

**OPTIMALISASI PEMANFAATAN *POWER SHORE CONNECTION*
PADA TERMINAL PETIKEMAS MAKASSAR****Rukmini***Program Studi Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Barombong Makassar.**Email: rukmini12mn@gmail.com***Abstrak**

Power Shore Connection yang beroperasi pada terminal petikemas berfungsi mengalirkan aliran listrik yang bersumber dari darat ke kapal, sehingga kapal-kapal yang sandar di Pelabuhan TPM dapat men-standby kan genset kapal sambil tetap menggunakan peralatan listrik yang ada di kapal. Kemampuan *Power Shore Connection* yang dimiliki Pelabuhan Terminal Petikemas Makassar masih terbatas yakni hanya berkapasitas 1000 kVA dan terbagi ke dalam 3 bagian yakni dengan frekwensi 60 HZ untuk berdaya di bawah 100 kVA dan di atas 100 kV, sedangkan yang sisanya adalah untuk berfrekwensi 50 Hz. Tujuan Penelitian adalah untuk menganalisis pemanfaatan optimal dari *Power Shore Connection*; Perbandingan konsumsi bahan bakar dan biaya energi listrik antara penggunaan energi listrik dari kapal dibandingkan dengan penggunaan listrik dari dermaga (*Power Shore Connection*). Analisis data, diantaranya: Menghitung BOR (*Berth Occupancy Ratio*); Memprediksi kebutuhan daya listrik kapal berdasarkan typenya; Memprediksi jumlah daya listrik yang dimintakan ke PLN; Menghitung perbandingan biaya antara penggunaan bbm solar dibanding kWh listrik PLN. Diperoleh hasil penelitian bahwa untuk sampel kapal yang diteliti, generator kapal yang menghasilkan daya 680 kW, apabila menjalankan genset kapal maka biaya bbm yang diperlukan adalah Rp 3.262.980/jam. Sedangkan apabila menggunakan *power shore connection* maka biaya yang diperlukan adalah Rp 1.035.558/jam. Sehingga penghematan yang diperoleh adalah Rp 2.227.422/jam.

Kata kunci: Terminal Peti Kemas, *Power Shore Connection*, Daya Listrik

Abstract

The *Power Shore Connection* that operates at the container terminal distributes electricity from land to ships so that ships docked at TPM Port can stand by the ship's generator while still using the electrical equipment on board.

The *Power Shore Connection* capability owned by the Makassar Container Terminal Port is still limited, which is only 1000 kVA capacity and is divided into 3 parts, namely with a frequency of 60 HZ to be powered below 100 kVA and above 100 kV, while the rest is for a frequency of 50 HZ.

The study aims to analyze the optimal utilization of *Power Shore Connection*; Comparison of Fuel Consumption and Electrical Energy Costs between the use of Electrical Energy from Ships compared to the use of Electricity from the Dock (*Power Shore Connection*). Data analysis, including: Calculating BOR (*Berth Occupancy Ratio*); Predicting the ship's electrical power needs based on its type; Predicting the amount of electricity requested from PLN; Calculate the cost comparison between the use of diesel fuel compared to PLN's kWh of electricity.

The results of the study were obtained that for the ship samples studied, the ship generator produces 680 KW power, if running the ship generator, the fuel cost required is Rp 3,262,980/hour. Meanwhile, if using a *power shore connection*, the required cost is Rp 1,035,558/hour. So that the savings obtained are Rp 2,227,422/hour.

Keywords: Container Terminal, *Power Shore Connection*, Electric Power.

1. Pendahuluan

Pelabuhan atau lazim disebut port adalah tempat kumpulan fasilitas alat bongkar muat barang yang meliputi crane, gudang penyimpanan yang berada di daerah perairan yang dikelilingi pelindung gelombang laut (Roa et al. 2013; Triatmodjo 2020b).

Untuk Pelabuhan di kota Makassar maka pengelolaannya oleh PT. Pelindo IV Cabang Makassar. Salah satu segmen usaha dari PT. Pelindo IV Cabang Makassar adalah Pelabuhan Terminal Petikemas Makassar atau yang disingkat TPM. TPM didirikan pada tanggal 1 Agustus 2007 (Pelindo IV 2022).

Terminal Petikemas Makassar memiliki fasilitas *Equipment* yakni Container Crane (CC) sebanyak 6 unit, *Rubber Tyre Gantry* (RTG) sebanyak 18 unit, *Reachstaker* sebanyak 5 unit, *Side Loader* 1 unit, *Forklift 32 Ton* 1 unit, *Forklift 7 ton* 2 unit, *Head truck* sebanyak 26 unit, chasis sebanyak 36 unit, *Reffer plug* sebanyak 108 plug dan *shore to ship* yang terdiri atas 3 plug yakni 250 kVA untuk frekwensi 50 Hz dengan tegangan 440 V, 250 kVA untuk frekwensi 50 – 60 Hz dan 500 kVA untuk 50 – 60 Hz dengan masing-masing tegangan di 480 V (Admin Pelindo 2022).

Sedangkan *Main Facilities* terdiri atas *Berth length* terdiri 850 *berth*, draft berukuran 9 M – 11,5 M, *Chanel depth* berukuran 15 – 17 M, *Customer area* seluas 6000 m², workshop seluas 4000 m², *container yard* seluas 126.400 m² dan *refer plug* 700.000 teus/year (Khurin Wardana Putri 2022). Selain itu Terminal Petikemas Makassar memiliki *Supporting Facilities* yang terdiri workshop seluas 2000 m², OPS control office seluas 150 m², *Truck Cons Area* seluas 6.000 m², Gate 4 unit, IT system CTOS+VGM, Power Supply PLN to shore connection 1.100 kVA – Power Supply PLN Elektrifikasi 4.330 kVA, mobil PMK terdiri 2 unit, *Reservoir* 1000 Ton, Genset sebanyak 3 unit, tangki bbm 2 unit @ 16.400 liter, *Mini power station* seluas 600 m², camera CCTV sebanyak 66 unit dan *Berthing Light Gate System* sebanyak 85 unit (Reny Sri Ayu Arman, 2023).

