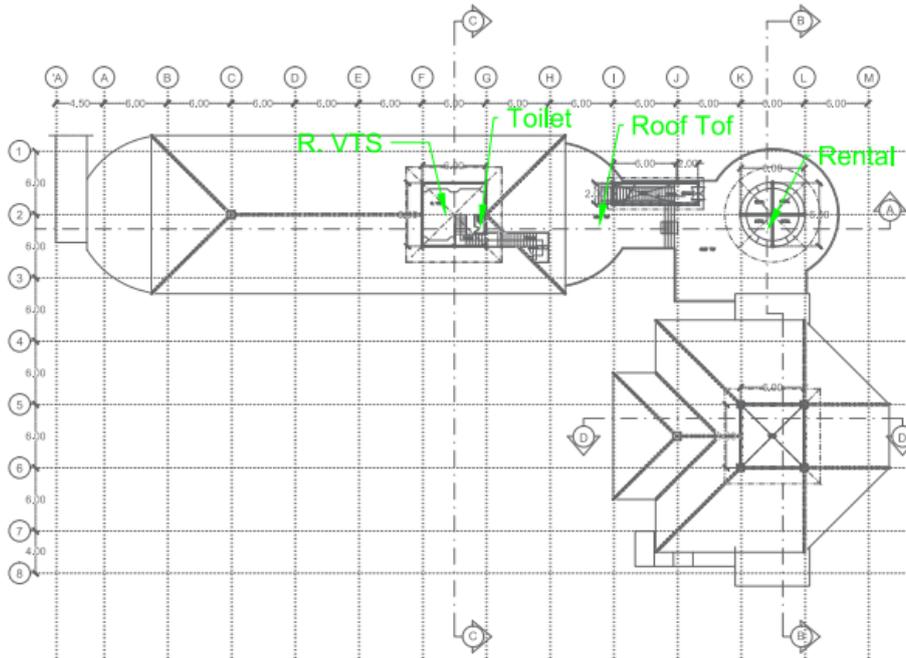
Terminal Pelabuhan Bias Munjul terdiri dari 3 lantai, ditunjukkan pada Gambar 3, 4, dan 5 berikut.



Gambar 3. Lantai 1 Terminal Penyeberangan Bias Munjul.
Sumber : Pihak Arsitek, 2021 (Dokumen Pribadi)



Gambar 4. Lantai 2 Terminal Penyeberangan Bias Munjul.
Sumber : Pihak Arsitek, 2021 (Dokumen Pribadi)



Gambar 5. Lantai 3 dan Roof Top Terminal Penyeberangan Bias Munjul.
 Sumber : Pihak Arsitek, 2021 (Dokumen Pribadi)

4.2 Analisis Kebutuhan Pencahayaan Dalam Ruang

Sumber data didapat dari pihak perencana MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing) dan kunjungan langsung ke lapangan. Diambil satu contoh R. Kesehatan dengan lampu 2 x TL T8 LED 18 W Philips dan lumen 2100 lm. Setelah didapat nilai indeks ruangan dengan persamaan (1), nilai indeks ruangan digunakan untuk mencari nilai efisiensi penerangan berdasarkan SNI 6197:2020 yaitu 0,29. Standar nilai Lux untuk R. Kesehatan berdasarkan SNI 6197:2020 adalah 250 lux, Berdasarkan jenis gedung sebagai terminal maka termasuk ke pengotoran ringan, dengan catatan lampu-lampunya diperbaharui setiap dua tahun, maka nilai faktor depresiasi berdasarkan SNI 6197:2020 yaitu 0,8. Luas R. Kesehatan adalah 10 m². Dengan menggunakan persamaan (2) maka didapat desain perhitungan jumlah titik lampu 2,5 kemudian dibulatkan menjadi 3 titik. Kemudian desain perhitungan dan implementasi di lapangan dibandingkan sesuai dengan Tabel 1, 2, dan 3 berikut.

Tabel 1. Perbandingan Jumlah Lampu Desain Perhitungan dan Implementasi di Lapangan Pada Lantai 1.

