

ANALISIS ALIRAN DAYA PADA PERENCANAAN SISTEM KELISTRIKAN PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN APLIKASI KOMPUTASI KELISTRIKAN

I Made Gde Dharma Wirama¹, Kusmadi²
^{1,2} Teknik Elektro, Universitas Sangga Buana

²korespondensi: kusmadi@usbypkp.ac.id

ABSTRACT

An electrical installation in commercial industries, particularly in hospitals, prioritizes reliability and continuous energy quality distribution. The planning team must meticulously design the hospital's electrical installation to ensure a reliable system. To assess the reliability of the planned electrical installation, the author conducted an analysis through simulation of Load flow in the hospital's electrical system using ETAP 12.6 software. The Load flow analysis aimed to determine the flow conditions based on the data obtained from the power planning summary simulated in ETAP 12.6. The analysis process focused on the condition and suitability of the main and backup unit capacities, as well as the protective systems to be used, and maximizing the energy distribution process from the source to the unit/user. Two loading conditions were analyzed: 100% full load and 80% load percentages to understand the electrical installation's conditions under different load scenarios compared against existing standards to assess its reliability. Based on the ETAP simulation analysis results, it was found that the planning needs further review. Several aspects of the system did not meet the standards, such as transformer loading and efficiency, voltage drop in distribution panels, under capacity in capacitor units and GENSET, as well as in some conductors and circuit breakers in various distribution panels.

Keywords: Load Flow Analysis, ETAP 12.6, Installation, Load, System

ABSTRAK

Suatu instalasi listrik industri komersial khususnya rumah sakit, sangat mengutamakan keandalan dan kualitas energi yang tersalurkan secara berkesinambungan. Dalam merancang instalasi listrik rumah sakit, tim perencana diharuskan membuat perencanaan yang matang agar dapat menghasilkan suatu sistem yang andal. Untuk mengetahui keandalan dari instalasi listrik yang direncanakan, maka penulis melakukan analisis berupa simulasi terhadap aliran daya dari sistem kelistrikan rumah sakit tersebut menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6. Analisis aliran daya yang dilakukan ditujukan untuk mengetahui kondisi aliran daya pada sistem dengan bersumber pada data hasil rekap daya perencanaan yang di simulasi ETAP 12.6. Dalam proses analisa ini berfokus pada, kondisi dan kesesuaian kapasitas dari unit utama dan backup serta pengaman sistem yang akan digunakan, kemudian pemaksimalan proses pendistribusian energi dari sumber ke unit/user. Dalam proses analisis dilakukan dua periode kondisi pembebanan yaitu persentase pembebanan penuh 100% dan persentase pembebanan pakai 80% guna mengetahui gambaran akan kondisi instalasi listrik tiap pembebanannya yang kemudian di sandingkan dengan standar yang ada guna mengetahui keandalannya. Berdasarkan hasil analisis simulasi ETAP, menunjukkan bahwa perencanaan masih perlu ditinjau kembali. Melihat dari banyak poin dalam sistem yang belum memenuhi standar, seperti pembebanan dan efisiensi transformator, drop voltage pada panel distribusi, adanya undercapacity pada unit kapasitor dan GENSET serta di beberapa penghantar dan circuit breaker di beberapa panel distribusi.

Kata Kunci: Analisa Aliran Daya, ETAP 12.6, Instalasi, pembebanan, sistem

PENDAHULUAN

Pertumbuhan cepat dalam kebutuhan energi listrik saat ini terlihat dalam berbagai sektor, di mana semua jenis kegiatan, termasuk fasilitas publik khususnya Rumah Sakit, bergantung pada penggunaan energi listrik (1).

Sebuah sistem tenaga listrik terdiri dari komponen dasar seperti generator, transformator, saluran transmisi, dan beban (2). Sejumlah faktor yang berkaitan dengan sistem listrik perlu diperhitungkan dan dirancang secara cermat, termasuk analisis aliran daya, penelitian gangguan hubung

singkat, pengaturan perlindungan relay, penentuan kapasitas peralatan, teknik distribusi daya, alokasi beban, kehilangan tegangan, efisiensi daya, dan aspek keselamatan instalasi yang akan diimplementasikan (3). Analisis aliran daya digunakan untuk mengevaluasi kondisi normal sistem, dan ini sangat esensial dalam perencanaan jangka panjang serta penilaian kinerja sistem yang sedang beroperasi saat ini (4). Melakukan analisis tenaga listrik secara manual dianggap sebagai proses yang kompleks. Oleh karena itu, penggunaan aplikasi komputasi sistem kelistrikan yang dapat melakukan simulasi sangat membantu sekali dalam *me-review* suatu sistem.