Adapun yang dapat amati langsung di Pelabuhan Terminal Petikemas Makassar adalah

1. Saat ini dalam proses penyaluran energi listrik dari darat ke laut atau lazimnya di sebut *Power Shore Connection* masih menggunakan peralatan yang berkapasitas 250 kVA dan 500 kVA;
2. Penggunaan listrik dari *Power Shore Connection* masih terbatas dan hanya menyuplai untuk kapal-kapal dengan kebutuhan daya 35 – 100 kVA dan 100 – 500 kVA. Sehingga apabila ada kapal yang membutuhkan daya listrik di atas 500 kVA maka tetap harus tetap menjalankan Genset di kapal lalu melakukan proses sinkronisasi baik itu di kapal atau peralatan control *Power Shore Connection*.
3. Perlu membandingkan segi biaya operasional apabila menggunakan listrik bersumber dari PLN dengan harus mengoperasikan Genset pada kapal.

Olehnya itu dilakukan penelitian tentang Optimalisasi Penggunaan *Power Shore Connection* di Terminal Petikemas Makassar.

2. Kajian Literatur

Sebagai negara maritim maka pertumbuhan ekonomi tidak terlepas dari peranan transportasi laut (Fratila (Adam) et al. 2021; Park, Seo, and Ha 2019). Armada transportasi laut tentunya memerlukan tempat sandaran apabila merapat ke darat (Hamid Nasiri 2024), peranan pelabuhan dalam hal ini Pelabuhan Terminal Petikemas memegang peranan Vital dalam proses bongkar-muat barang baik itu berasal dari kapal maupun dari dermaga (Munim and Schramm 2018).

Untuk menjaga kualitas layanan suatu Terminal Pelabuhan maka beberapa hal yang menjadikan indikator kinerja pelayanan adalah sebagai berikut :

- WT (*Wait Time*) biasa diartikan sebagai Waktu tunggu kapal.
Hal ini merupakan total waktu yang dibutuhkan saat pengajuan permohonan untuk berlabuh hingga saat proses kapal digerakkan menuju tambatan (Yahalom and Guan 2022).
- BT (*Berthing Time*) biasa juga diartikan sebagai waktu tambat (Yahalom and Guan 2022).
BT adalah total waktu keseluruhan semenjak kapal ikat tali hingga lepas tali di tambatan (Monteiro et al. 2021)
- BWT (*Berth Working Time*) biasa diartikan sebagai waktu kerja tambatan
BWT merupakan total jumlah waktu kerja dalam hal bongkar muat saat kapal dalam kondisi tertambat (University of A Coruña et al. 2018)
- NOT (*Not Operation Time*) biasa diartikan sebagai waktu yang telah direncanakan saat kapal tidak bekerja pada saat tambatan (University of A Coruña et al. 2018).
- ET (*Effective Time*) merupakan jumlah waktu selama bongkar muat, hal ini dihitung dalam satuan jam (University of A Coruña et al. 2018).
- IT (*Idle Time*) merupakan jam kegiatan kerja yang tidak digunakan selama waktu kerja saat bongkar muat di tambatan, hal ini tidak termasuk jam istirahat/makan (University of A Coruña et al. 2018).
- TRT (*Turn Round Time*) biasa juga dikatakan total waktu selama kapal merapat dipelabuhan (Dayananda Shetty Karnoji 2016).
- BTP (*Berth Through Put*) merupakan jumlah barang yang dilakukan bongkar-muat selama di tambatan/dermaga (Dayananda Shetty Karnoji 2016).
- BOR (*Berth Occupancy Ratio*) atau lasim dikatakan tingkat pemakaian dermaga.
Untuk jelasnya maka BOR merupakan perbandingan jumlah waktu pemakaian setiap dermaga dengan satu periode (dalam satuan bulan/tahun) (Dayananda Shetty Karnoji 2016; Triatmodjo 1996a) .

$$BOR = \frac{\sum \text{jumlah (Panjang terpakai)} \times \text{Waktu Tambat}}{\text{Panjang tambat tersedia} \times 24 \times \text{Hari kalender}} \times 100 \% \quad (\text{Doris Ade Widyart 2017}) \quad (1)$$

Lalu dijabarkan menjadi :

$$BOR = \frac{\sum \text{jumlah kunjungan kapal (Panjang Kapal} + 20) \times \text{Waktu Tambat}}{\text{Panjang dermaga} \times \text{Waktu tersedia} \times \text{Hari kalender}} \times 100 \% \quad (2)$$

Hasil dari perhitungan BOR digunakan untuk tingkat kepadatan suatu pelabuhan dan perencanaan pengembangan selanjutnya.

