

Aliran Daya dan Kebutuhan Energi Listrik Pelabuhan Kontainer: Kajian Perencanaan Elektrifikasi dan Profitabilitas di PT. Kaltim Kariangau Terminal

Imam Shofi'i¹, Taqiyuddin², Mayda Waruni Kasrani³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan
Jln. Pupuk Raya Gn. Bahagia Balikpapan 76114 INDONESIA

Email: ¹ iymhaem.djokham@gmail.com · ² taqiyuddin@uniba-bpp.ac.id · ³ mayda@uniba-bpn.ac.id

Abstract— In its development, industry requires large amounts of electrical power. Thus, electrification planning and power flow analysis at PT. East Kalimantan Kariangau Terminal is an important factor. This power flow analysis aims to determine the amount of power required, use equipment in accordance with the provisions, and determine the amount of existing losses. In this research, power flow analysis begins by knowing the total existing load to determine active and reactive power using the ETAP program. After carrying out the analysis, we then calculate the operational costs compared with operational costs, especially those related to fuel costs before electrification. The results obtained show significant cost savings of 48% after electrification.

Intisari— Dalam perkembangannya, industri membutuhkan tenaga listrik yang besar. Dengan demikian, perencanaan elektrifikasi dan Analisis aliran daya pada PT. Kaltim Kariangau Terminal merupakan faktor penting. Analisis aliran daya ini bertujuan untuk mengetahui besar daya yang diperlukan, penggunaan peralatan yang sesuai dengan ketentuan, mengetahui besar *losses* yang ada. Pada penelitian ini, Analisis aliran daya diawali dengan mengetahui total beban yang ada untuk mengetahui daya aktif dan reaktif dengan menggunakan program ETAP. Setelah melakukan analisis kemudian memperhitungkan biaya operasional yang dibandingkan dengan biaya operasional khususnya terkait dengan biaya bahan bakar sebelum dilakukan elektrifikasi. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya penghematan biaya yang cukup signifikan sebesar 48% setelah dilakukan elektrifikasi.

Kata Kunci— Analisis aliran daya, Biaya operasional, *Electrical transient analyzer program (ETAP)*, Elektrifikasi.

I. PENDAHULUAN

PT. Kaltim Kariangau Terminal (PT. KKT) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan fasilitas terminal petikemas, baik untuk perdagangan domestik maupun internasional. *Container crane* merupakan alat yang berperan penting dalam mengelola dan memindahkan peti kemas dan juga sebagai alat yang berfungsi untuk melayani, jika ada headtruck atau trailer yang ingin memuat peti kemas atau peti kemas dari pelabuhan peti kemas kariangau.

Saat ini *container crane* yang ada di PT. kaltim kariangau terminal masih menggunakan generator diesel sebagai sumber energi listrik utama, penggunaan generator diesel merupakan hal yang kurang efisien karena memiliki beberapa dampak negatif diantaranya biaya operasional yang kurang efisien dan tidak ramah lingkungan.

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan di atas penulis tertarik untuk melakukan elektrifikasi di PT. KKT, elektrifikasi merupakan proses perubahan yang awalnya menggunakan energi yang tidak ramah lingkungan kemudian di ganti dengan menggunakan energi yang ramah lingkungan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Container crane (CC)*

Container crane (CC) merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk bongkar muat peti kemas dari dermaga ke kapal maupun dari kapal ke dermaga. *Container crane* dipasang secara permanen yang diletakkan di pinggir dermaga dengan menggunakan rel, sehingga dapat bergeser baik ke kiri dan ke kanan untuk bongkar muat peti kemas dalam jangkauan yang dekat maupun jauh [1].



Gambar. 1 *Container crane*

B. *Motor hoist*

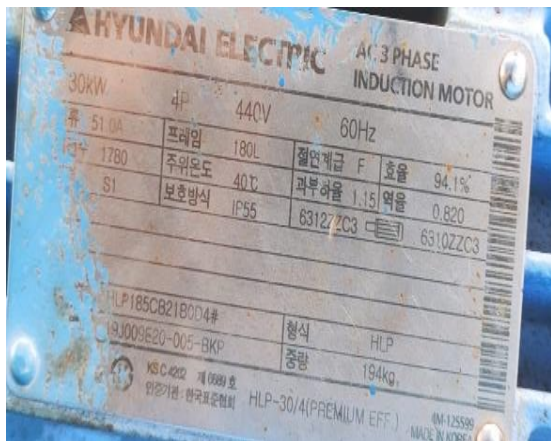
Motor hoist merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menggerakkan *spreader* naik dan turun.



