



ANALISA PEMBAGIAN BEBAN PADA INSTALASI LISTRIK TIGA PHASA KAPAL PENANGKAP IKAN STUDI KASUS PADA KM. SUMBER REZEKI

LOAD SHARING ANALYSIS ON FISHING VESSEL'S THREE PHASE ELECTRICITY STUDY CASE ON MV. SUMBER REZEKI

Bobby Demeianto^{1*}, Muhammad At Arkan¹, Yuniar Endri Priharanto¹, Juniawan Preston Siahaan¹

¹ Program Studi Permesinan Kapal, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai, Jl. Wan Amir No.1, Kota Dumai, Indonesia

*Korespondensi: bobby.demeianto@gmail.com (B. Demeianto)

Diterima 5 Maret 2021 - Disetujui 28 Maret 2021

ABSTRAK. Energi listrik saat ini telah menjelma menjadi kebutuhan pokok bagi para penggunanya. Dalam suatu kapal penangkap ikan, energi listrik selain dibutuhkan dalam kegiatan navigasi juga dibutuhkan sebagai alat bantu dalam proses penangkapan ikan dimana dalam proses penangkapan ikan tersebut menggunakan lampu sorot atau flood light untuk memancing kehadiran ikan tangkapan mendekati kapal. Pada umumnya system instalasi listrik tiga fasa dapat dikatakan baik bila system pembagian beban pada system tersebut seimbang. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mencari nilai persentase ketidakseimbangan arus listrik pada instalasi listrik tiga fasa pada kapal penangkap ikan KM. Sumber Rezeki. Selain itu penelitian ini juga memiliki tujuan untuk mencari nilai rata-rata persentase pembebanan arus listrik pada setiap fasa pada generator tersebut dan juga mencari nilai efisiensi generator pada KM. Sumber Rezeki. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa persentase ketidakseimbangan instalasi listrik tiga fasa KM. Sumber Rezeki pada saat generator beroperasi maksimal berada pada angka 6,5%. Dari hasil perhitungan juga didapatkan bahwa rata-rata persentase pembebanan pada generator listrik KM. Maradona adalah senilai 68,6% dengan nilai arus rata-rata sebesar 68 Ampere. Berbanding lurus dengan nilai arus rata-rata, nilai daya semu rata-rata KM. Sumber Rezeki berada pada angka 45,5 kVA dengan rata-rata nilai efisiensi generator sebesar 70,06%.

KATA KUNCI: Listrik tiga fasa, Ketidakseimbangan arus listrik, Listrik Kapal Penangkap Ikan

ABSTRACT. Electrical energy has now been transformed into a basic requirement for its users. In a fishing vessel, apart from being needed for navigation, electrical energy is also needed as a tool in the fishing process, where in the fishing process a flood light is used to lure the presence of fish to the boat. In general, a three-phase electrical installation system can be said to be good if the load sharing system in the system is balanced. This study aims to find the percentage value of electric current imbalance in three-phase electrical installations on KM fishing vessels. Source of sustenance. In addition, this study also aims to find the average percentage value of electric current loading in each phase on the generator and also to find the value of the generator efficiency at KM. Source of sustenance. From the calculation results, it is found that the percentage of the imbalance of three-phase KM electrical installations. Sources of sustenance when the generator operates the maximum is at 6.5%. From the calculation results also found that the average percentage load on the KM electric generator. Maradona is valued at 68.6% with an average current rating of 68 Amperes. Directly proportional to the average current value, the average apparent power value of KM. Sumber Rezeki is at 45.5 kVA with an average generator efficiency value of 70.06%.