Adapun BT maka dapat dirumuskan sebagai berikut (Amrulloh Ibnu Khaldun 2018):

$$BT \text{ (Berthing Time)} = BWT - IT + NOT \quad (3)$$

Sedangkan BWT adalah

$$BWT \text{ (Berth Working Time)} = BT + NOT \text{ atau } BWT = ET - IT \quad (4)$$

Dalam pengembangan Terminal Petikemas khususnya Terminal Petikemas Makassar mengikuti aturan dari Kepmenhub-RI yakni Surat Edaran (SE) No SE-DJPL 22 Tahun 2022 tentang Penggunaan Fasilitas Listrik Darat (*Onshore Power Supply* (OPS)) di Pelabuhan bagi kapal yang berlayar di perairan Indonesia (Admin Portal 2022). Hal ini sejalan dengan kesepakatan bersama antar negara yang tergolong dalam G20 untuk menekan tingkat Polusi dunia yang diadakan pertemuannya di Bali pada tanggal 15-16 November 2022.

Selain mengikuti aturan Kepmenhub-RI maka dampak buruk dari pencemaran udara dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan tubuh manusia.

Adapun bahaya dari polusi udara yang ditimbulkan adalah sebagai berikut :

- NO_x terdiri atas komponen nitrogen seperti Nitrogen Dioksida (NO₂) dan Nitrit Oksida (NO). Pengaruh NO_x pada lingkungan hidup dapat menyebabkan ground-level ozone (smog) dan hujan asam. Dampak NO_x pada kesehatan dapat mengakibatkan gangguan pernafasan seperti bronchitis, asma, emfisema dan kematian dini (Alberto Bernabeo 2019).
- SO_x dapat menyebabkan penyakit pada saluran pernafasan seperti pada hidung dan tenggorokkan serta paru paru (Jyethi 2016).
- Volatile Organic Compounds (VOC) merupakan gas rumah kaca yang menyebabkan penyakit pada mata dan saluran pernafasan, sakit kepala, gangguan penglihatan, dan menurunnya kemampuan mengingat (David and Niculescu 2021).
- Particulate Matter (PM) dapat mengakibatkan kematian lebih cepat dari sewajarnya, batuk – batuk, sakit saat menghirup nafas, bahkan dapat mengurangi fungsi kerja paru – paru (Kyung and Jeong 2020).

Terminal Petikemas Makassar sudah peduli akan pengaruh pencemaran udara yang ditimbulkan oleh hasil pembakaran pada motor bakar Genset yang ditempatkan pada Container Crane (CC) dan kapal yang berlabuh. Olehnya itu pada tahun 2019 maka seluruh CC sudah menghentikan Gensetnya dan beralih ke listrik dari dermaga dan di tahun 2020 kapal-kapal yang memiliki genset 100 – 500 kVA dapat mempergunakan listrik dermaga melalui pelayanan *Power Shore Connection*.

Selain faktor dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh penggunaan Genset maka pihak Terminal Petikemas Makassar juga memperhitungkan faktor ekonomis dari biaya pembelian bahan bakar minyak (bbm).

Adapun peralatan yang dipergunakan dalam sistem *Power Shore Connection* adalah

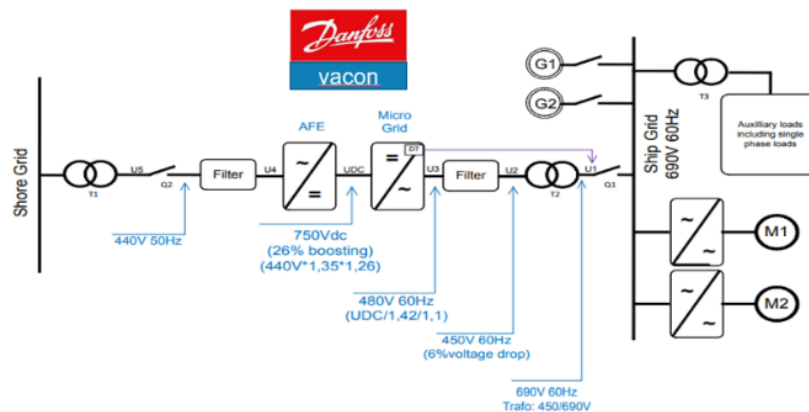
a. *Static Converter*

Static Converter atau biasa juga disebut *Static Frequency Converter* adalah alat yang dapat mengubah tegangan bolak balik (AC) ke tegangan bolak balik (AC) terkendali, dalam hal ini tegangan dan frekuensi yang dihasilkan berbeda dengan tegangan dan frekuensi asalnya/masukan (GoHz.com 2024).



Gambar 1. Static Converter

Gambar diagram kerja dapat diperlihatkan sebagai berikut :

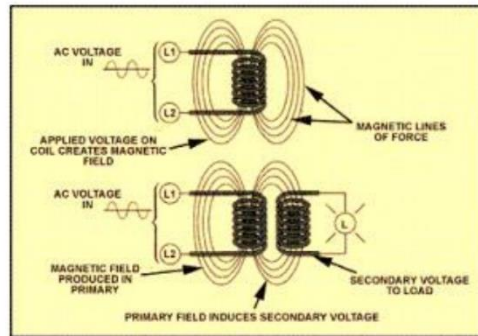


Gambar 2. Diagram kerja Power Shore Connection

b. *Transformer*

Alat untuk menurunkan atau menaikkan tegangan, namun nilai frekwensi input dan output adalah sama, ini berdasarkan bekerjanya flux atau induksi elektro-magnet mengalir dalam 2 kumparan yang disebut kumparan primer dan sekunder (Salam 2020).

Transformer mempunyai keluaran listrik sesuai pesanan yang diinginkan, namun untuk yang digunakan PLN adalah transformer 3 fasa dengan rating 500 kV/150 kV – 150 kV/11 kV – 150 kV/24 kV – 20 kV/380 V.