Gambar. 2 Motor hoist

C. Motor trolley

motor trolley merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menggerakkan spreader dengan gerakan horizontal, gerakan ini bertujuan untuk memindahkan kontainer dari kapal menuju dermaga atau sebaliknya.



Gambar. 3 Motor trolley

D. Motor boom

Motor Boom merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menggerakkan lengan boom, biasanya motor boom digunakan pada saat crane akan beroperasi dan juga pada saat crane akan segera dimatikan



Gambar. 4 Motor boom

E. Motor gantry

Motor Gantry merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menggerakkan tubuh container crane dengan gerakan horizontal mengikuti rel baja.



Gambar. 5 Motor gantry

III. METODE PENELITIAN

J. Waktu dan tempat penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di PT. Equiport Inti Indonesia, Jalan Pulau Balang No.1 KM.13, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur.

Penelitian ini dilakukan sejak bulan september 2023 sampai bulan juni 2024. Waktu ini juga termasuk penyusunan Skripsi yang bertempat di Universitas Balikpapan.

K. Metode penelitian

Tahap I. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

- a) Melakukan studi literatur tentang sistem elektrifikasi;
- b) Mengumpulkan data mengenai spesifikasi motor yang ada di crane.

Tahap II. Perancangan dan Simulasi elektrifikasi dengan menggunakan perangkat lunak ETAP.

- a). Perancangan elektrifikasi berdasarkan data motor yang ada di PT. Kaltim kariangau termial.
- b). Simulasi sistem PLTS atap dengan menggunakan perangkat lunak ETAP untuk mengetahui aliran daya pada container crane.

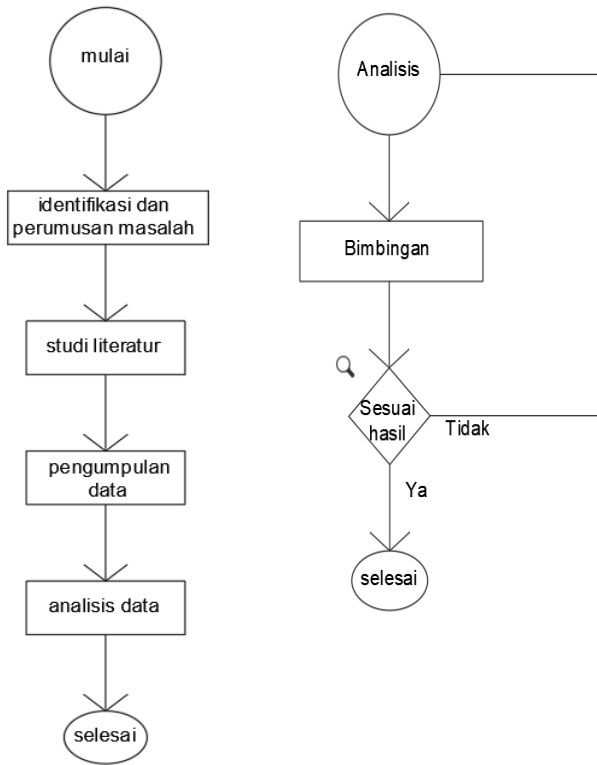
Tahap III. Analisis hasil simulasi dan perbandingan biaya operasional.

- a). Menganalisis hasil simulasi dan pengolahan data mengenai aliran daya listrik dan performa hasil simulasi.
- b). Melakukan perbandingan dengan standar yang ada untuk mengetahui apakah elektrifikasi sudah efektif dan efisien.

Tahap IV. Kesimpulan dan saran

- a). Menyimpulkan hasil analisis daya listrik dengan sistem elektrifikasi di PT. Kaltim Kariangau Terminal.
- b). Memberikan saran terhadap pengembangan sistem elektrifikasi di PT. Kaltim Kariangau Terminal dan penelitian lanjutan yang dapat dilakukan untuk mengembangkan sistem elektrifikasi secara lebih efektif dan efisien.