KEYWORDS: Three phase electricity, Current Unbalance, Fishing Vessel Electricity

1. Pendahuluan

Saat ini Indonesia sedang melakukan pembangunan yang besar di segala bidang. Karena laju pertumbuhan pembangunan yang cepat maka dituntut adanya sarana dan prasarana yang mendukung terutama ketersediaan tenaga listrik. Saat ini tenaga listrik merupakan kebutuhan yang utama, baik untuk

kehidupan sehari-hari, untuk kebutuhan industri dan dibutuhkan dalam kegiatan penangkapan ikan di laut. Hal ini dikarenakan tenaga listrik mudah untuk dikonversikan dan ditransportasikan ke dalam bentuk tenaga yang lain (Kadir, 1996). Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan berkelanjutan adalah syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam keperluan kebutuhan tenaga listrik (Fahrurozi et al., 2014)

Kapal penangkap ikan adalah kapal yang melakukan operasi penangkapan ikan serta mengangkat ikan hasil tangkapan, dan biasanya operasi penangkapan ikan ini dilakukan beringgu-minggu bahkan sampai berbulan-bulan di laut (Yaqin et al., 2020). Kapal penangkap ikan termasuk kapal yang mengkonsumsi energi listrik yang cukup besar selama melakukan kegiatan penangkapan ikan di laut. Sumber energi listrik pada kapal penangkap ikan umumnya bersumber dari generator tiga fasa yang digerakkan dengan menggunakan mesin diesel. Pada kapal penangkap ikan, energi listrik digunakan untuk beban-beban kelistrikan seperti motor listrik, penerangan, navigasi dan lain-lain. Beban listrik terbesar pada ebagian besar kapal penangkap ikan adalah lampu sorot atau flood light. Lampu sorot pada kapal penangkap ikan umumnya digunakan sebagai alat bantu dalam kegiatan penangkapan ikan. Pada setiap kapal penangkap ikan umumnya memiliki jumlah lampu sorot sebanyak 20 – 30 buah lampu dengan daya listrik dari masing-masing lampu sorot adalah sebesar 500 – 1000 Watt.

Pada instalasi tiga fasa tenaga listrik yang ada di kapal penangkap ikan terjadi pembagian beban yang awalnya merata tetapi karena adanya tidak keserempakan waktu dalam pengoperasian beban-beban kelistrikan yang ada di atas kapal maka akan terjadi ketidak seimbangan beban yang berdampak pada penyediaan tenaga listrik di kapal penangkap ikan. Tenaga listrik dikatakan seimbang apabila beban pada tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) yang disalurkan besarnya sama (Arismunandar, 2004; Petruzella, 1996; Zuhal, 2000). Bila salah satu fasa terdapat keadaan atau nilai beban yang berbeda dengan fasa yang lain, maka jalur distribusi tersebut mengalami ketidakseimbangan beban (Djiteng, 2005; Yon, 2002). Hal ini dapat merugikan penyedia tenaga listrik. Ketidakseimbangan sistem tiga fasa adalah topik yang tidak asing lagi bagi peneliti dan teknisi sistem tenaga listrik. Hal ini dapat menimbulkan adanya rugi-rugi daya pada jaringan distribusi pada keadaan sebenarnya (Sari, 2018)

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mencari nilai presentase ketidakseimbangan arus listrik pada instalasi listrik tiga fasa pada kapal penangkap ikan KM. Sumber Rezeki. Selain itu penelitian ini juga memiliki tujuan untuk mencari nilai rata-rata presentase pembebanan arus listrik pada setiap fasa pada generator tersebut dan juga mencari nilai efisiensi generator pada KM. Sumber Rezeki.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di KM. Sumber Rezeki yang merupakan kapal penangkap ikan milik dari PT. Hasil Laut Sejati yang berada di kota Batam. Kapal ini menggunakan alat tangkap berjenis pukat cincin atau *Purse seine* dan beroperasi di wilayah perairan Natuna dalam melakukan operasi penangkapan ikan. Data-data kelistrikan yang diambil pada KM. Sumber Rezeki dilakukan dengan melakukan pengamatan dan identifikasi terhadap instalasi listrik yang berada di KM. Sumber Rezeki. Untuk menunjang perhitungan presentase ketidakseimbangan pembagian beban dan presentase pembebanan generator, dilakukan pengukuran nilai tegangan dan arus listrik pada panel induk atau panel utama yang berada di KM. Sumber Rezeki. Pengukuran dan pengambilan nilai dari tegangan dan arus listrik tersebut dilakukan selama 20 hari, dimana dalam setiap hari selama kapal tersebut berlayar generator hanya dioperasikan selama kurang lebih 9 jam, dari pukul 14.00 WIB sampai dengan pukul 22.00 WIB.