Ruang	Jumlah Lampu	
	Desain Perhitungan	Implementasi di Lapangan
R. Kesehatan (Ro-Ro)	3	1
Teras Jalur Kedatangan (Ro -Ro)	17	11
Toilet Pria 1 (Ro -Ro)	4	4
Toilet Wanita 1 (Ro -Ro)	4	5
Jalur naik Lt 2 dan Security Check (Ro - Ro)	19	9
A. Tiketing & Boarding (Ro - Ro)	6	8
A. Tunggu & Lobi Keberangkatan (Ro - Ro)	14	9
Jalur Porter (Ro - Ro)	5	4
R. Panel (Ro - Ro)	1	1
Jalur Menuju Lt. 2 (Ro-Ro)	1	1
Toilet Wanita 2 (Ro-Ro)	3	3
Toilet Pria 2 (Ro-Ro)	2	2
Voyer (Ro-Ro)	4	5
Drop Off	14	15
Voyer (Fast Boat)	3	4
A. Lounge Kedatangan (Fast Boat)	9	7
A. Lobby (Fast Boat)	10	6
A. Boarding & Tiketing (Fast Boat)	2	2
Jalur Cek Bagasi (Fast Boat)	2	2
A. Security Check & Jalur naik Lt 2 (Fast Boat)	14	13
Voyer 2 (Fast Boat)	3	2
A. Akses Kedatangan (Fast Boat)	7	4
A. Koridor Akses Bagasi (Fast Boat)	5	4
R. Fast Boat Center 1	3	2
R. Fast Boat Center 2	3	2
A. Jalur ke Toilet (Fast Boat)	1	1
Toilet Wanita (Fast Boat)	3	4
Toilet Pria (Fast Boat)	3	4
A. Masuk Akses Bagasi (Fast Boat)	1	1
R. Panel (Fast Boat)	1	1
Toilet Umum (Fast Boat)	1	1
Total Kebutuhan Lampu :	167	138

Pada Tabel 1 ditunjukkan perbandingan jumlah titik lampu dari desain perhitungan dan implementasi di lapangan

pada lantai 1 Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul. Pada Tabel 1 menunjukkan terdapat 5 ruangan yang kurang sesuai dengan hasil desain perhitungan berdasarkan standar dan ruangan sisanya tidak mengalami perbedaan yang terlampaui jauh atau masih sesuai. Untuk area ruangan yang kurang sesuai desain perhitungan berdasarkan standar yaitu teras jalur kedatangan (*Ro-Ro*) jumlah perbedaan 6 titik, jalur naik ke Lt. 2 dan *security check* (*Ro-Ro*) jumlah perbedaan 10 titik, area tunggu dan lobi keberangkatan (*Ro-Ro*) jumlah perbedaan 5 titik, area *lobby* (*fast boat*) jumlah perbedaan 4 titik, dan area akses kedatangan (*fast boat*) jumlah perbedaan jumlah perbedaan 3 titik.

Tabel 2. Perbandingan Jumlah Lampu Desain Perhitungan dan Implementasi di Lapangan Pada Lantai 2.

Ruangan	Jumlah Lampu	
	Desain Perhitungan	Implementasi di Lapangan
Area Voyer (Ro-Ro)	4	3
R. Tunggu Keberangkatan (Ro-Ro)	20	17
A. Jalur Koridor (Ro-Ro)	14	6
R. Staff (Ro-Ro)	9	4
R. Rapat 1 (Ro-Ro)	5	4
R. KA. Syahbandar (Ro-Ro)	2	1
R. Rapat 2 (Ro-Ro)	2	1
A. Koridor ke R Rapat 1 (Ro-Ro)	2	2
R. Rapat 3 (Ro-Ro)	1	1
R. Rapat 4 (Ro-Ro)	1	1
A. Lorong ke R. Pantry (Ro-Ro)	1	1
R. Pantry (Ro-Ro)	2	1
Toilet 1 (Ro-Ro)	2	2
Toilet 2 (Ro-Ro)	2	2
Voyer 2 (Ro-Ro)	8	7
Area Rental 1	1	1
Area Rental 2	1	1
Area Rental 3	1	1
Area Rental 4	1	1
Seating Area	45	9
Voyer (<i>Fast Boat</i>)	3	4
R. Tunggu Keberangkatan (<i>Fast Boat</i>)	24	20
Balkon (<i>Fast Boat</i>)	3	3
Lorong Toilet (<i>Fast Boat</i>)	1	2
Toilet Wanita (<i>Fast Boat</i>)	4	4
Toilet Pria (<i>Fast Boat</i>)	4	4
Total Kebutuhan Lampu :	163	103