C. Flow chart jalannya penelitian



Gambar. 6 Flow chart jalannya penelitian

D. Analisis aliran daya listrik

Analisis aliran daya listrik (*load flow analysis*) merupakan analisis yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran daya yang berupa pengaruh dari variasi beban dan rugi-rugi transmisi pada aliran daya. Namun untuk melakukan analisis tersebut harus mengetahui arus nominal, sehingga dari arus nominal ini dapat diketahui nilai arus start, KHA, dan arus busbar.

Sebelum menentukan nilai (I_n) arus nominal, kita harus menentukan nilai (P_{in}) daya masuk dengan perhitungan sebagai berikut:

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :
 P_{in} : Daya masuk
 V : Tegangan
 I : arus

Kemudian untuk menghitung nilai arus nominal sebagai berikut :
 Motor AC

$$I_n = P_{in} / (\sqrt{3} \times V \times \cos\phi) \dots\dots\dots(1)$$

Motor DC

$$I_n = P_{in} / V \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :
 I_n : arus nominal
 V : tegangan
 P_{in} : daya masuk

Perhitungan untuk menentukan nilai arus start sebagai berikut :
 $I_{star} = 5 \times I_{nominal} \dots\dots\dots(4)$

Perhitungan untuk menentukan nilai KHA sebagai berikut :
 $KHA = 125\% \times I_n \dots\dots\dots(5)$

Dimana :
 KHA : Kuat Hantar Arus
 I_n : Arus nominal

Pemilihan gawai proteksi sesuai aturan PUIL 2011 :
 Gawai proteksi = $I_n \geq I_b \leq KHA \dots\dots\dots(6)$

Perhitungan untuk menentukan nilai busbar :
 $I_{busbar} = I_{total} \times 125\% \dots\dots\dots(7)$

Dimana :
 I_{total} : total arus nominal

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Spesifikasi dan hasil simulasi

Speisifikasi motor-motr yang digunakan pada *container crane* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Motor

No	Peralatan	Spesifikasi	Daya (kW)
1	Motor <i>hoistt</i>	300 HP/440VAC/1785	224
2	Motor <i>gantry</i>	8X18,5kW/440VAC/31,2A	148
3	Motor <i>trolley</i>	4 X 30 kW/440VACx4/50A	120
4	Motor <i>boom</i>	100 kW/400VAC/170A	100
5	<i>Hoistt brake</i>	22 kW/400VAC/54A	22
6	<i>Gantry brake</i>	8 X 5 HP/400VAC	29,6
7	<i>Trolley brake</i>	4 X 5 HP/400VAC	14,8
8	<i>Boom brake</i>	15 kW/220VDC	15
9	<i>Lighting</i>	16 x 500 W/220VAC	8
10	Motor <i>spreader</i>	7,5 kW/380VAC/3482	7,5
11	<i>Air conditioning</i>	2 x 1800 W/220VAC	3,6
12	<i>elevator</i>	11 kW /400VAC	11
Total			703,5

Dari tabel spesifikasi di atas dapat diketahui motor boom memiliki spesifikasi daya 100 Kw, tegangan 400V, dan faktor daya pf 0,88, sehingga dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_{in} = \sqrt{3} \times 400 \times 170 \times 0,88 = 103.645,9$$

$$I_n = 103.645,9 / (\sqrt{3} \times 400 \times 0,88) = 103.645,9 / 579,19 = 178,9A$$

$$I_{start} = 5 \times 178,9 = 894,5A$$

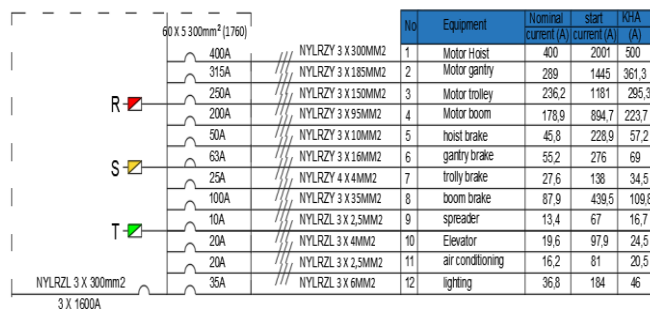
$$KHA = 125\% \times 178,9 = 223,6A$$

Dari persamaan di atas berlaku untuk semua motor sehingga hasil dari perhitungan motor yang lain dapat dilihat pada sebagai berikut :

Tabel 2 berisi informasi tentang nilai arus nominal, KHA, dan arus start, perhitungan tersebut bertujuan untuk menentukan luas penampang kabel dan juga untuk menentukan gawai proteksi pada tiap-tiap motor.