Menurut (Fahrurozi et al., 2014; Ridwan et al., 2015) dalam menghitung persentase pembagian beban menggunakan rumus-rumus sebagai berikut :

a) Untuk menentukan rata-rata persentase pembebanan, maka terlebih dahulu menghitung persentase pembebanan perfasanya, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\%b = \frac{I_{ph}}{I_{FL}} \times 100\% \quad \text{Persamaan 1}$$

Jadi untuk menentukan rata-rata persentase pembebanan adalah:

$$\%b = \frac{\%bR + \%bS + \%bT}{3} \times 100\% \quad \text{Persamaan 2}$$

Dimana:

$\%b$ = Persentase pembebanan pada setiap fasa

I_{Ph} = Arus yang mengalir pada masing-masing fasa

I_{FL} = Arus beban penuh pada generator listrik (*Full Load*)

- b) Dalam mencari nilai ketidak seimbangan pembagian beban pada instalasi listrik tiga fasa perlu diketahui dulu nilai rata-rata arus tiga fasa pada instalasi tersebut dan nilai koefisien ketidak seimbangan pada masing-masing fasanya. Untuk menentukan besarnya arus rata-rata menggunakan persamaan berikut (Demeianto, 2019; Demeianto et al., 2020) :

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \quad \text{Persamaan 3}$$

Besarnya nilai arus listrik ketika keadaan seimbang pada setiap fasa nilainya sama dengan besarnya nilai arus listrik rata-rata.

$$I_R = a \cdot I \text{ dimana } a = \frac{I_R}{I_{rata-rata}} \quad \text{Persamaan 4}$$

$$I_S = b \cdot I \text{ dimana } b = \frac{I_S}{I_{rata-rata}} \quad \text{Persamaan 5}$$

$$I_T = c \cdot I \text{ dimana } c = \frac{I_T}{I_{rata-rata}} \quad \text{Persamaan 6}$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1. Sehingga dengan demikian, rata-rata ketidakseimbangan beban (dalam%) yaitu:

$$\%TS = \frac{\{|a-1| + |b-1| + |c-1|\}}{3} \times 100\% \quad \text{Persamaan 7}$$

Dimana,

$\%TS$ = Persentase rata-rata ketidakseimbangan beban

Perhitungan nilai daya listrik dapat ditentukan melalui hasil perkalian antara nilai tegangan dan arus listrik yang didapatkan dari hasil pengukuran pada panel induk KM. Sumber Rezeki. Pada listrik arus bolak-balik (arus AC), terdapat 3 jenis daya listrik yaitu daya semu (S), daya aktif (P), dan daya reaktif (Q) yang ketiganya membentuk suatu segitiga daya. Pencarian nilai daya listrik khususnya daya semu diperlukan untuk kemudian dipergunakan dalam mencari nilai efisiensi generator, dimana nilai efisiensi generator didapatkan dengan membandingkan nilai daya semu hasil perhitungan dengan kapasitas daya dari generator pada KM. Sumber Rezeki. (Luo et al., 2005; Weedy et al., 2015)

$$\text{Efisiensi } (\eta) = \frac{\text{power output}}{\text{power Input}} \times 100\% \quad \text{Persamaan 8}$$

Tabel 1. Rumus Daya listrik Arus Bolak-Balik

NO	Nama Daya	Rumus 1 Fasa	Rumus 3 Fasa	Satuan
1	Daya Aktif (P)	$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$	$P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi$	Watt
2	Daya Reaktif (Q)	$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$	$Q = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi$	VAR
3	Daya Semu (S)	$S = V \cdot I$	$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$	VA