Pada Tabel 2 ditunjukkan perbandingan jumlah titik lampu dari desain perhitungan dan implementasi di lapangan pada lantai 2 Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul. Pada Tabel 2 menunjukkan terdapat 3 ruangan yang kurang sesuai dengan desain perhitungan berdasarkan standar dan ruangan sisanya tidak mengalami perbedaan yang terlampaui jauh atau masih sesuai. Untuk area ruangan yang kurang sesuai desain perhitungan

berdasarkan standar yaitu area jalur koridor (*Ro-Ro*) jumlah perbedaan 8 titik, ruang Staf (*Ro-Ro*) jumlah perbedaan 5 titik, dan *seating area* 36 titik.

Tabel 3. Perbandingan Jumlah Lampu Desain Perhitungan dan Implementasi di Lapangan Pada Lantai 3 dan *Roof Top*.

Ruangan	Jumlah Lampu	
	Desain Perhitungan	Implementasi di Lapangan
R. VTS	6	4
Toilet	1	1
Area Rental <i>Roof Top</i> 1	1	1
Area Rental <i>Roof Top</i> 2	1	1
Area Rental <i>Roof Top</i> 3	1	1
Area Rental <i>Roof Top</i> 4	1	1
Area <i>Roof Top</i>	3	3
Total Kebutuhan Lampu :	14	12

Pada Tabel 3 ditunjukkan perbandingan jumlah titik lampu dari desain perhitungan dan implementasi di lapangan pada lantai 3 dan *Roof Top* Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul. Pada Tabel 3 untuk area ruangan yang kurang sesuai desain perhitungan berdasarkan standar yaitu ruang *VTS* (*Vessel Traffic Services*) jumlah perbedaan 2 titik.

4.3 Analisa Kebutuhan AC (*Air Conditioner*)

Sumber data didapat dari pihak perencana MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing) dan kunjungan langsung ke lapangan. Kebutuhan AC terhadap ruangan dibatasi tidak terhadap seluruh jenis ruangan, maka diutamakan untuk ruangan yang banyak aktifitas manusia atau yang memerlukan udara dingin untuk beroperasi. Daya mesin AC disebutkan dalam satuan *PK* (*Paard Kracht*), lebih tepatnya kapasitas pendingin dinyatakan dalam satuan *BTU/h* atau *Kcal/h*. Contoh diambil R. Kesehatan dengan volume 38 m³ menjadi 1341,96 *Feet*³. Untuk bangunan R. Kesehatan menghadap timur maka nilai (*E*) adalah 20. Untuk R. Kesehatan berinsulasi maka nilai (*I*) adalah 10. Dengan menggunakan persamaan (3) maka didapat desain perhitungan kebutuhan AC (*Air Conditioner*) berdasarkan nilai *BTU/h* (*British Thermal Unit per hour*) sebesar 4.473,2 *BTU/h* maka nilai dapat dibulatkan menjadi 4.473 *BTU/h*. Kemudian desain perhitungan dan

implementasi di lapangan dibandingkan sesuai dengan Tabel 4, 5, dan 6 berikut.

Tabel 4. Perbandingan Kebutuhan AC Desain Perhitungan dan Implementasi di Lapangan Pada Lantai 1.

Area	Kebutuhan AC (Air Conditioner) BTU/h	
	Desain Perhitungan	Implementasi di Lapangan
Jalur naik Lt 2 dan <i>Security Check</i> (Ro – Ro)	93.480	90.000
R. Kesehatan (Ro-Ro)	4.473	9.000
A. Tiketing & Boarding (Ro – Ro)	54.720	90.000
Lobby Keberangkatan (Ro-Ro)	46.312	45.000
Lounge Kedatangan (<i>Fast Boat</i>)	67.374	90.000
Tiketing (<i>Fast Boat</i>)	7.524	12.000
Jalur naik Lt 2 dan <i>Security Check</i> (<i>Fast Boat</i>)	65.208	90.000
Akses Kedatangan (<i>Fast Boat</i>)	30.780	45.000
R. <i>Fast Boat Center</i> 1	8.550	12.000
R. <i>Fast Boat Center</i> 2	8.550	12.000
Total Kebutuhan Btu/h :	387.924	495.000