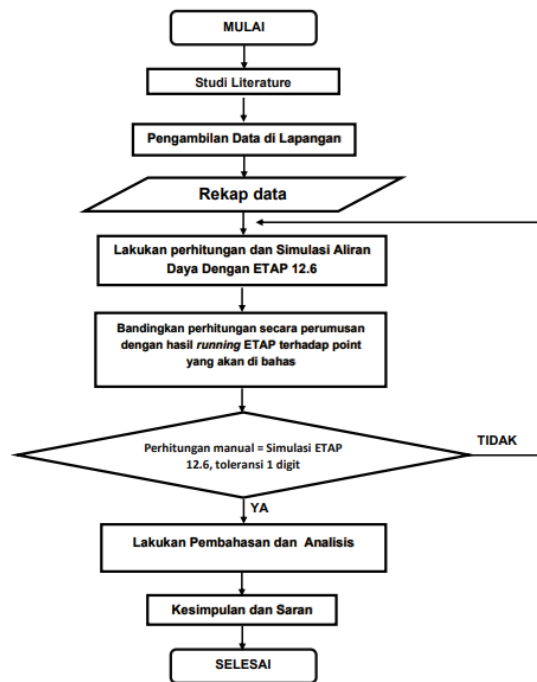
Proyek Rumah Sakit Hermina Pasuruan merupakan proyek pembangunan Rumah Sakit yang dibangun di atas lahan 1 hektar dengan luas bangunan 9000 m² yang memiliki 5 lantai pada gedung utama dengan 1 lantai sebagai lantai atap, yang berlokasi di Jl. Raya Pasuruan-Probolinggo Km. 5, Desa Sambirejo Kec. Rejoso, Kab. Pasuruan, Jawa Timur. Dalam mendukung pemaksimalan fasilitas tersebut pastinya perlu didukung oleh sistem kelistrikan gedung yang optimal. Untuk merencanakan suatu sistem yang optimal tim perencana pastinya telah melakukan kalkulasi kebutuhan daya pada sistem Proyek Rumah Sakit Hermina Pasuruan. Namun terkadang

suatu perencanaan suatu sistem, masih terdapat potensi terjadinya kesalahan atau kekeliruan dalam mengkalkulasikan kebutuhan sistem.

Dalam menanggapi hal tersebut penulis melakukan analisis aliran daya perencanaan instalasi listrik rumah sakit, guna mengetahui proses penyaluran energi dan kemungkinan terjadinya suatu potensi masalah yang akan muncul pada sistem (5). Dalam membantu mempermudah melakukan analisis dari Rumah Sakit Hermina Pasuruan yang belum rampung 100%, penulis menggunakan aplikasi ETAP 12.6 sebagai sarana simulasi dari sistem aliran daya di Rumah Sakit Hermina Pasuruan (6).

METODE

Dalam penulisan Penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengungkap gejala secara holistik-kontekstual dengan pengumpulan data dari latar alami dimana peneliti dimanfaatkan sebagai instrumen kunci. Metode ini bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis pendekatan induktif yang menitikberatkan pada analisis sebab-akibat bermacam variabel dan pengukuran (7,8).



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan adalah dengan data yang didapatkan dari hasil perhitungan secara perumusan dan data simulasi ETAP 12.6, guna menguatkan data yang lebih akurat. Dalam melakukan simulasi menggunakan ETAP data yang diperlukan adalah daya transformator, panjang penghantar, jenis penghantar yang digunakan yang meliputi luas penampang, dan panjang penghantar, serta beban yang akan digunakan. Pengolahan data yang digunakan ETAP akan menggunakan *Load Flow Analysis*, di mana akan menghitung besarnya pembebanan dan *losses* yang terjadi pada sistem kelistrikan Rumah Sakit Hermina Pasuruan. Berdasarkan perhitungan, dalam menghitung besarnya pembebanan yang terjadi pada transformator dan masing-masing sub panel yang ada di tiap

area Rumah Sakit Hermia Pasuruan menggunakan persamaan 1 dan 2 yaitu ;

$$\% \text{Pembebanan} = \frac{V \times I_{\text{rata-rata}} \times \sqrt{3}}{\text{Daya Transformator}} \times 100\% \dots [1]$$

Rumus untuk menghitung I rata-rata adalah:

$$I_{\text{rata-rata}} = \frac{I_r + I_s + I_t}{3} \dots \dots \dots [2]$$

Setelah mengetahui besarnya persentase pembebanan, selanjutnya menghitung *drop voltage* yang terjadi pada transformator dan tiap sub panel, dengan menggunakan persamaan 3 sebagai berikut :

$$V_R (\%) = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \dots \dots \dots [3]$$

Dimana :

V_s = tegangan pada pangkal pengiriman

V_r = tegangan pada ujung penerimaan

Kemudian untuk mengetahui kesesuaian penggunaan penghantar, dalam menghitung

besar KHA suatu penghantar digunakan persamaan rumus 4 dan 5 sebagai berikut :

$$KHA = 125 \% \times I_n \dots\dots\dots [4]$$

Dimana:

KHA = Kemampuan Hantar Arus (A)

I_n = Arus Nominal (A)

Nilai I_n dapat ditentukan dengan persamaan

$$I_n = \frac{P}{V \times 1,73 \times \cos \phi} \dots\dots\dots [5]$$

$$\% \eta = \frac{((VRN \times IR \times \cos \theta R) + (VSN \times IS \times \cos \theta S) + (VTN \times IT \times \cos \theta T))}{((VRN \times IR \times \cos \theta R) + (VSN \times IS \times \cos \theta S) + (VTN \times IT \times \cos \theta T)) + P_i + P_{cu}} \dots\dots\dots [6]$$

Dimana:

VRN = tegangan fasa-netral R (V)

VSN = tegangan fasa-netral S (V)

VTN = tegangan fasa-netral T (V)

IR = arus fasa R (A)

IS = arus fasa S (A)

IT = arus fasa T (A)

$\cos \theta R$ = faktor daya R

$\cos \theta S$ = faktor daya S

$\cos \theta T$ = faktor daya T

P_i = rugi inti (W)

Dimana:

P = Daya (W)

V = Tegangan Fasa-fasa (V)

$\cos \phi$ = Safety factor (umum digunakan 0,85)

Untuk menghitung efisiensi pada transformator, penulis menggunakan persamaan 6 sebagai berikut :

P_{cu} = rugi tembaga (W)

Rekapitulasi Estimasi Kebutuhan Daya

Rekapitulasi kebutuhan daya merupakan hasil perhitungan estimasi dari sebuah perencanaan yang mengacu dengan kebutuhan beban yang akan dipasang. Kebutuhan daya di masing-masing bangunan memiliki besar yang berbeda, dan berikut merupakan rekapitulasi estimasi kebutuhan beban pada masing-masing panel yang dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut

Tabel 1: Rekapitulasi Kebutuhan Daya

Nama Panel	Beban Tersambung 100%		Beban Terpakai 80%		Breaker
	Estimasi Kebutuhan daya (kVA)	Estimasi Kebutuhan daya (kW)	Estimasi Kebutuhan daya (kVA)	Estimasi Kebutuhan daya (kW)	
PUTR	1130.54	904.43	904.43	723.54	ACB 4P-1250 A
MDP/LT 1	953.34	762.67	762.67	610.14	MCCB 3P-800 A
SDP R POMPA	170.31	136.25	136.25	109.00	MCCB 3P-400 A
PP/POWERHOUSE	6.89	5.51	5.51	4.41	MCCB 3P-32 A
SDP LT 2	121.98	97.58	97.58	78.06	MCCB 3P-200 A
SDP LT 3	150.88	120.70	120.70	96.56	MCCB 3P-250 A
SDP P AC	458.14	366.52	366.52	293.21	MCCB 3P-500 A
PP/LIFT	54.38	43.50	43.50	34.80	MCCB 3P-125 A
PP/LT.1	73.79	59.03	59.03	47.23	MCCB 3P-125 A
PP/CT-SCAN	41.28	33.02	33.02	26.42	MCCB 3P-160 A
PP/RADIOLOGI	42.53	34.02	34.02	27.22	MCCB 3P-160 A
PP/ELEKTRONIK/LT.1	7.50	6.00	6.00	4.80	MCCB 3P-32 A
PP/POLI GIGI	2.88	2.30	2.30	1.84	MCCB 3P-25 A

Nama Panel	Beban Tersambung 100%		Beban Terpakai 80%		Breaker
	Estimasi Kebutuhan daya (kVA)	Estimasi Kebutuhan daya (kW)	Estimasi Kebutuhan daya (kVA)	Estimasi Kebutuhan daya (kW)	
PP/LT.2	37.40	29.92	29.92	23.94	MCCB 3P-80 A
PP/OK.1/LT.2	6.16	4.93	4.93	3.94	MCCB 3P-32 A
PP/OK.2/LT.2	6.16	4.93	4.93	3.94	MCCB 3P-32 A
PP/OK.3/LT.2	6.16	4.93	4.93	3.94	MCCB 3P-32 A
PP/RO/LT.2	5.00	4.00	4.00	3.20	MCCB 3P-32 A
PP/HEMODIALISA	9.50	7.60	7.60	6.08	MCCB 3P-32 A
PP/AUTOCLAVE	20.00	16.00	16.00	12.80	MCCB 3P-32 A
PP ICU/PICU/NICU/ LT 2	31.60	25.28	25.28	20.22	MCCB 3P-63 A
PP/LT.3	60.77	48.61	48.61	38.89	MCCB 3P-80 A
PP/LAUNDRY/LT.3	6.50	5.20	5.20	4.16	MCCB 3P-32 A
PP/LT.4	79.03	63.22	63.22	50.58	MCCB 3P-125 A
PP/POLI GIGI/LT.4	2.88	2.30	2.30	1.84	MCCB 3P-25 A
PP/LT.ATAP	1.71	1.37	1.37	1.09	MCCB 3P-63 A
PP/P.AC/LT.1	115.75	92.60	92.60	74.08	MCCB 3P-160 A
PP/P.AC/LT.2	87.85	70.28	70.28	56.22	MCCB 3P-125 A
PP/P.AC/LT.3	87.06	69.65	69.65	55.72	MCCB 3P-125 A
PP/P.AC/LT.4	118.11	94.49	94.49	75.59	MCCB 3P-125 A
PP/AHU/R. OK/LT.2	49.38	39.50	39.50	31.60	MCCB 3P-100 A