Gambar 3. Prinsip elektromagnetic Trafo (Salam 2020)



Gambar 4. Trafo yang tersedia di *Power Shore Connection* TPM

c. Kabel penghantar

Kabel listrik adalah jenis bahan/media untuk menyalurkan arus listrik ataupun informasi. Bahan pembuatan kabel ini beraneka jenis/ragamnya, khusus sebagai pengantar arus listrik, umumnya terbuat dari tembaga-aluminium dan umumnya dilapisi dengan pelindung baik selubung kawat baja ataukah PVC (Edvard 2010). Jenis kabel yang sering dijumpai dalam instalasi listrik yakni: Kabel NYA, Kabel NYAF, Kabel NYM, Kabel NYY, Kabel NYFGbY, Kabel ACSR, Kabel AAAC

d. Terminal Listrik Pelabuhan untuk listrik kapal

Adapun terminal listrik yang dimaksud adalah penghubung kelistrikan dari *Power Shore Connection* dengan kapal yang sandar di dermaga.

Yang menjadi persyaratan dari terminal listrik adalah:

- Fleksibel dan dapat bermanuver ke segala arah
- Hemat ruang bahkan di ruang instalasi yang sulit
- Awet dan tahan lama terhadap iklim / pengaruh luar



Gambar 5. Terminal Listrik Pelabuhan untuk listrik kapal

- e. Perhitungan konsumsi rata-rata genset

Untuk menghitung konsumsi solar rata-rata, (Badaruddin and Hardiansyah 2015):

$$V = k \times P \times t \quad (5)$$

Dimana: V = Volume (liter), k = SFOC rata-rata (0,21) liter/kwh, P = Daya (kw), t = Waktu operasi (jam)

- f. Harga tarif solar

Pada situs <https://www.pertamina.com/> yakni seperti berikut ini:

Tabel 1. Tarif harga bbm Pertamina konsumen Industri Non Subsidi (Fadjar 2024)

Jenis Produk	Harga Dasar (Rp/Liter)	Harga Dasar (US\$/Liter)
HSD Solar Industri (Wilayah 1)	IDR 20.300	USD 1,265
HSD Solar Industri (Wilayah 2)	IDR 20.300	USD 1,265
HSD Solar Industri (Wilayah 3)	IDR 20.400	USD 1,275
HSD Solar Industri (Wilayah 4)	IDR 20.550	USD 1,285

(Harga di atas belum termasuk PPn, PPH, dan PBBKB)

dan setelah dihitung maka total harga per liter solar industri adalah Rp 22.850.

- g. Harga tarif dasar listrik

Berdasarkan Tarif Dasar Listrik PLN (Yefta Christopherus Asia 2024) tarif listrik September 2023 untuk Golongan P-2/TM daya di atas 200 kVA, Rp1.522,88 per kWh.

3. Metode Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan selama sekitar 6 (enam) bulan dan observasi di lapangan sekitar 24 hari pada obyek di lokasi Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar – Terminal Peti kemas Makassar.

Adapun Langkah-langkah yang diambil untuk optimalisasi penggunaan *Power Shore Connection* di Terminal Petikemas Makassar adalah :

- Menghitung BOR (Berth Occupancy Ratio)
- Memprediksi kebutuhan daya listrik kapal berdasarkan typenya

Rukmini

- Memprediksi jumlah daya listrik yang dimintakan ke PLN
- Menghitung perbandingan biaya antara penggunaan bbm solar dibanding kWh listrik PLN

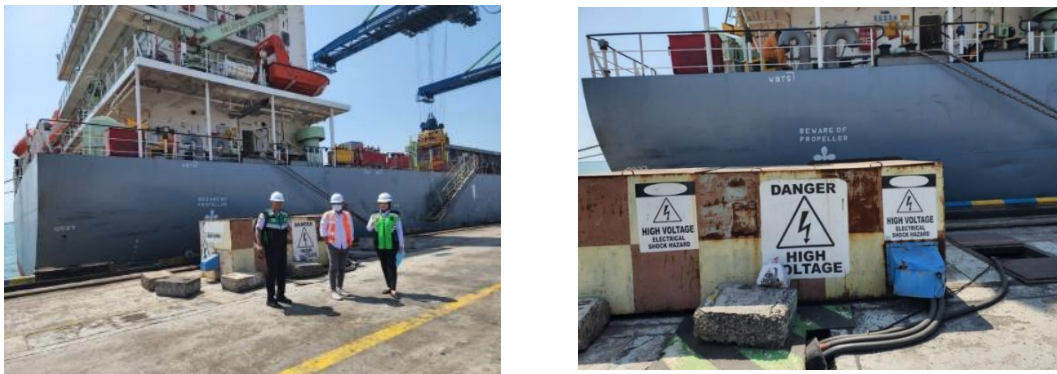
Kegiatan yang dilakukan saat penelitian :

- Observasi kondisi peratan kelistrikan yang ada meliputi *Power Shore Connection*, terminal listrik darat, beban kelistrikan kapal



Gambar 6. Saat berkunjung ke *Power Shore Connection*-TPM

- Mengecek jumlah kapal yang sandar di dermaga dan menghitung kebutuhan listriknya.
- Mengecek laporan kunjungan kapal di TPM selama 1 tahun.
- Memperhatikan kapasitas kemampuan daya peralatan *Power Shore Connection* yang telah dimiliki dan kemungkinan penambahan peralatan *Power Shore Connection* yang baru.



Gambar 7. Saat berkunjung ke dermaga **Gambar 8. Bagian *Terminal Wire Connection***

Melakukan dialog langsung kepada awak kapal tentang konsumsi bbm yang dipergunakan apabila harus mengoperasikan genset kapal.