Pada Tabel 4 menunjukkan ada 2 area hasil implementasi yang memiliki nilai *BTU/h* kurang dari desain perhitungan berdasarkan standar meski tidak beda jauh dan area lainnya sesuai desain perhitungan berdasarkan standar bahkan lebih. Area yang kurang dari desain perhitungan berdasarkan standar yaitu jalur naik lantai 2 dan area *security check* (Ro-Ro) dengan nilai *BTU/h* 90.000 yang seharusnya 93.480 dan *lobby* keberangkatan (Ro-Ro) dengan nilai *BTU/h* 45.000 yang seharusnya 46.312.

Tabel 5. Perbandingan Kebutuhan AC Desain Perhitungan dan Implementasi di Lapangan Pada Lantai 2.

Area	Kebutuhan AC (Air Conditioner) BTU/h	
	Desain Perhitungan	Implementasi di Lapangan
R. Tunggu Keberangkatan (Ro-Ro)	123.120	120.000
R. <i>Staff</i> (Ro-Ro)	22.230	60.000
R. Rapat (Ro-Ro)	13.680	60.000
Seating Area	68.970	60.000
R. Tunggu Keberangkatan (<i>Fast Boat</i>)	184.680	240.000
Total Kebutuhan Btu/h :	412.680	540.000

Pada Tabel 5 menunjukkan ada 2 area hasil implementasi yang memiliki nilai *BTU/h* kurang dari desain perhitungan berdasarkan standar meski tidak beda jauh dan area lainnya sesuai standar bahkan lebih. Area yang kurang dari desain perhitungan standar yaitu ruang tunggu keberangkatan (Ro-Ro) dengan nilai *BTU/h* 120.000 yang seharusnya 123.120 dan *seating area* dengan nilai *BTU/h* 60.000 yang seharusnya 68.970.

Tabel 6. Perbandingan Kebutuhan AC Desain Perhitungan dan Implementasi di Lapangan Pada Lantai Ruang VTS (*Vessel Traffic Services*).

Area	Kebutuhan AC (Air Conditioner) BTU/h	
	Desain Perhitungan	Implementasi di Lapangan
R. VTS	14.250	9.000
Total Kebutuhan Btu/h :	14.250	9.000

Pada Tabel 6 dapat dilihat nilai *BTU/h* hasil implementasi pada ruang VTS dengan nilai *BTU/h* 9.000 lebih kecil dari desain perhitungan berdasarkan standar dengan nilai 14.250.

4.4 Pentanahan (*Grounding*)

Desain elektrode yang akan digunakan untuk pentanahan (*grounding*) adalah jenis elektrode batang yang terbuat dari tembaga murni dengan diameter 25 mm atau 0,025 m maka jari-jarinya adalah 0,0125 m dan dengan panjang elektrode 6 m. Berdasarkan lokasi dari Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul termasuk jenis tanah rawa (tanah yang berbatasan langsung dengan air dan daratan) maka nilai tahanan jenis tanah yaitu 30 Ω-m. Perhitungan tahanan pentanahan (*grounding*) untuk kedalaman penanaman satu batang elektrode dapat menggunakan Persamaan (4). Kemudian untuk menentukan jumlah elektrode yang akan ditanam digunakan Persamaan (5). Penanaman elektrode berjarak 1 m antar elektrode maka didapat nilai koefisiensi kombinasi 1,20. Berdasarkan perhitungan dengan Persamaan (5) didapat nilai total tahanan pentanahan berdasarkan jumlah elektrode tertanam yang di tampilkan dalam Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Nilai Total Tahanan Pentanahan (*Grounding*) Berdasarkan Jumlah Elektrode yang Ditanam

Tahanan Pentanahan (R)	koefisiensi kombinasinya (γ)	Jumlah elektrode (n)	Total Tahanan Pentanahan (Rn)
5,18 Ω	1,20	1	6,21 Ω
5,18 Ω	1,20	2	3,10 Ω
5,18 Ω	1,20	3	2,07 Ω
5,18 Ω	1,20	4	1,55 Ω
5,18 Ω	1,20	5	1,24 Ω

NFPA (*National Fire Protection Association*) dan IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) telah merekomendasikan nilai tahanan *grounding*

(pentanahan) lebih kecil atau sama dengan 5Ω , maka nilai tahanan harus sama atau di bawah 5Ω . Berdasarkan Tabel 7 elektrode ditanam berjumlah 2 titik dengan jarak 1 m antar elektrode. Implementasi penanaman 2 elektrode dengan tahanan $3,10 \Omega$ dibawah 5Ω . Dengan ini dapat disimpulkan bahwa nilai pentanahan pada Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul sudah sesuai dengan standar.