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil *running* yang telah dilakukan pada simulasi program ETAP yang mengacu dari data rekap daya tim perencana, nantinya akan digunakan sebagai data yang berkaitan dengan kebutuhan analisis. Pada proses simulasi, dilakukan dua periode simulasi dengan yang diasumsikan sebagai besar persentase penggunaan beban, 100% sebagai beban penuh kemudian 80 % sebagai *demand* faktor yang ditentukan oleh perencana secara merata di masing-masing beban pada simulasi ETAP. Dari dua periode simulasi tersebut diambil data yang meliputi, arus tiap fasa, tegangan

antar fasa, tegangan fasa netral dan $\cos \phi$. Data tersebut akan digunakan sebagai bahan dalam menentukan kondisi aliran daya dari sistem yang dirancang oleh tim perencana menggunakan ETAP.

1) Perhitungan Persentase Pembebanan dan Efisiensi Transformator

a) Persentase Pembebanan Transformator

Untuk melihat hasil persentase pembebanan transformator berdasarkan hasil perhitungan pada periode persentase beban lainnya dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut

Tabel 2: Persentase Pembebanan Transformator

Arus Rata-Rata (A)	Daya Trafo (kVA)	Pembebanan Trafo (%)	Periode Beban
1530.0	800	126%	100%
1186.6	800	99%	80%



Gambar 2: Diagram Persentase Pembebanan Transformator

b) Efisiensi Transformator dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut;
Untuk besar efisiensi transformator di periode persentase beban lainnya

Tabel 3: Efisiensi Transformator

Beban	Daya Out (W)	Daya Input (W)	Efisiensi Transformator
Beban 80%	707,973.13	717,409.43	98.68%
Beban 100%	877,687.41	892,038.67	98.39%



Gambar 3: Diagram Efisiensi Transformator

2) Menentukan Kapasitas Kapasitor Bank

Dalam menentukan kapasitas dari kapasitor bank yang dibutuhkan pada sistem kelistrikan yang ada di Rumah Sakit Hermina Pasuruan. Data yang digunakan merupakan data hasil simulasi ETAP yang nantinya akan dihitung dan ditabulasikan dengan persamaan secara perumusan

$$Q_C = Q_1 - Q_2$$

$$Q_1 = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \theta$$

$$= 1130.54 \times 0.6$$

$$= 678.3 \text{ kVAR (kondisi awal)}$$

$$\cos \theta = 0.8$$

$$Q_2 = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \theta$$

$$= 1130.54 \times 0$$

$$= 0 \text{ kVAR (kondisi yang ingin)}$$

dicapai $\cos \theta = 1$

$$Q_C = Q_1 - Q_2$$

$$= 678.3 - 0$$

= 678.3 kVAR

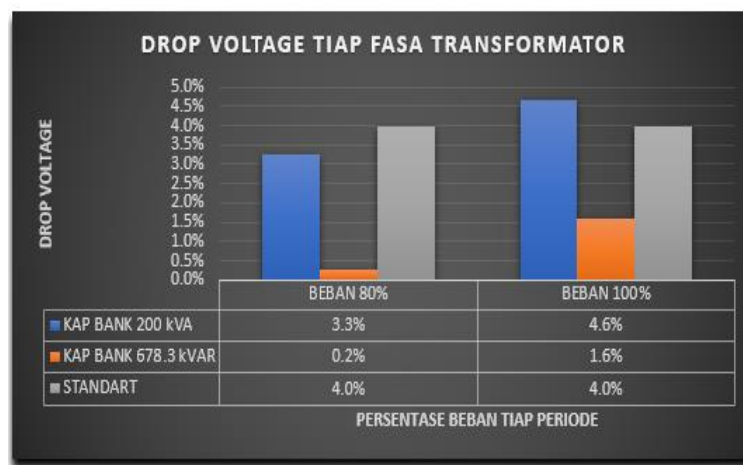
3) Perhitungan Potensi Drop Voltage (Tegangan Jatuh)

Dalam menghitung besar rugi tegangan (*drop voltage*), dalam hal ini berfokus

pada besarnya rugi tegangan per fasa yang terjadi di transformator dan masing-masing sub panel (9).