Gambar 9. Kapal MV. Golden Ocean



Gambar 10. Saat berada di kapal MV. Golden Ocean



Gambar 11. Keluaran daya listrik dari setiap Generator dan 4 jumlah panel Generator

Adapun data-data yang didapatkan di TPM adalah:

a. Peralatan *Power Shore Connection*:

- Mark : Danfos Vacon Greed converter (static converter)
- Type : EMC Class T
- Prod.cd :XA07305AOTO2WGA1A2000000+MASG
- Power : 250 kVA & 500 KV
- Output : 480 V – 60 HZ

Tabel 2. Rating & dimension Static Converter

Ratings and dimensions

VACON NXP Grid Converter 465-800 V DC, Type Open, liquid-cooled, EMC Class T

Product code	AC Current			DC Power				Power loss c/a/T*)	Size/prot. CH/Type/	Dimensions W x H x D	Weight t
	Thermal	Rated	Rated	400V AC	500V AC	400V AC	500V AC				
	I _{TH} [A]	I _L [A]	I _H [A]	mains I _{TH} [kW]	mains I _{TH} [kW]	mains I _L [kW]	mains I _L [kW]	[kW]	IP	[mm]	[kg]
NXA02615A0T02WVA1A2000000+MASG	261	237	174	176	220	160	200	4.0/0.4/4.4	CH5/IP00	246 x 553 x 264	40
NXA03855A0T02WVA1A2000000+MASG	385	350	256.7	259	324	236	295	5.5/0.5/6.0	CH61/IP00	246 x 658 x 374	55
NXA05205A0T02WVA1A2000000+MASG	520	473	346.7	350	438	319	398	6.5/0.5/7.0	CH62/IP00	246 x 658 x 374	55
NXA07305A0T02WVA1A2000000+MASG	730	664	486.7	492	615	448	559	10.0/0.7/10.	CH62/IP00	246 x 658 x 374	55
NXA09205A0T02WVA1A2000000+MASG	920	836	613.3	620	775	563	704	14.4/0.9/15.	CH63/IP00	505 x 923 x 375	120
NXA11505A0T02WVA1A2000000+MASG	1150	1045	766.7	775	969	704	880	18.4/1.1/19.	CH63/IP00	505 x 923 x 375	120
NXA16405A0T02WVA1A2000000+MASG	1640	1491	1093.	1105	1382	1005	1256	19.5/1.2/20.	CH64/IP00	746 x 923 x 375	180
NXA23005A0T02WVA1A2000000+MASG	2300	2091	1533.	1550	1938	1409	1762	29.6/1.7/31.	CH64/IP00	746 x 923 x 375	180

b. Kabel

- Dari peralatan Transformer 1000 kVA ke Static Converter
 Mark : Kabelindo
 Type : N2XSY
 Ukuran : 3 x 1 x 50 mm² (medium voltage)
- Dari peralatan *Static Converter* ke terminal darat-laut
 Mark : Kabelindo
 Type : NYFGBY
 Ukuran : 4 x 1 x 150 mm²

Transformer

Mark: B&D Transformer
 Type: ONAF / 20 kV/380 V D-Y
 Power: 1000 kVA
 Freq: 50 Hz



Gambar 12. Diskusi Bersama Engineer TPM **Gambar 13. Lokasi daya di bawah 250 kVA**

d. Data Berthing Time (BT), Berth Working Time (BWT) , Not operation time (NOT) selama 1 tahun (Juli 2022 hingga Juni 2023) yang didapatkan dari data operasional Terminal Petikemas Makassar (TPM).

Berdasarkan prosentase penggunaan frekwensi listrik pada kapal yang berada di Eropa

Tabel 3. Vesel Type of frequence (P. Ericsson, 2008)

Vessel Type	50 Hz	60 Hz
Container Vessel (<140 m)	63%	37%
Container Vessel (>140 m)	6%	94%
Container Vessel (total)	26%	74%
Roro and Vehicle Vessels	30%	70%
Oil and Product Tankers	20%	80%
Cruise Ship (<200 m)	36%	64%
Cruise Ship (>200 m)	-	100%
Cruise Ship (total)	17%	83%

Tabel 4. Vesel Type of Power Demand (P. Ericsson, 2008)

Vessel Type	Average Power Demand (MW)	Peak Power Demand (MW)	Peak Power Demand for 95 % of Vessels (MW)
Container Vessels (< 140 m)	0.17	1	0.8
Container Vessels (> 140 m)	1.2	8	5
Container Vessels (total)	0.8	8	4
Roro and Vehicle Vessel	1.5	2	1.8
Oil and Product Tankers	1.4	2.7	2.5
Cruise Ship (<200 m)	4.1	7.3	6.7
Cruise Ship (>200 m)	7.5	11	9.5
Cruise Ship (>300 m)	10	20	12.5

4. Hasil dan Pembahasan

Peningkatan kunjungan kapal hal ini mengakibatkan kebutuhan akan listrik darat ke kapal ikut meningkat pula.