3. Hasil dan Pembahasan

Proses pendistribusian energi listrik yang terdapat pada KM. Sumber Rezeki bersumber dari generator arus bolak-balik 3 fasa. Generator listrik yang digunakan pada KM. Sumber Rezeki digerakkan dengan mesin diesel dan memiliki kapasitas daya sebesar 65 kVA dengan tegangan 380 Volt dan frekuensi 50 Hz. Dalam rentang waktu 24 jam, generator hanya dioperasikan selama kurang lebih 9 jam yaitu pada pukul 14.00 sampai dengan pukul 22.00 WIB. Meskipun menggunakan generator listrik 3 fasa, namun beban kelistrikan pada KM. Sumber Rezeki didominasi oleh beban listrik 1 fasa dimana beban listrik terbesar adalah lampu sorot yang menggunakan jenis lampu merkuri yang berjumlah sebanyak 32 unit dengan masing-masing lampu berdaya 1500 Watt. Lampu sorot tersebut digunakan sebagai alat bantu dalam operasi penangkapan ikan. Adapun beban listrik lainnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Beban listrik KM. Sumber Rezeki

NO	Jenis Peralatan Listrik	Phasa	Daya Listrik(Watt)	Jumlah Unit
1.	GPS	1	60	2
2.	Eco Sounder	1	40	1
3.	Lampu Merkuri	1	1500	32
4.	Lampu LED	1	150	30
5.	Kipas Angin	1	100	8
6.	Radio	1	85	1
7.	Speaker	1	70	2
8.	TV	1	120	2
9.	DVD	1	45	2
10.	AC	1	660	1

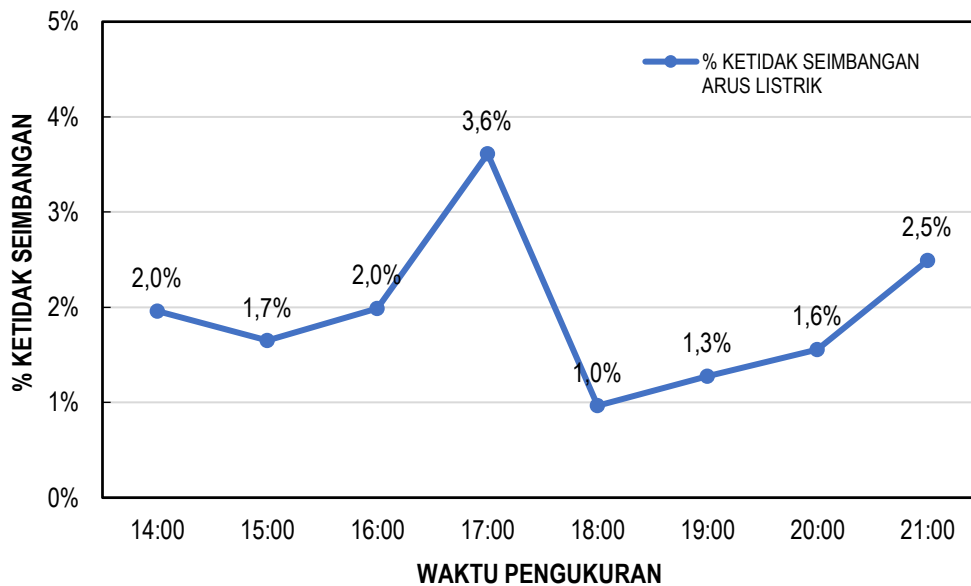
3.1 Pengukuran Nilai Besaran Listrik KM. Sumber Rezeki