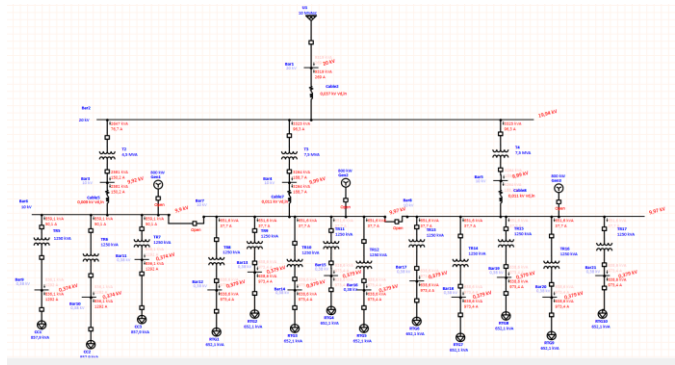
Tabel 2. Perhitungan Nilai Arus

No	Peralatan	In (A)	KHA (A)	Is(A)
1	Hoist	400	500	2001
2	Trolley	236,2	295,3	1181
3	Gantry	289,0	361,3	1445
4	Boom	178,9	223,7	894,7
5	Hoist brake	45,8	57,2	228,9
6	Trolley brake	27,6	34,5	138
7	Gantry brake	55,2	69	276
8	Boom brake	87,9	109,8	439,5
9	Lighting	36,8	46	184
10	Spreader	13,4	16,75	67
11	Elevator	19,6	24,5	97,9
12	Air conditioner	16,2	20,25	81



Gambar 6 Wiring junction power

Berdasarkan Gambar 6 wiring junction power berisi informasi tentang menentukan gawai proteksi dan juga nilai arus busbar yang sesuai berdasarkan peraturan PUIL 2011.



Gambar. 7 Single line diagram perancangan elektrifikasi

Pada Gambar 7 menjelaskan tentang single line diagram perencanaan elektrifikasi yang akan dilakukan di PT. KKT. Adapun jumlah trafo yang akan digunakan sebanyak 16 unit trafo, 3 trafo dengan tegangan 20kV/10kV dan 13 unit trafo dengan tegangan 10kV/380kV.

Speisifikasi *rttransformator* yang digunakan pada perencanaan elektrifikasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Transformator

Nama	kapasitas	input	output	impedansi	
	MVA	kV	kV	%Z	X/R
T2	4,5	20	10	6,5	12,14
T3	7,5	20	10	6,5	14,23
T4	7,5	20	10	6,5	14,23
T5	1,25	10	380	5,75	7,098
T6	1,25	10	380	5,75	7,098
T7	1,25	10	380	5,75	7,098
T8	1,25	10	380	5,75	7,098
T9	1,25	10	380	5,75	7,098
T10	1,25	10	380	5,75	7,098
T11	1,25	10	380	5,75	7,098
T12	1,25	10	380	5,75	7,098
T13	1,25	10	380	5,75	7,098
T14	1,25	10	380	5,75	7,098
T15	1,25	10	380	5,75	7,098
T16	1,25	10	380	5,75	7,098
T17	1,25	10	380	5,75	7,098

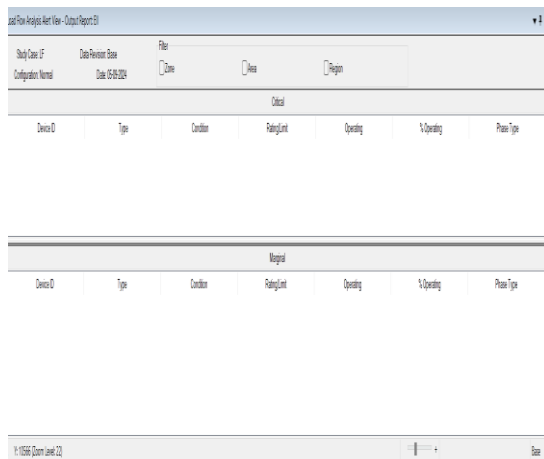
Pada Tabel 2 berisi informasi tentang spesifikasi transformator dari kapasitas trafo, *high voltage*, *low voltage*, dan juga impedansi transformator.