Tabel 4: Rugi Tegangan (*Drop Voltage*) Transformator

Beban	Vs (V)	Persentase Drop Voltage (%)		
		R	S	T
80%	230.0	3.3%	3.3%	3.3%
100%	230.0	4.6%	4.6%	4.6%



Gambar 4: Diagram Drop Voltage Transformator

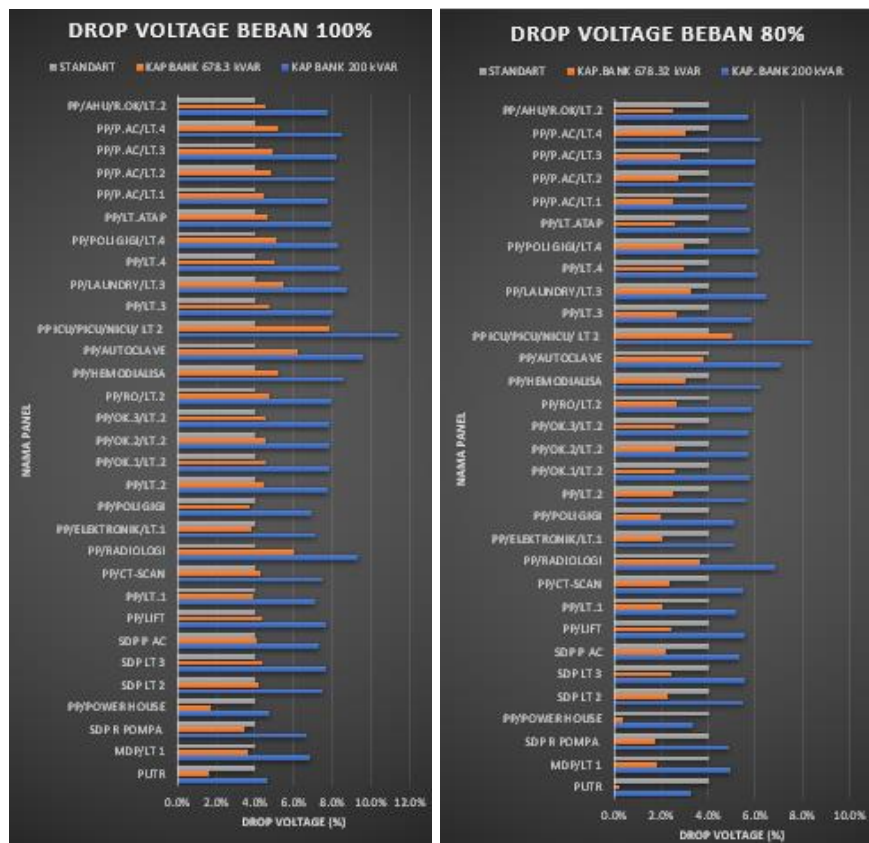
Tabel 5: Rugi Tegangan (*Drop Voltage*) Beban 100% Sub Panel

Nama Panel	Rugi Tegangan		
	R	S	T
PUTR	4.6%	4.6%	4.6%
MDP/LT 1	6.8%	6.8%	6.8%
SDP R POMPA	6.7%	6.7%	6.7%
PP/POWERHOUSE	4.7%	4.7%	4.7%
SDP LT 2	7.5%	7.5%	7.5%
SDP LT 3	7.6%	7.6%	7.6%
SDP P AC	7.3%	7.3%	7.3%
PP/LIFT	7.6%	7.6%	7.6%
PP/LT.1	7.1%	7.1%	7.1%
PP/CT-SCAN	7.5%	7.5%	7.5%
PP/RADIOLOGI	9.3%	9.3%	9.3%
PP/ELEKTRONIK/LT.1	7.1%	7.1%	7.1%
PP/POLI GIGI	7.0%	7.0%	7.0%
PP/LT.2	7.8%	7.8%	7.8%
PP/OK.1/LT.2	7.9%	7.9%	7.9%
PP/OK.2/LT.2	7.8%	7.8%	7.8%
PP/OK.3/LT.2	7.8%	7.8%	7.8%
PP/RO/LT.2	8.0%	8.0%	8.0%
PP/HEMODIALISA	8.5%	8.5%	8.5%

Nama Panel	Rugi Tegangan		
	R	S	T
PP/AUTOCLAVE	9.6%	9.6%	9.6%
PP ICU/PICU/NICU/ LT 2	11.4%	11.4%	11.4%
PP/LT.3	8.0%	8.0%	8.0%
PP/LAUNDRY/LT.3	8.8%	8.8%	8.8%
PP/LT.4	8.4%	8.4%	8.4%
PP/POLI GIGI/LT.4	8.3%	8.3%	8.3%
PP/LT.ATAP	7.9%	7.9%	7.9%
PP/P.AC/LT.1	7.7%	7.7%	7.7%
PP/P.AC/LT.2	8.1%	8.1%	8.1%
PP/P.AC/LT.3	8.2%	8.2%	8.2%
PP/P.AC/LT.4	8.5%	8.5%	8.5%
PP/AHU/R. OK/LT.2	7.8%	7.8%	7.8%