Pengukuran nilai tegangan dan arus listrik pada KM. Sumber Rezeki dilakukan selama 20 hari mulai dari tanggal 12 Maret 2020 sampai dengan tanggal 31 Maret 2020. Pengukuran nilai besaran arus listrik dilakukan dengan mengukur nilai arus listrik pada setiap fasa-nya (fasa R, S, T), hal ini bertujuan untuk menganalisa nilai presentase ketidak seimbangan pembagian beban listrik pada instalasi listrik 3 fasa pada generator KM. Sumber Rezeki dan juga untuk mengetahui nilai presentase pembebanan pada setiap fasanya. Seperti telah dijelaskan di atas bahwa KM Sumber Rezeki menggunakan generator listrik dengan kapasitas daya 65 kVA, dimana apabila generator tersebut dioperasikan dengan beban penuh maka arus listrik yang akan dihasilkan adalah kurang lebih sebesar 98,87 A.

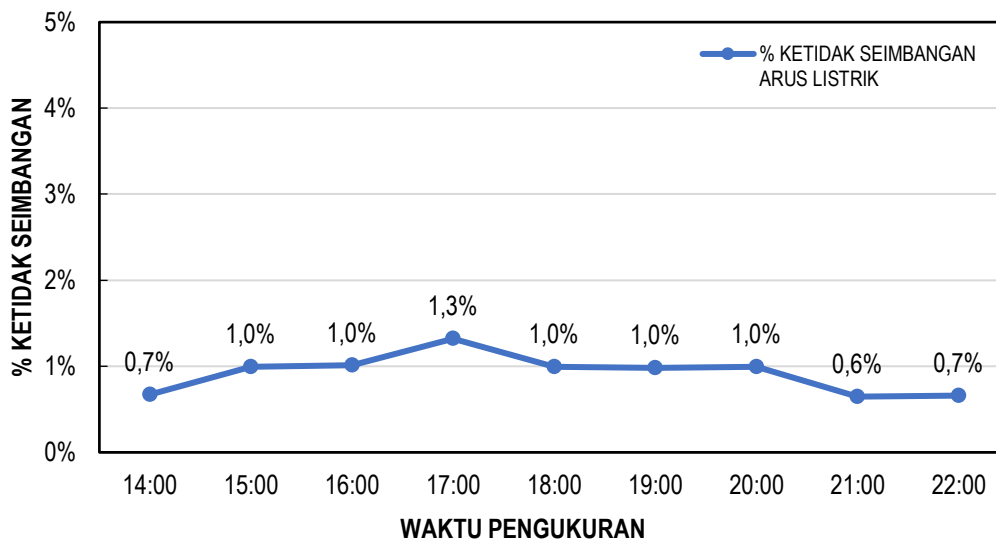
Tabel 3. Pengukuran nilai Besaran Listrik KM. Sumber Rezeki 12 Maret 2020

WAKTU PENGUKURAN	TEGANGAN LISTRIK (VOLT)						ARUS LISTRIK (A)			I rata-rata	a (I R / I rata-rata)	b (I S / I rata-rata)	c (I T / I rata-rata)	% Unbalance Arus Listrik	%b R	%b S	%b T	%b
	R - S	R - T	S - T	R - N	S - N	T - N	R	S	T									
14.00	393	391	392	219	217	216	70	66	68	68	1,029	0,971	1,000	2,0%	70,80%	66,75%	68,77%	68,77%
15.00	393	392	392	218	218	216	69	67	66	67,33	1,025	0,995	0,980	1,7%	69,79%	67,76%	66,75%	68,10%
16.00	394	392	391	218	218	215	69	67	65	67,00	1,030	1,000	0,970	2,0%	69,79%	67,76%	65,74%	67,76%
17.00	394	393	393	216	217	215	71	64	68	67,67	1,049	0,946	1,005	3,6%	71,81%	64,73%	68,77%	68,44%
18.00	394	395	392	217	216	218	70	68	69	69,00	1,014	0,986	1,000	1,0%	70,80%	68,77%	69,79%	69,79%
19.00	395	394	392	217	217	216	71	69	69	69,67	1,019	0,990	0,990	1,3%	71,81%	69,79%	69,79%	70,46%
20.00	393	392	391	218	218	215	73	70	71	71,33	1,023	0,981	0,995	1,6%	73,83%	70,80%	71,81%	72,15%
21.00	394	392	391	218	218	215	74	70	70	71,33	1,037	0,981	0,981	2,5%	74,84%	70,80%	70,80%	72,15%