Tabel 3 Data Beban CC Dan RTG

Nama	Tag	Kap	Daya aktif	Daya reaktif	Pf
	kV	kVA	kW	kVAR	
CC1	0,38	857,9	686	479	82
CC2	0,38	840,8	686	479	82
CC3	0,38	840,8	686	479	82
RTG1	0,38	721,1	524	366	82
RTG2	0,38	721,1	524	366	82
RTG3	0,38	721,1	524	366	82
RTG4	0,38	721,1	524	366	82

Nama	Tag	Kap	Daya aktif	Daya reaktif	Pf
	kV	kVA	kW	kVAR	
RTG5	0,38	721,1	524	366	82
RTG6	0,38	721,1	524	366	82
RTG7	0,38	721,1	524	366	82
RTG8	0,38	721,1	524	366	82
RTG9	0,38	721,1	524	366	82
RTG10	0,38	721,1	524	366	82

Tabel 3 berisi informasi tentang besaran daya pada masing-masing beban yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya semu (S). besaran daya ini merupakan hasil perhitungan dari ETAP setelah semua data dimasukkan pada *single line diagram* dan dieksekusi.



Gambar. 8 Alert view

dalam *software ETAP* yang mana *tools* tersebut berfungsi untuk mendeteksi apakah terdapat suatu masalah pada saat melakukan simulasi. Pada simulasi elektrifikasi saat ini tidak terdapat suatu informasi yang menyatakan simulasi tersebut aman.

Bar9	0.380	98.362	-3.3	0.000	0.000	0.686	0.479	Bar6	-0.686	-0.479	1291.5	82.0
Bar10	0.380	98.362	-3.3	0.000	0.000	0.686	0.479	Bar6	-0.686	-0.479	1291.5	82.0
Bar11	0.380	98.362	-3.3	0.000	0.000	0.686	0.479	Bar6	-0.686	-0.479	1291.5	82.0
Bar12	0.380	99.677	-2.5	0.000	0.000	0.524	0.366	Bar7	-0.524	-0.366	973.4	82.0
Bar13	0.380	99.677	-2.5	0.000	0.000	0.524	0.366	Bar7	-0.524	-0.366	973.4	82.0
Bar14	0.380	99.677	-2.5	0.000	0.000	0.524	0.366	Bar7	-0.524	-0.366	973.4	82.0
Bar15	0.380	99.677	-2.5	0.000	0.000	0.524	0.366	Bar7	-0.524	-0.366	973.4	82.0
Bar16	0.380	99.677	-2.5	0.000	0.000	0.524	0.366	Bar7	-0.524	-0.366	973.4	82.0
Bar17	0.380	99.677	-2.5	0.000	0.000	0.524	0.366	Bar8	-0.524	-0.366	973.4	82.0
Bar18	0.380	99.677	-2.5	0.000	0.000	0.524	0.366	Bar8	-0.524	-0.366	973.4	82.0
Bar19	0.380	99.677	-2.5	0.000	0.000	0.524	0.366	Bar8	-0.524	-0.366	973.4	82.0
Bar20	0.380	99.677	-2.5	0.000	0.000	0.524	0.366	Bar8	-0.524	-0.366	973.4	82.0
Bar21	0.380	99.677	-2.5	0.000	0.000	0.524	0.366	Bar8	-0.524	-0.366	973.4	82.0

* Indicates a voltage regulated bus (voltage controlled or swing type machine connected to it)
Indicates a bus with a load mismatch of more than 0.1 MVA

Gambar. 9 Load flow report

Pada Gambar 9 dapat lihat drop tegangan pada tiap-tiap busbar yang menuju ke beban. Pada busbar9 terdapat drop tegangan yang awalnya 380V menjadi 376,7V presentase operation 98,3%. Pada busbar12 terdapat drop tegangan yang awalnya 380V menjadi 377,5V presentase operation 99,6%.