Tabel 6: Rugi Tegangan (*Drop Voltage*) Beban 80% Sub Panel

Nama Panel	Rugi Tegangan		
	R	S	T
PUTR	3.3%	3.3%	3.3%
MDP/LT 1	4.9%	4.9%	4.9%
SDP R POMPA	4.8%	4.8%	4.8%
PP/POWERHOUSE	3.4%	3.4%	3.4%
SDP LT 2	5.4%	5.4%	5.4%
SDP LT 3	5.6%	5.6%	5.6%
SDP P AC	5.3%	5.3%	5.3%
PP/LIFT	5.6%	5.6%	5.6%
PP/LT.1	5.2%	5.2%	5.2%
PP/CT-SCAN	5.4%	5.4%	5.4%
PP/RADIOLOGI	6.9%	6.9%	6.9%
PP/ELEKTRONIK/LT.1	5.1%	5.1%	5.1%
PP/POLI GIGI	5.1%	5.1%	5.1%
PP/LT.2	5.7%	5.7%	5.7%
PP/OK.1/LT.2	5.7%	5.7%	5.7%
PP/OK.2/LT.2	5.7%	5.7%	5.7%
PP/OK.3/LT.2	5.7%	5.7%	5.7%
PP/RO/LT.2	5.8%	5.8%	5.8%
PP/HEMODIALISA	6.3%	6.3%	6.3%
PP/AUTOCLAVE	7.1%	7.1%	7.1%
PP ICU/PICU/NICU/ LT 2	8.4%	8.4%	8.4%
PP/LT.3	5.9%	5.9%	5.9%
PP/LAUNDRY/LT.3	6.4%	6.4%	6.4%
PP/LT.4	6.1%	6.1%	6.1%
PP/POLI GIGI/LT.4	6.1%	6.1%	6.1%
PP/LT.ATAP	5.8%	5.8%	5.8%
PP/P.AC/LT.1	5.6%	5.6%	5.6%
PP/P.AC/LT.2	5.9%	5.9%	5.9%
PP/P.AC/LT.3	6.0%	6.0%	6.0%
PP/P.AC/LT.4	6.2%	6.2%	6.2%
PP/AHU/R. OK/LT.2	5.7%	5.7%	5.7%



Gambar 5: Diagram Drop Voltage Sub Panel Beban Penuh & 80%

4. Perhitungan KHA Penghantar Dan *Circuit Breaker*

Dalam menentukan suatu KHA dari penghantar, difokuskan untuk kesesuaian penghantar yang

digunakan dengan standar nomenklatur kabel dan kapasitas *circuit breaker* yang digunakan, berikut hasil perhitungan data simulasi (10).

Tabel 7: Besar Nilai Arus Nominal dan KHA Penghantar Beban 100%

Nama Panel	KHA BEBAN (A)	KHA ETAP (A)	KHA KABEL (A)	JENIS PENGHANTAR
PUTR	2,042.15	1,912.50	1,317.00	NY Y 3x (4x1Cx240 mm ²)
MDP/LT 1	1,722.07	1,770.00	878.00	NY Y 2x (4x1Cx240 mm ²)
SDP R POMPA	307.65	320.13	439.00	NY Y 4x1Cx240 mm ²
PP/POWER HOUSE	12.44	12.13	44.00	NY Y 4x6 mm ²
SDP LT 2	220.33	229.63	249.00	NY Y 4x1Cx95 mm ²
SDP LT 3	272.54	284.88	280.00	NY Y 4x1Cx120 mm ²
SDP P AC	827.57	870.38	439.00	NY Y 4x1Cx240 mm ²
PP/LIFT	98.22	93.88	130.00	FRC 4x35 mm ²
PP/LT.1	133.30	127.63	130.00	NY Y 4x35 mm ²
PP/CT-SCAN	74.56	71.38	160.00	NY Y 4x50 mm ²
PP/RADIOLOGI	76.82	72.75	44.00	NY Y 4x6 mm ²
PP/ELEKTRONIK/LT.1	13.55	14.13	44.00	NY Y 4x6 mm ²
PP/POLI GIGI	5.19	5.50	34.00	NY Y 4x4 mm ²
PP/LT.2	67.56	70.88	80.00	NY Y 4x16 mm ²
PP/OK.1/LT.2	11.12	11.75	60.00	NY Y 4x10 mm ²
PP/OK.2/LT.2	11.12	11.75	60.00	NY Y 4x10 mm ²
PP/OK.3/LT.2	11.12	11.75	60.00	NY Y 4x10 mm ²
PP/RO/LT.2	9.03	8.63	44.00	NY Y 4x6 mm ²