Tabel 3 merupakan tabel dari hasil pengukuran nilai besaran listrik dan juga hasil perhitungan dari nilai ketidakseimbangan pembagian beban listrik pada instalasi listrik tiga fasa KM.Sumber Rezeki. Pada tabel tersebut dapat kita lihat bahwa nilai ketidakseimbangan arus listrik terbesar berada pada angka 3,6% dan nilai terendah pada angka 1 % dengan rata-rata nilai ketidakseimbangan arus listrik pada tanggal 12 Maret 2020 adalah sebesar 1,94%. Angka tersebut merupakan angka rata-rata tertinggi dari nilai ketidakseimbangan arus listrik selama 20 hari pengukuran. Sedangkan untuk nilai rata-rata presentase pembebanan pada generator KM Sumber Rezeki pada tanggal 12 Maret 2020 berada pada angka 69,70%, yang berarti bahwa beban listrik yang berada di KM. Sumber Rezeki telah memakai hampir 70% dari kapasitas total generator listrik KM. Sumber Rezeki.



Gambar 1. Grafik Presentase Ketidakseimbangan Arus Listrik 12 Maret 2020

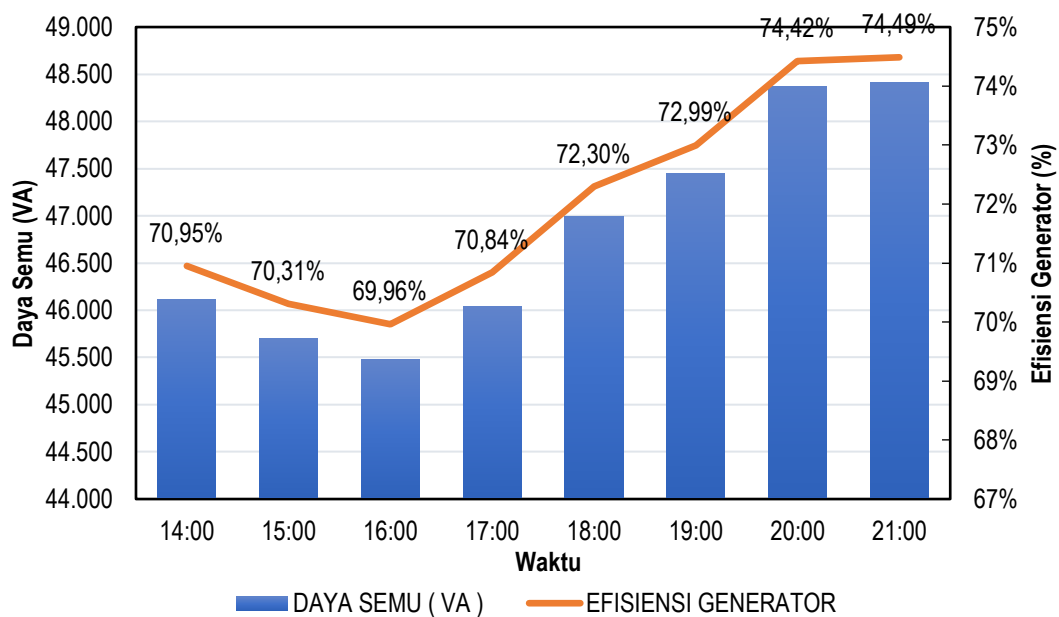


Gambar 2. Grafik Persentase Ketidakseimbangan Arus Listrik 27 Maret 2020

Nilai rata-rata presentase ketidakseimbangan arus listrik terendah berada pada angka 0,92% yaitu pada tanggal 27 Maret 2020. Pada tanggal tersebut nilai presentase ketidakseimbangan arus listrik tertinggi berada pada angka 1,3% dan nilai terendah berada pada angka 0,6%.