Nilai tersebut masih memenuhi persyaratan yang di tetapkan yang pada PUIL 2011, yaitu drop tegangan maksimum (kritis) mempunyai $\mp 5\%$ dari tegangan awal busbar. Sedangkan batas untuk tegangan *marginal* adalah $\mp 3\%$ dari tegangan nominal.

Branch Losses Summary Report									
Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	in Vmag
Cable2	7.387	5.680	-7.368	-5.669	19.6	11.1	100.0	99.7	0.32
Cable5	2.074	1.537	-2.071	-1.534	3.1	2.5	99.2	99.0	0.15
Cable7	2.636	1.925	-2.632	-1.921	4.9	3.9	99.9	99.7	0.19
Cable8	2.636	1.925	-2.632	-1.921	4.9	3.9	99.9	99.7	0.19
T2	2.082	1.634	-2.074	-1.537	8.0	97.5	99.7	99.2	0.48
T3	2.643	2.017	-2.636	-1.925	6.5	92.4	99.7	99.9	0.18
T4	2.643	2.017	-2.636	-1.925	6.5	92.4	99.7	99.9	0.18
TR10	0.526	0.384	-0.524	-0.366	2.6	18.7	99.7	99.7	0.00
TR11	0.526	0.384	-0.524	-0.366	2.6	18.7	99.7	99.7	0.00
TR12	0.526	0.384	-0.524	-0.366	2.6	18.7	99.7	99.7	0.00
TR13	0.526	0.384	-0.524	-0.366	2.6	18.7	99.7	99.7	0.00
TR14	0.526	0.384	-0.524	-0.366	2.6	18.7	99.7	99.7	0.00
TR15	0.526	0.384	-0.524	-0.366	2.6	18.7	99.7	99.7	0.00
TR16	0.526	0.384	-0.524	-0.366	2.6	18.7	99.7	99.7	0.00
TR17	0.526	0.384	-0.524	-0.366	2.6	18.7	99.7	99.7	0.00
TR5	0.690	0.511	-0.686	-0.479	4.6	32.9	99.0	98.4	0.68
TR6	0.690	0.511	-0.686	-0.479	4.6	32.9	99.0	98.4	0.68
TR7	0.690	0.511	-0.686	-0.479	4.6	32.9	99.0	98.4	0.68
TR8	0.526	0.384	-0.524	-0.366	2.6	18.7	99.7	99.7	0.00
TR9	0.526	0.384	-0.524	-0.366	2.6	18.7	99.7	99.7	0.00
					93.7	589.4			

Gambar. 10 Branch losses summary report

Pada Gambar. 10 berisi informasi tentang rugi daya yang terdapat *single line diagram* perancangan elektrifikasi. Total rugi daya aktif (P) adalah sebesar 93,7kW, sedangkan total rugi daya reaktif (Q) adalah sebesar 589,4kVar.

B. Efisiensi biaya operasional

1. Biaya operasional dengan menggunakan diesel

Tabel. 3 berikut ini berisi informasi mengenai pemakaian bahan bakar perbulan Januari yang ada di PT. Kaltim Kariangau Terminal.

Tabel. 3 Report Pemakaian Bahan Bakar Harian.

Tanggal	Pengisian Bahan Bakar (liter)	
	Jam 12.00	Jam 18.00
1	500	1000
2	500	1000
3	500	1000
4	500	1000
5	500	1000
6	500	1000
7	500	1000
8	500	800
9	500	1000
10	500	1000
11	500	1200
12	500	1000
13	500	1000
14	500	1000
15	500	1000
16	500	1000
17	500	1000
18	500	1000

Tanggal	Pengisian Bahan Bakar (liter)	
	Jam 12.00	Jam 18.00
19	500	800
20	500	1000
21	500	1000
22	500	1000
23	500	1000
24	500	1000
25	500	1100
26	500	1000
27	500	1000
28	500	1000
29	500	1000
30	500	1000
31	500	1000

Sumber: report pengisian bahan bakar, Senin 1 Januari 2024

Berdasarkan Tabel 3. Di atas, pemakaian rata-rata bahan bakar yang terjadi di PT. Kaltim Kariangau Terminal dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut.