Pengamatan Berthing Time (BT), Berth Working Time (BWT), Not operation time (NOT)

- Data Berthing Time (BT) selama 1 tahun (Juli 2022 hingga Juni 2023)

Tabel 5. BT di Pelabuhan Petikemas Makassar tahun 2022 – 2023

No	Bulan Kunjungan Kapal	Jumlah BT (jam:menit)	Rata-rata BT (jam)
1	Juli 2022	316 : 24	18.61
2	Agustus 2022	402 : 07	16.75
3	September 2022	480 : 51	18.49
4	Oktober 2022	437 : 49	19.04
5	November 2022	567 : 20	18.91
6	Desember 2022	502 : 22	19.32
7	Januari 2023	525 : 18	19.46
8	Februari 2023	566 : 05	20.22
9	Maret 2023	513 : 34	20.54
10	April 2023	539 : 12	22.47
11	Mei 2023	695 : 19	22.43
12	Juni 2023	604 : 31	24.18

- Data Berth Working Time (BWT) selama 1 tahun (Juli 2022 hingga Juni 2023)

Tabel 6. BWT di Pelabuhan Petikemas Makassar tahun 2022 – 2023

No	Bulan Kunjungan Kapal	Jumlah BWT (jam:menit)			Rata-rata BWT (jam)		
		ET	IT	ET + IT	ET	IT	ET + IT
1	Juli 2022	164 : 32	70 : 56	235 : 28	9.68	4.17	13.85
2	Agustus 2022	232 : 58	73 : 31	306 : 29	9.71	3.02	12.73
3	September 2022	229 : 14	81 : 56	306 : 29	8.82	3.15	11.97
4	Oktober 2022	222 : 19	102 : 29	324 : 48	9.67	4.46	14.12
5	November 2022	237 : 13	213 : 05	450 : 18	7.91	7.10	15.01
6	Desember 2022	263 : 29	142 : 28	405 : 57	10.13	5.48	15.61
7	Januari 2023	262 : 50	157 : 06	419 : 56	9.73	5.89	15.63
8	Februari 2023	356 : 32	107 : 05	463 : 37	12.73	3.82	16.56
9	Maret 2023	267 : 39	175 : 15	442 : 54	10.71	7.01	17.72
10	April 2023	230 : 47	153 : 00	383 : 47	9.62	6.38	15.99
11	Mei 2023	291 : 01	258 : 59	550 : 00	9.39	8.39	17.72
12	Juni 2023	249 : 34	246 : 08	449 : 42	9.98	9.85	19.83

Data Not operation time (NOT) selama 1 tahun (Juli 2022 hingga Juni 2023)

Tabel 7. NOT di Pelabuhan Petikemas Makassar tahun 2022 – 2023

No	Bulan Kunjungan Kapal	Jumlah NOT (jam:menit)			Rata-rata NOT (jam)		
		Awal	Akhir	Aw+Ak	Awal	Akhir	Aw+Ak
1	Juli 2022	41 : 03	39 : 53	80 : 56	2.41	2.35	4.76
2	Agustus 2022	52 : 47	43 : 51	96 : 38	2.20	1.83	4.03
3	September 2022	124 : 48	44 : 53	169 : 41	4.80	1.73	6.53
4	Oktober 2022	63 : 23	49 : 38	113 : 01	2.76	2.16	4.91
5	November 2022	65 : 22	51 : 40	117 : 02	2.18	1.72	3.90
6	Desember 2022	42 : 24	54 : 00	96 : 24	1.63	2.08	3.71
7	Januari 2023	44 : 17	59 : 04	103 : 21	1.64	2.19	3.83
8	Februari 2023	38 : 25	64 : 03	102 : 28	1.37	2.29	3.66
9	Maret 2023	37 : 07	33 : 33	70 : 40	1.48	1.34	2.38
10	April 2023	57 : 50	97 : 35	155 : 25	2.41	4.07	6.48
11	Mei 2023	64 : 20	80 : 59	145 : 19	2.08	2.61	4.69
12	Juni 2023	56 : 44	52 : 05	108 : 49	2.27	2.08	4.35

Adapun data data yang didapatkan dari hasil diskusi bersama Engineer lapangan adalah :

- Jumlah kunjungan kapal dalam periode Juli-Juni = 450 buah
- Untuk rata-rata panjang kapal pada tahun 2022-2023 = 143 m
- Waktu tambatan diambil berthing time (BT) rata-rata = 20,04 jam/hari
- Panjang dermaga di Soekarno-Hatta Makassar, TPM = 1360 m , 820 m
- Waktu yang tersedia dalam 1 hari = 24 jam
- Hari kelender yang tersedia dalam 1 tahun = 365 hari

Dengan demikian, *Berth Occupancy Ratio* (BOR) tahun 2022-2023 adalah:

- BOR (*Berth Occupancy Ratio*) atau lazim dikatakan tingkat pemakaian dermaga. Sesuai persamaan (1), maka:

$$BOR = BOR = \frac{\Sigma 450((143+20) \times 20,04)}{820 \times 24 \text{ jam} \times 365} \times 100 \% = 20,46 \%$$

- Prediksi kebutuhan daya listrik kapal berdasarkan typenya :

Menurut Penelitian yang dilakukan Ericsson yang berjudul *Shore-side Power Supply* di tahun 2008, maka membagi dalam kategori:

- *Container Vessels* (<140 m) rata rata memiliki kebutuhan daya listrik saat berlabuh sebesar 0,17 MW dengan maximum daya di 1 MW namun saat beroperasi optimum penggunaanya hanya di 95 % atau sekitar 0,8 MW