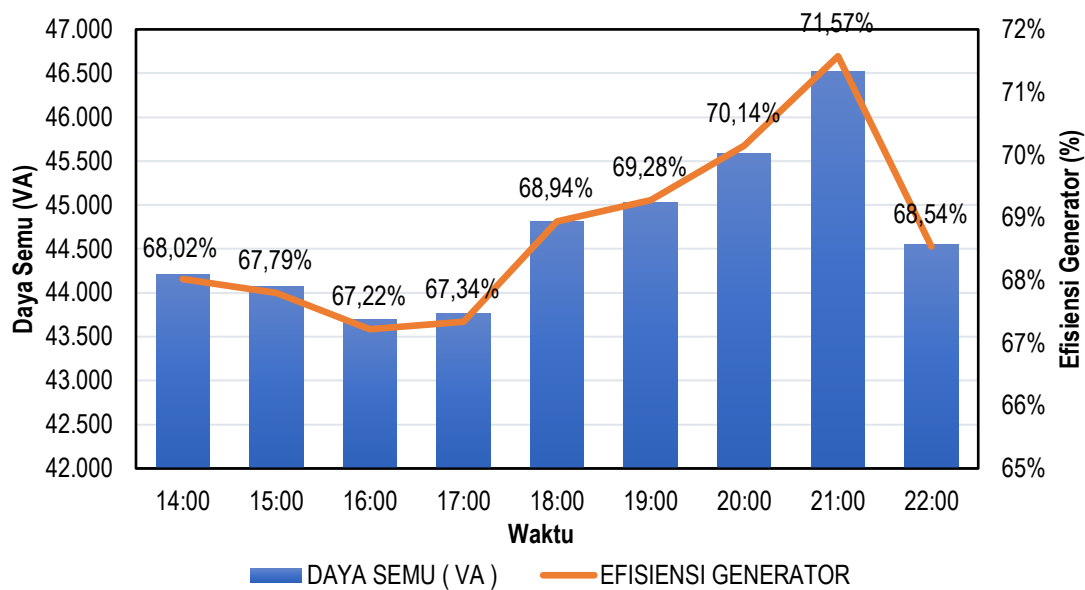
3.2 Perhitungan nilai daya listrik dan efisiensi generator KM. Sumber Rezeki

Perhitungan nilai daya semu pada KM. Sumber Rezeki didapatkan berdasarkan hasil pengukuran nilai besaran listrik di KM. Sumber Rezeki. Data tegangan listrik dan arus listrik yang didapat dari hasil pengukuran, dimasukkan ke dalam rumus $S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$ (VA) untuk memperoleh nilai daya semu pada setiap jam nya (Sri Waluyanti et al., 2008; Van & Setiawan, 1991). Sedangkan untuk memperoleh nilai efisiensi generator didapatkan dengan membandingkan hasil perhitungan daya semu dengan kapasitas generator KM. Sumber Rezeki.



Gambar 3. Profil Beban Listrik tanggal 12 Maret 2020

Rata-rata pemakaian daya listrik terbesar terdapat pada tanggal 12 Maret 2020, dimana pada tanggal 12 Maret 2020 rata-rata daya listrik adalah sebesar 46,82 kVA dengan rata-rata nilai efisiensi generator mencapai 72,03% dimana pemakaian daya listrik terendah berada pada angka 45,47 kVA dengan nilai efisiensi 69,96% pada pukul 16.00 WIB dan nilai pemakaian daya listrik tertinggi berada pada angka 48,42 kVA dengan nilai efisiensi generator mencapai 74,49% yaitu pada pukul 21.00 WIB.