4.5 Proteksi Petir

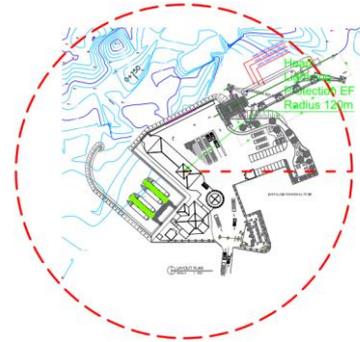
Sumber data didapat dari pihak perencana MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing) dan kunjungan langsung ke lapangan. Pada bangunan Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias proteksi petir ditempatkan sekitar 20 m dari tanah. Semakin kecil sudut proteksi maka semakin tinggi tingkat proteksi yang diperoleh (semakin baik), dan apabila menggunakan radius proteksi 30° . Untuk mencari jari-jari radius proteksi (R) untuk *Franklin Rod* (FR) digunakan Persamaan (6). Dan untuk menghitung luas proteksi petir dapat digunakan Persamaan (7). Luas proteksi petir ditunjukkan kedalam Gambar 13 dan 15. Lingkaran merah adalah luas proteksi desain perhitungan dan lingkaran merah putus-putus adalah luas proteksi implementasi di lapangan pada denah Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul.



Gambar 6. Radius proteksi Desain Perhitungan Dengan *Franklin Rod*.

Sumber : Pihak Arsitek, 2021 (Dokumen Pribadi)

Gambar 6 menunjukkan radius luas proteksi petir desain perhitungan *franklin rod*.



Gambar 7. Radius proteksi Implementasi Di Lapangan Dengan *Electrostatic Field*.
Sumber : Pihak Arsitek, 2021 (Dokumen Pribadi)

Gambar 7 menunjukkan radius luas proteksi petir yang diimplementasikan dengan *electrostatic field*.

Luas untuk proteksi petir yang direncanakan dan yang diimplementasikan dapat dilihat dari Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Nilai Luas Proteksi Desain Perhitungan dan Implementasi di Lapangan.

Luas Perencanaan	Luas Implementasi
Tipe <i>franklin rod</i>	Tipe <i>Electrostatic Field (EF)</i>
3846,5 m ²	31400 m ²

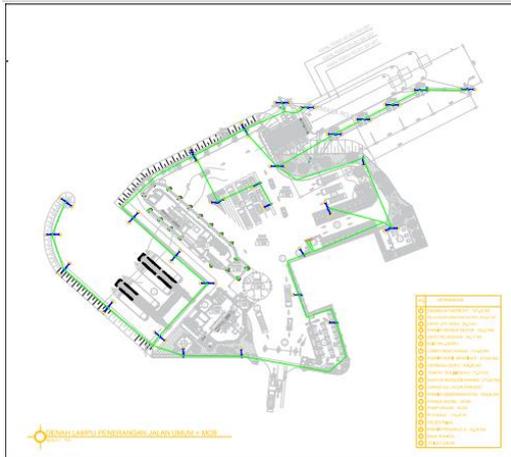
Pada Tabel 8 menunjukkan perbandingan luas perlindungan desain perhitungan proteksi *Franklin Rod* (FR) desain perhitungan dan implementasi di lapangan untuk proteksi *Electrostatic Field* (EF).

Dalam implementasi di lapangan tipe proteksi *electrostatic field* berdasarkan luas proteksi petir sudah dapat memenuhi keperluan proteksi hanya dengan memasang satu titik dengan radius proteksi sebesar 31.400 m² dari pusat proteksi petir.