Rata-rata = total pemakaian bahan bakar / jumlah hari

$$\text{Rata-rata} = 46.400/31$$

$$= 1497 \text{ liter/hari}$$

Hasil dari nilai rata-rata ini kemudian dikalikan dengan harga bahan bakar yang di daerah setempat sesuai dengan tingkat golongannya, khususnya di Balikpapan harga bahan bakar solar untuk industri (Juni 2024) sebesar Rp. 20.950/liter. Sehingga biaya operasional dengan menggunakan bahan bakar solar dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Biaya} = \text{Rata-rata} \times \text{harga bahan bakar}$$

Sehingga,

$$\text{Biaya} = 1497 \times 20.950$$

$$= \text{Rp. } 30.377.500$$

2. Biaya operasional dengan menggunakan PLN

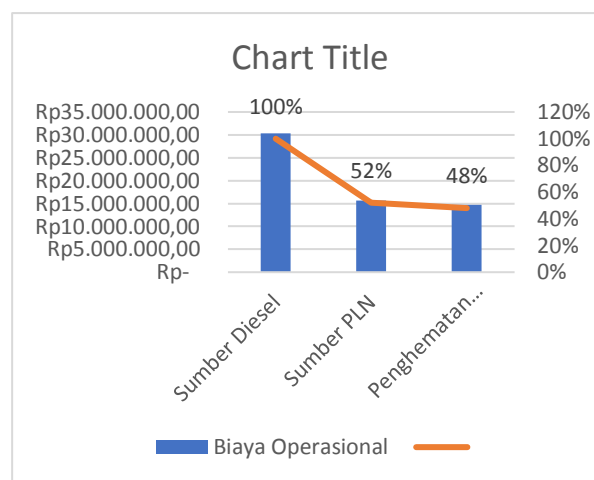
Dari hasil spesifikasi yang sudah dijelaskan di atas diketahui jumlah total pemakaian daya pada unit CC yaitu 703,5kW. Untuk waktu operasi unit dalam sehari berkisar ± 20jam. Sedangkan harga listrik per kWh PLN untuk golongan I-3 sebesar Rp 1.114,74. Sehingga biaya operasional dengan menggunakan listrik PLN dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Biaya} = \text{total beban} \times \text{lama operasi} \times \text{harga per kWh}$$

$$\text{Biaya} = 703,5 \times 20 \times 1.114,74$$

$$= \text{Rp. } 15.683.829$$

Hasil ini kemudian dibandingkan dengan biaya sebelum dilakukan elektrifikasi sebagaimana ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar. 11 Persentase penurunan biaya operasional

Berdasarkan Gambar.11 diketahui biaya pemakaian dengan menggunakan diesel sebesar Rp. 30.377.500, namun jika dilakukan elektrifikasi dapat menekan biaya operasional menjadi Rp. 15.683.829, atau persentase penurunan atau penghematan biaya mencapai 48%.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis aliran daya listrik dengan menggunakan simulasi ETAP pada crane yang ada di PT. petikemas kaltim kariangau terminal sebagai berikut :

1. Pada bus beban CC 1 daya yang terpakai adalah sebesar 857Kva (31% dari kapasitas trafo 5), untuk bus beban RTG 1 daya yang terpakai sebesar 721,1Kva (42% dari kapasitas trafo 8)
2. Besar rugi daya (*losses*) pada untuk daya aktif (P) 93,7kW, dan daya reaktif 589kVar, adapun persentase penurunan tiap trafo hanya 1%, ini menunjukkan bahwa total rugi daya masih relatif kecil dengan presentase kurang dari 5% untuk daya aktif dan 10% untuk daya reaktif.
3. Pada busbar9 terdapat drop tegangan yang awalnya 380V menjadi 376,7V presentase operation 98,3%. Pada busbar12 terdapat drop tegangan yang awalnya 380V menjadi 377,5V presentase operation 99,6%. Nilai tersebut jauh dari persyaratan yang di tetapkan, yaitu drop tegangan maksimum (kritis) mempunyai presentase 5% dari tegangan awal busbar. Sedangkan batas untuk tegangan marginal adalah 3% dari tegangan nominal.
4. Penghemtan biaya operasional yang awalnya sebesar Rp. 30.377.500, setelah dilakukan elektrifikasi ternyata dapat menekan biaya operasional menjadi Rp.15.683.829, atau persentase penghematan biaya sebesar 48%.