Gambar 4. Profil Beban Listrik tanggal 14 Maret 2020

Rata-rata pemakaian daya listrik terendah terdapat pada tanggal 14 Maret 2020, dimana pada tanggal 14 Maret 2020 rata-rata daya listrik adalah sebesar 44,69 kVA dengan rata-rata nilai efisiensi generator mencapai 68,76% dimana pemakaian daya listrik terendah berada pada angka 43,69 kVA dengan nilai efisiensi 67,22% yaitu terjadi pada pukul 16.00 WIB dan nilai pemakaian daya listrik tertinggi berada pada angka 46,52 kVA dengan nilai efisiensi generator mencapai 71,57% yaitu pada pukul 21.00 WIB.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran besaran arus listrik dan hasil perhitungan daya listrik didapatkan bahwa rata-rata presentase ketidakseimbangan arus listrik terendah berada pada angka 0,92% dan rata-rata ketidak seimbangan arus listrik tertinggi berada pada angka 1,94%. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa pembagian beban listrik pada instalasi listrik tiga fasa KM. Sumber Rezeki dapat dikatakan cukup baik karena nilai rata-rata presentase pembebanan berada di bawah angka 3%. Rata-rata presentase pembebanan arus listrik terbesar adalah senilai 69,70% atau dengan daya listrik rata-rata sebesar 46,82 kVA yaitu terjadi pada tanggal 12 Maret 2020 dengan nilai rata-rata efisiensi generator mencapai 72,03%. Nilai pemakaian daya listrik rata-rata terendah terdapat pada tanggal 14 Maret 2020 dimana nilai rata-rata daya listrik yang dihasilkan adalah 44,69 kVA dengan rata-rata presentase pembebanan senilai 67,99% dan nilai rata-rata efisiensi generator berada pada nilai 68,76%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A. (2004). *Buku Pegangan : Teknik Tenaga Listrik Jilid II*. PT Pradnya Paramita.
- Demeianto, B. (2019). *Modul Ilmu Listrik Kapal Penangkap Ikan 1*. AMAFRAD Press.
- Demeianto, B., Ramadani, R. P., Musa, I., & Priharanto, Y. E. (2020). Analisa Pembebanan Pada Generator Listrik Kapal Penangkap Ikan Studi Kasus Pada Km. Maradona. *Aurelia Journal*, 2(1), 63.
- Djiteng, M. (2005). *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Erlangga.
- Fahrurozi, Firdaus, & Feranita. (2014). Analisa Ketidak Seimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Transformator Distribusi di Gedung Fakultas Teknik Universitas Riau. *Jom FTEKNIK*, 1(2), 203.

- Kadir, A. (1996). *Pembangkit Tenaga Listrik*. UI Press.
- Luo, F. L., Ye, H., & Rashid, M. (2005). *Digital Power Electronics and Applications*. Elsevier Inc.
- Petruzella, F. D. (1996). *Elektronik industri*. Penerbit Andi.
- Ridwan, E., Arsyad, M. I., & Razikin, A. (2015). Analisis Perencanaan Pembagian Beban Dan Instalasi Listrik Pada Hotel Golden Tulip Di Kota Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- Sari, G. A. K. (2018). *Analisa Pengaruh Ketidak Seimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses pada Trafo Distribusi Studi Kasus Pada PT.PLN (Persero) Rayon Blora*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sri Waluyanti, Santoso, D., Slamet, & Rochayati, U. (2008). *Alat Ukur dan Teknik Pengukuran*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Van, H. P., & Setiawan, E. (1991). *Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid II*. Binacipta.
- Weedy, B. M., Cory, B. J., Jenkins, N., Ekanayake, J. B., & Strbac, G. (2015). *Electric Power Systems Fifth Edition*. In *Electric Renewable Energy Systems*. Jhon Wiley & Sons Ltd.
- Yaqin, R. I., Zamri, Z. Z., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Alirejo, M. S., & Umar, M. L. (2020). Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3), 189–200.
- Yon, R. (2002). *Dasar Teknik Tenaga Tenaga Listrik*. Andi Offset.
- Zuhail. (2000). *Dasar Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. PT. Gramedia Pustaka Utama.