4.6 Penerangan Jalan Umum (PJU)

Sumber data didapat dari pihak perencana MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing) dan kunjungan langsung ke lapangan. Standar penerangan jalan ini merujuk pada acuan SNI 7391:2008. Untuk menentukan jarak pemasangan antar tiang yang sesuai standar SNI 7391:2008 maka perlu diketahui jenis lampu yang dipasang (lumen dan daya lampu), jenis dan lebar jalan, rata-rata nilai lux atau intensitas pencahayaan, dan tinggi tiang yang akan

dipasang. Implementasi pemasangan tiang Penerangan Jalan Umum (PJU) ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 8. Sebaran Penempatan Titik Untuk Penerangan Jalan Umum.

Sumber : Pihak Arsitek, 2021 (Dokumen Pribadi)

Pada Gambar 8 menunjukkan sebaran titik untuk Penerangan Jalan Umum (PJU), terdapat 29 titik tiang Penerangan Jalan Umum (PJU) yang dipasang dan disebar di area Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul. Garis biru untuk tiang PJU dan garis hijau untuk jalur kabel PJU. Pada Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul dapat di klasifikasikan ke dalam jalan jenis lokal primer yang mana kecepatan minimal 20 km dan lebar rata-rata minimal 7,5 m. Implementasi jenis lampu yang dipasang adalah lampu jalan LED 100 W dengan nilai lumen 17500 lm. Untuk nilai lebar jalan karena tidak semua sama maka dapat diambil nilai rata-rata 7 m dan untuk nilai rata-rata kuat pencahayaan adalah 2-5 lux maka di ambil nilai 3,5 lux. Berdasarkan SNI 7391:2008 untuk menentukan jarak penempatan titik tiang dengan nilai kuat pencahayaan 3,5 lux dengan nilai lebar jalan 7 m serta tinggi tiang 6 m dan diperlukan jenis lampu minimal 70 W SON dengan Lumen 80 lm/W yaitu 5600 lm maka penempatan jarak standar adalah 44 m. Sedangkan yang di implementasi di lapangan dengan nilai kuat pencahayaan 3,5 lux dengan lebar jalan 7 m serta tinggi tiang 7 m menggunakan lampu LED 100 W dengan lumen 17500 lm dan nilai rata-rata

jarak antar titik tiang 21 m. Jarak 21 m sudah memenuhi standar yang nilai standar maksimal jarak antar tiang adalah 42 m.

4.7 Daya Pompa Hidrolik

Sumber data didapat dari pihak perencana MEP (Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing) dan kunjungan langsung ke lapangan. Spesifikasi pompa hidrolik ditunjukkan pada Tabel 9 berikut :

Tabel 9. Spesifikasi Pompa Hidrolik.

Product Name	AC Power units
Oil port thread	BSPP1/4" or BSPP3/8" and more
Remote control	Electrical control
Motor	AC 110V/ 220V/ 380V/ 415V/ 50/ 60 Hz, up to 3Kw
Gear Pump	From 0.75 cc/r to 8.0 cc/r
Working Pressure	40 bar up to 250 bar, normally setting 180 bar
Tank/ Reservoir	From 3 L up to 100 L
Flow L/M	From 3 LPM to 25 LPM
Mounting	Horizontal/ Vertical

Dalam mencari daya pompa (P) dalam watt perlu diketahui nilai Tekanan (p) dalam pa (Pascal) yang akan direncanakan dan nilai $Flow$ (Q) dalam $m^3/detik$ pompa. Tekanan kerja yang akan direncanakan adalah 50000 kg/m^2 . Untuk nilai aliran atau $flow$ pompa yaitu 25 L/menit . Untuk menghitung daya input pompa hidrolik digunakan Persamaan (8).

Dengan tekanan kerja sebesar 50.000 kg/m^2 dikonversikan menjadi 490.332 (pa) dan $flow \text{ fluida}$ sebesar 25 L/menit dikonversikan menjadi $0,00041 \text{ m}^3/s$ didapatkan daya $input$ pompa hidrolik sebesar 201 watt atau 0.21 kW .

5. KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian yang sudah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Implementasi pencahayaan dalam ruangan pada Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul masih kurang dibandingkan dengan desain perhitungan berdasarkan standar.
2. Implementasi AC (*Air Conditioner*) pada Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul masih kurang dibandingkan dengan desain perhitungan berdasarkan standar.