Nama Panel	KHA BEBAN (A)	KHA ETAP (A)	KHA KABEL (A)	JENIS PENGHANTAR
PP/HEMODIALISA	17.16	18.13	44.00	NYY 4x6 mm ²
PP/AUTOCLAVE	36.13	35.50	44.00	NYY 4x6 mm ²
PP ICU/PICU/NICU/ LT 2	57.08	61.25	60.00	NYY 4x10 mm ²
PP/LT.3	109.77	115.38	80.00	NYY 4x16 mm ²
PP/LAUNDRY/LT.3	11.74	11.13	44.00	NYY 4x6 mm ²
PP/LT.4	142.75	150.25	130.00	NYY 4x35 mm ²
PP/POLI GIGI/LT.4	5.19	5.00	34.00	NYY 4x4 mm ²
PP/LT.ATAP	3.08	3.13	60.00	NYY 4x10 mm ²
PP/P.AC/LT.1	209.09	219.88	108.00	NYY 4x25 mm ²
PP/P.AC/LT.2	158.69	166.75	130.00	NYY 4x35 mm ²
PP/P.AC/LT.3	157.26	165.50	130.00	NYY 4x35 mm ²
PP/P.AC/LT.4	213.35	224.63	160.00	NYY 4x50 mm ²
PP/AHU/R. OK/LT.2	89.19	93.63	130.00	NYY 4x35 mm ²

Tabel 8: Besar Nilai Arus Nominal dan KHA Penghantar Beban 80%

Nama Panel	KHA BEBAN (A)	KHA ETAP (A)	KHA KABEL (A)	JENIS PENGHANTAR
PUTR	1,633.72	1,483.25	1,317.00	NYY 3x (4x1Cx240 mm ²)
MDP/LT 1	1,377.66	1,405.38	878.00	NYY 2x (4x1Cx240 mm ²)
SDP R POMPA	246.12	253.25	439.00	NYY 4x1Cx240 mm ²
PP/POWER HOUSE	9.95	9.75	44.00	NYY 4x6 mm ²
SDP LT 2	176.27	182.00	249.00	NYY 4x1Cx95 mm ²
SDP LT 3	218.03	225.25	280.00	NYY 4x1Cx120 mm ²
SDP P AC	662.06	687.25	439.00	NYY 4x1Cx240 mm ²
PP/LIFT	78.58	75.88	130.00	FRC 4x35 mm ²
PP/LT.1	106.64	103.25	130.00	NYY 4x35 mm ²
PP/CT-SCAN	59.65	57.63	160.00	NYY 4x50 mm ²
PP/RADIOLOGI	61.45	58.88	44.00	NYY 4x6 mm ²
PP/ELEKTRONIK/LT.1	10.84	11.25	44.00	NYY 4x6 mm ²
PP/POLI GIGI	4.15	4.38	34.00	NYY 4x4 mm ²
PP/LT.2	54.04	56.00	80.00	NYY 4x16 mm ²
PP/OK.1/LT.2	8.90	9.25	60.00	NYY 4x10 mm ²
PP/OK.2/LT.2	8.90	9.25	60.00	NYY 4x10 mm ²
PP/OK.3/LT.2	8.90	9.25	60.00	NYY 4x10 mm ²
PP/RO/LT.2	7.23	7.00	44.00	NYY 4x6 mm ²
PP/HEMODIALISA	13.73	14.25	44.00	NYY 4x6 mm ²
PP/AUTOCLAVE	28.90	28.50	44.00	NYY 4x6 mm ²
PP ICU/PICU/NICU/ LT 2	45.67	48.13	60.00	NYY 4x10 mm ²
PP/LT.3	87.81	91.13	80.00	NYY 4x16 mm ²
PP/LAUNDRY/LT.3	9.39	9.00	44.00	NYY 4x6 mm ²
PP/LT.4	114.20	118.63	130.00	NYY 4x35 mm ²
PP/POLI GIGI/LT.4	4.15	4.00	34.00	NYY 4x4 mm ²
PP/LT.ATAP	2.47	2.50	60.00	NYY 4x10 mm ²
PP/P.AC/LT.1	167.27	173.63	108.00	NYY 4x25 mm ²
PP/P.AC/LT.2	126.95	131.63	130.00	NYY 4x35 mm ²
PP/P.AC/LT.3	125.81	130.63	130.00	NYY 4x35 mm ²
PP/P.AC/LT.4	170.68	177.25	160.00	NYY 4x50 mm ²
PP/AHU/R. OK/LT.2	71.35	74.00	130.00	NYY 4x35 mm ²