Rukmini

- *Container Vessels* (>140 m) rata rata memiliki kebutuhan daya listrik saat berlabuh sebesar 1,2 MW dengan maximum daya di 8 MW namun saat beroperasi optimum penggunaannya hanya di 95 % atau sekitar 5 MW
- *Container Vessels* (total) rata rata memiliki kebutuhan daya listrik sebesar 0,8 MW dengan maximum daya di 8 MW namun optimum penggunaannya hanya di 95 % atau sekitar 4 MW
- Roro dan *Vehicle Vessel* rata rata memiliki kebutuhan daya listrik saat berlabuh sebesar 1,5 MW dengan maximum daya di 2 MW namun optimum penggunaannya hanya di 95 % atau sekitar 1,8 MW
- Oil dan Product tankers rata rata memiliki kebutuhan daya listrik saat berlabuh sebesar 1,4 MW dengan maximum daya di 2,7 MW namun optimum penggunaannya hanya di 95 % atau sekitar 2,5 MW
- *Cruise Ship* atau kapal penumpang (<200 m) rata rata memiliki kebutuhan daya listrik saat sandar didermaga sebesar 4,1 MW dengan maximum daya di 7,3 MW namun optimum penggunaannya hanya di 95 % atau sekitar 6,7 MW
- *Cruise Ship* atau kapal penumpang (>200 m) rata rata memiliki kebutuhan daya listrik saat sandar didermaga sebesar sebesar 7,5 MW dengan maximum daya di 11 MW namun optimum penggunaannya hanya di 95 % atau sekitar 9,5 MW
- *Cruise Ship* atau kapal penumpang (>300 m) rata rata memiliki kebutuhan daya listrik saat sandar didermaga sebesar 10 MW dengan maximum daya di 20 MW namun optimum penggunaannya hanya di 95 % atau sekitar 12,5 MW

Dalam hal ini salah satu yang diambil contoh adalah kapal MV. Golden Ocean dengan 20.986 GT, dengan panjang 176 meter. Terdapat 4 buah generator dengan masing-masing daya generator sebesar 170 kW atau total beban di 680 kW.

Apabila dengan menghitung Panjang kapal yang mencapai 176 meter dan memperhitungkan celah aman diantara kapal berkisar 25 meter. Maka untuk Pelabuhan terminal petikemas Makassar yang memiliki Panjang 820 meter dapat menampung 4 buah kapal seukuran MV. Golden Ocean. Sehingga taksiran kebutuhan daya listrik untuk total ke 4 kapal tersebut haruslah minimal $680 \text{ kW} \times 4 \text{ unit} = 2.720 \text{ kW}$ atau dibulatkan sekitar 3 MW.

Perhitungan perbandingan biaya apabila menggunakan bbm solar tarif industri dengan harga kWh listrik PLN. Sebagai salah satu contoh penggunaan beban kapal MV. Golden Ocean selama 1 jam.

a. Apabila menggunakan Genset Solar:

Dengan rumus pada persamaan (3), maka: $V = 0,21 \text{ ltr/kwh} \times 680 \text{ kW} \times 1 \text{ hour} = 142,8 \text{ liter}$,
harga 1 liter solar pertamina industri = Rp 22.850, total biaya yang harus dikeluarkan setiap jam = $\text{Rp } 22.850 \times 142,8 = \text{Rp } 3.262.980$.

b. Apabila menggunakan listrik kWh PLN

Untuk daya listrik 680 kW dan harga listrik PLN yakni : Golongan P-2/TM (Kantor Pemerintah) daya di atas 200 kVA adalah Rp 1.522,88/kWh

Sehingga total biaya apabila menggunakan listrik PLN maka akan dibayarkan sebesar =
 $Rp1.522,88 \times 680 = Rp 1.035.558$, sehingga penghematan yang dilakukan sebesar =
 $Rp3.262.980 - Rp 1.035.558 = Rp 2.227.422$.

Namun tentunya nilai ini belum memperhitungkan biaya investasi pembangunan *Power Shore Connection*

5. Kesimpulan

- 1) Pemanfaatan dermaga atau BOR pada terminal petikemas Makassar di tahun Juli 2022- Juni 2023 adalah sebesar 20,46 %.
- 2) Dengan sampel kapal yang merapat di Pelabuhan Terminal Petikemas yakni MV. Golden Ocean yang memiliki bobot 20.986 GT dengan Panjang 176 meter maka untuk ukuran Panjang yang dimiliki Pelabuhan Terminal Petikemas Makassar yakni 820 meter maka memungkinkan dapat menampung 4 buah kapal yang sejenis MV. Golden Ocean. Sebagai perbandingan kebutuhan daya listrik ke PLN maka pihak Terminal Petikemas Makassar dapat mengusulkan penambahan daya sebesar 3 MW untuk *Power Shore Connection*.
- 3) Sebagai asumsi untuk perbandingan biaya apabila menggunakan Genset kapal untuk daya listrik sebesar 680 kW selama 1 jam maka pihak pemilik kapal harus mengeluarkan biaya sebesar Rp 3.262.980,- dan belum biaya lainnya seperti nilai susut suku cadang dan oli. Namun apabila menggunakan listrik darat maka pihak owner cukup mengeluarkan sebesar Rp 1.035.558, - + biaya administrasi Pelabuhan, yang mana selisih harga tersebut membuat penggunaan listrik darat atau *Power Shore Connection* lebih menguntungkan.

Daftar Pustaka

- Admin Pelindo. 2022. "Makassar New Port, Pelabuhan Hub Terbesar Di Indonesia Timur." February 22.
- Admin Portal. 2022. "Kemenhub Terbitkan Aturan Penyediaan Fasilitas Listrik Darat (*Onshore Power Supply/Ops*) Di Pelabuhan Bagi Kapal Yang Berlayar Di Perairan Indonesia." *DIRJEN HUBLA*.
- Alberto Bernabeo, Raimondo. 2019. "Health and Environmental Impacts of Nox: An Ultra- Low Level of Nox (Oxides of Nitrogen) Achievable with A New Technology." *Global Journal of Engineering Sciences* 2(3). doi: 10.33552/GJES.2019.02.000540.
- Amrulloh Ibnu Khaldun. 2018. "Pelaksanaan Bongkar Muat Peti Kemas Dan Waktu Penyelesaian (Turn Round Time)."