3. Implementasi *grounding* (pentanahan) pada Terminal Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul sudah sesuai desain perhitungan standar. Dengan nilai $3,10 \Omega$ yang tidak lebih dari standar 5Ω .
4. Implementasi proteksi petir pada Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul sudah sesuai desain perhitungan standar. Dengan luas perlindungan 31.400 m^2 melebihi keseluruhan area Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul dengan luas 5.000 m^2 .
5. Implementasi Penerangan Jalan Umum (PJU) pada Pelabuhan Penyeberangan Bias Munjul sudah sesuai desain standar. Dengan lampu LED 100 W, lumen 17500 lm, kuat pencahayaan 3,5 lux, lebar jalan rata-rata 7 m, dan tinggi tiang 7 m didapat nilai rata-rata jarak antar titik tiang 21 m yang tidak melebihi spesifikasi dan standar jarak 42 m.
6. Daya pompa hidrolis dengan tekanan kerja sebesar 50.000 kg/m^2 dikonversikan menjadi 490.332 (pa) dan *flow fluida* sebesar 25 L/menit dikonversikan menjadi $0,00041 \text{ m}^3/\text{s}$ didapatkan daya *input* pompa hidrolis sebesar 201 watt atau 0.21 kW.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Van Harten And E. Setiawan, *Instalasi Listrik Arus Kuat 2*, 4th Ed. Bandung: Bina Cipta, 2002.
- [2] A. Hasibuan, W. Verawaty Siregar, And I. Fahri, "Penggunaan Led Pada Lampu Penerangan Jalan Umum Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Penghematan Energi Listrik," *Jesce (Journal Electr. Syst. Control Eng.,* Vol. 4, No. 1, Pp. 18–32, 2020, Doi: 10.31289/Jesce.V4i1.3978.
- [3] B. Sayogo, Widjaja. Fadjar, S. T. Sinaga, Soemarjanto, D. S. Soetarman, And S. Simangunsong, *Puil 2011*, 2014th Ed., Vol. 4. Jakarta: Direktorat Jendral Ketenagalistrikan, 2014.
- [4] S. Winarno And D. A. Budihadi, "Analisa Perhitungan Beban Pendinginan Ruang Perangkat Internet Di Pt. X - Site Kedaton," Vol. 8, No. 3, Pp. 1–17, 2019.
- [5] A. Azmi, "Studi Perencanaan Kebutuhan Instalasi Listrik Di Rumah Sakit Bersalin Jeumpa Pontianak," Vol. 2, No. 1, 2018.
- [6] K. P. D. Parna, R. S. Hartati, And I. G. N. Janardana, "Desain Instalasi Listrik Untuk Perluasan Fakultas Teknik Universitas Udayana Kampus Sudirman," *J. Spektrum*, Vol. 6, No. 4, Pp. 15–20, 2019.
- [7] V. Prasetya, Purwiyanto, M. Yusuf, And M. Nurhilal, "Studi Perancangan Instalasi Penerangan Dan Pengkondisi Suhu Ruangan Pada Gedung Bertingkat Las Mesin," *Infotekmesin*, Vol. 14, No. 02, Pp. 424–428, 2023.
- [8] M. Sunarhati, "Perhitungan Tahanan Pentanahan Gardu Di Griya Kaswaripalembang," *J. Tek. Elektro*, Vol. 7, No. 2, Pp. 30–41, 2017.
- [9] I. Janardana, "Perbedaan Penambahan Garam Dengan Penambahan Bentonit Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan Pada Sistem Pentanahan," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, Vol. 4, No. 1, Pp. 24–28, 2005.
- [10] A. R. Sultan, A. Gaffar, And Syarifuddin, "Pemasangan Instalasi Penyalur Petir Masjid Lailatur Qadar Btp Blok Af Makassar," *Pros. Semin. Has. Pengabd. Kpd. Masy.*, Pp. 57–62, 2017.
- [11] L. Nurpulaela, "Sistem Proteksi Petir Pada Instalasi Jaringan Telepon Dan Pabx".
- [12] Target Hydraulics, "Hydraulic Power Pack Ebook," Target Hydraulics. Accessed: Dec. 25, 2022. [Online]. Available: <https://www.Target-Hydraulics.Com/Hydraulic-Power-Pack-Ebook/#>