REFERENSI

[1] D. Fasha and S. Sarwito, "Studi Aliran Daya pada Container Crane dengan Suplai Energi Terbarukan Berbasis Simulasi," *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.57219.

- [2] 2018 Rahmah Muthia, *Analisa Aliran Daya Sistem Kelistrikan Pada Pt.Pln Persero Unit Pembantu Sektor Medan Titi Kuning Menggunakan Software Etap*. 2018.
- [3] N. W. Septiani, *Analisa Kebutuhan Daya Listrik Container Crane Dalam Rangka Elektrifikasi Container Crane Untuk Mengoptimalkan Proses Bongkar Muat Di Terminal Petikemas Surabaya*. 2017.
- [4] A. A. Masroeri, E. S. Koenhardhono, and F. F. Asshanti, "Analysis of Electrical Power Consumption in Container Crane of Container Terminal Surabaya," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 2, no. 1, 2017, doi: 10.12962/j25481479.v2i1.2623.
- [5] Z. Imam, Amiadji, and I. S. Arief, "Analisis Struktur Overhead Crane Kapasitas 35 Ton," *J. Tek. Pomits*, vol. 3, no. 1, pp. 1–3, 2014.
- [6] D. E. dan F. R. F. Soriguera, "A Simulation Model for Straddle Carrier Operational Assessment in a Marine Container Terminal," *J. Marit. Res.*, vol. III, no. 2, pp. 19–34, 2006.
- [7] A. Pengaruh *et al.*, "Analysis Of Influence Strength And Material Type Toward Lifetime Spreader On Container Crane Capacity 40 Ton Ridwan Firdaus & Ir. And. Surjaka Ispandriatno, M.T.," pp. 28–29, 2017.
- [8] A. H. W. Putro, "Studi Analisis Penggunaan Alat Berat (Crane) Sebagai Alat Angkat Untuk Instalasi Vessel LP Dan HP Separator Proyek PLTP Rantau Dedap.," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 20, no. 2, p. 223, 2022, doi: 10.12962/j2579-891x.v20i2.12191.
- [9] T. A. R. Arungpadang and A. F. Hipan, "Simulasi Proses Bongkar Muat Peti Kemas," *J. Tekno Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 45–49, 2015.
- [10] M. R. Za'im, "Analisis Transformator Daya 3 Fasa 150 Kv/ 20 Kv Pada Gardu Indukungan Pln Distribusi Semarang," *Edu Elektr. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 9–16, 2014.
- [11] I. A. Ahmad and M. Suryanto, "Analisis Produktivitas dan Biaya Operasional Tower Crane Pada Proyek Puncak Central Business Distric Surabaya," *Rekayasa Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1997, pp. 1–12, 2018.
- [12] SNI, "General electrical installation requirements (PUIL) 2011," *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133, 2011.
- [13] Metev & Pardjiyo Veiko, *Laser Assisted Microtechnology*, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998.
- [14] J. Breckling, Ed., *The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction*, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, 1989, vol. 61.
- [15] A. G. Nigara and Y. Primadiyono, "Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal menggunakan Software ETAP Power Station 4.0," *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 7–10, 2015.
- [16] N. Desember, P. P. Kartia, N. P. Hapsar, A. G. Nuswantoro, and H. B. Pamungkas, "Analisis Dampak Kenaikan BBM Terhadap Biaya Transportasi Perdagangan Internasional Politeknik APP Jakarta signifikan pada Bahan Bakar Minyak (BBM) dan ketersediaannya tidak lagi memadai . juga meluas ke dimensi global , mempengaruhi berbagai sektor ekon," vol. 2, no. 4, 2023.
- [17] Putra Arya Ramdhani, "Perancangan Sistem Kontrol Pompa Solar Otomatis Dan Monitoring Berbasis Internet Of Things Pada Rubber Tyred Gantry Crane. PT. Kaltim Kariangau Terminal" JTE UNIBA, Agustus 2022.
- [18] Agus Suprianto "Perancangan Sistem Kendali Menggunakan Plc Pada Spreader Twinlift Di Pelabuhan Kaltim Kariangau Terminal" JTE UNIBA, Agustus 2023