- Badaruddin and Ferdi Hardiansyah. 2015. "Perhitungan Optimasi Bahan Bakar Solar Pada Pemakaian Generator Set Di Bts." *Jurnal Teknologi Elektro* 6(2). doi: 10.22441/jte.v6i2.791.
- David, Elena, and Violeta-Carolina Niculescu. 2021. "Volatile Organic Compounds (VOCs) as Environmental Pollutants: Occurrence and Mitigation Using Nanomaterials." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(24):13147. doi: 10.3390/ijerph182413147.
- Dayananda Shetty Karnoji. 2016. "Measuring Port Performance and Productivity."
- Doris Ade Widyart. 2017. "Analisis Berth Occupancy Ratio (Bor) Untuk Memenuhi Standatr Utilitas Dirjen Perhubungan Laut Pada Dermaga B Curah Cair Pelabuhan Dumai." *Neliti*.
- Edvard. 2010. "Shields on Power Cables." *Electrical Engineering Portal*.
- Fadjar. 2024. "Daftar Harga Bahan Bakar Khusus / Non Subsidi Tmt 1 Juni 2024." *Pertamina*.
- Fratila (Adam), Alexandra, Ioana Andrada Gavril (Moldovan), Sorin Cristian Nita, and Andrei Hrebenciuc. 2021. "The Importance of Maritime Transport for Economic Growth in the European Union: A Panel Data Analysis." *Sustainability* 13(14):7961. doi: 10.3390/su13147961.
- GoHz.com. 2024. "Understanding Static Frequency Converter." *GOL HZ.Com*.
- Hamid Nasiri. 2024. "Navigating the Waves: The Dynamics and Future of Sea Transportation." May.
- Jyethi, Darpa Saurav. 2016. "Air Quality: Global and Regional Emissions of Particulate Matter, SOx, and NOx." Pp. 5–19 in *Plant Responses to Air Pollution*, edited by U. Kulshrestha and P. Saxena. Singapore: Springer Singapore.
- Khurin Wardana Putri. 2022. "Analisis Kapasitas Dermaga Terminal Petikemas Makassar New Port Berdasarkan Nilai Berth Occupancy Ratio (Bor) Dan Berth Throughput (BTP)." *SENSISTEK, Vol. 5, No. 2, Vol. 5, No. 2(November 2022)*.
- Kyung, Sun Young, and Sung Hwan Jeong. 2020. "Particulate-Matter Related Respiratory Diseases." *Tuberculosis and Respiratory Diseases* 83(2):116. doi: 10.4046/trd.2019.0025.
- Monteiro, Juvinal Lucas, Lukmandono, Pramudya Imawan Santoso, and Rony Prabowo. 2021. "Maritime Industry - Ports and Supporting Activities: Literature Review." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1010(1):012019. doi: 10.1088/1757-899X/1010/1/012019.
- Munim, Ziaul Haque, and Hans-Joachim Schramm. 2018. "The Impacts of Port Infrastructure and Logistics Performance on Economic Growth: The Mediating Role of Seaborne Trade." *Journal of Shipping and Trade* 3(1):1. doi: 10.1186/s41072-018-0027-0.
- P. Ericsson,. 2008. "Shore-Side Power Supply - a Feasibility Study and a Technical Solution for an on-Shore Electrical Infrastructure to Supply Vessels with Electrical Power While in Port." *Semantic Scholar*.
- Park, Jin Suk, Young-Joon Seo, and Min-Ho Ha. 2019. "The Role of Maritime, Land, and Air Transportation in Economic Growth: Panel Evidence from OECD and Non-OECD Countries." *Research in Transportation Economics* 78:100765. doi: 10.1016/j.retrec.2019.100765.
- Pelindo IV 2022. "Pelindo Pelabuhan Makassar."
- Reny Sri Ayu Arman. 2023. "Terminal Peti Kemas Makassar New Port Siap Beroperasi Penuh." September 1.
- Roa, Ivan, Yessica Peña, Beatriz Amante, and María Goretti. 2013. "Ports: Definition and Study of Types, Sizes and Business Models." *Journal of Industrial Engineering and Management* 6(4):1055–64. doi: 10.3926/jiem.770.
- Salam, Md. Abdus. 2020. "Transformer: Principles and Practices." Pp. 45–109 in *Fundamentals of Electrical Power Systems Analysis*. Singapore: Springer Singapore.
- Triatmodjo. 1996a. *Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset, 1996.
- Triatmodjo. 2020b. *Perencanaan Pelabuhan*.
- University of A Coruña, Raúl Villa-Caro, Juan Carlos Carral, Carral Design Engineering Solutions, José Ángel Fraguera, University of A Coruña, Mario López, University of Porto

- (FEUP), Luis Carral, and University of A Coruña. 2018. "A Review Of Ship Mooring Systems." *Brodogradnja* 69(1):123–49. doi: 10.21278/brod69108.
- Yahalom, Shmuel Z., and Changqian Guan. 2022. "Baseline Sea Time for Containership Liner Service: A New Method to Evaluate Voyage Time Efficiency and Performance." *Maritime Transport Research* 3:100051. doi: 10.1016/j.martra.2022.100051.
- Yefta Christopherus Asia. 2024. "Rincian Tarif Listrik Yang Berlaku per 1 Juli 2024." *Kompas.Com*.