Tabel 9: Tabulasi Penentuan Ukuran *Circuit Breaker* Periode Beban Penuh 100%

Nama Panel	Beban Penuh (kVA)	Arus Beban (A)	Arus ETAP (A)	Ukuran Penghantar
PUTR	1130.54	1,633.72	1,530.00	ACB 4P-1250 A
MDP/LT 1	953.3	1,377.66	1,416.00	MCCB 3P-800 A
SDP R POMPA	170.3125	246.12	256.10	MCCB 3P-400 A
PP/POWER HOUSE	6.885	9.95	9.70	MCCB 3P-32 A
SDP LT 2	122.0	176.27	183.70	MCCB 3P-200 A
SDP LT 3	150.9	218.03	227.90	MCCB 3P-250 A
SDP P AC	458.1	662.06	696.30	MCCB 3P-500 A
PP/LIFT	54.4	78.58	75.10	MCCB 3P-125 A

Nama Panel	Beban Penuh (kVA)	Arus Beban (A)	Arus ETAP (A)	Ukuran Penghantar
PP/LT.1	73.8	106.64	102.10	MCCB 3P-125 A
PP/CT-SCAN	41.3	59.65	57.10	MCCB 3P-160 A
PP/RADIOLOGI	42.5	61.45	58.20	MCCB 3P-160 A
PP/ELEKTRONIK/LT.1	7.5	10.84	11.30	MCCB 3P-32 A
PP/POLI GIGI	2.9	4.15	4.40	MCCB 3P-25 A
PP/LT.2	37.4	54.04	56.70	MCCB 3P-80 A
PP/OK.1/LT.2	6.2	8.90	9.40	MCCB 3P-32 A
PP/OK.2/LT.2	6.2	8.90	9.40	MCCB 3P-32 A
PP/OK.3/LT.2	6.2	8.90	9.40	MCCB 3P-32 A
PP/RO/LT.2	5.0	7.23	6.90	MCCB 3P-32 A
PP/HEMODIALISA	9.5	13.73	14.50	MCCB 3P-32 A
PP/AUTOCLAVE	20.0	28.90	28.40	MCCB 3P-32 A
PP ICU/PICU/NICU/ LT 2	31.6	45.67	49.00	MCCB 3P-63 A
PP/LT.3	60.8	87.81	92.30	MCCB 3P-80 A
PP/LAUNDRY/LT.3	6.5	9.39	8.90	MCCB 3P-32 A
PP/LT.4	79.0	114.20	120.20	MCCB 3P-125 A
PP/POLI GIGI/LT.4	2.9	4.15	4.00	MCCB 3P-25 A
PP/LT.ATAP	1.7	2.47	2.50	MCCB 3P-63 A
PP/P.AC/LT.1	115.8	167.27	175.90	MCCB 3P-160 A
PP/P.AC/LT.2	87.9	126.95	133.40	MCCB 3P-125 A
PP/P.AC/LT.3	87.1	125.81	132.40	MCCB 3P-125 A
PP/P.AC/LT.4	118.1	170.68	179.70	MCCB 3P-125 A
PP/AHU/R. OK/LT.2	49.4	71.35	74.90	MCCB 3P-100 A

Tabel 10: Tabulasi Penentuan Ukuran *Circuit Breaker* Periode Beban Penuh 80%

Nama Panel	Beban Penuh (kVA)	Arus Beban (A)	Arus ETAP (A)	Ukuran Penghantar
PUTR	904.429	1,306.98	1,186.60	ACB 4P-1250 A
MDP/LT 1	762.67	1,102.13	1,124.30	MCCB 3P-800 A
SDP R POMPA	136.25	196.89	202.60	MCCB 3P-400 A
PP/POWER HOUSE	5.508	7.96	7.80	MCCB 3P-32 A
SDP LT 2	97.58	141.01	145.60	MCCB 3P-200 A
SDP LT 3	120.70	174.42	180.20	MCCB 3P-250 A
SDP P AC	366.52	529.65	549.80	MCCB 3P-500 A
PP/LIFT	43.50	62.86	60.70	MCCB 3P-125 A
PP/LT.1	59.03	85.31	82.60	MCCB 3P-125 A
PP/CT-SCAN	33.02	47.72	46.10	MCCB 3P-160 A
PP/RADIOLOGI	34.02	49.16	47.10	MCCB 3P-160 A
PP/ELEKTRONIK/LT.1	6.00	8.67	9.00	MCCB 3P-32 A
PP/POLI GIGI	2.30	3.32	3.50	MCCB 3P-25 A
PP/LT.2	29.92	43.24	44.80	MCCB 3P-80 A
PP/OK.1/LT.2	4.93	7.12	7.40	MCCB 3P-32 A
PP/OK.2/LT.2	4.93	7.12	7.40	MCCB 3P-32 A
PP/OK.3/LT.2	4.93	7.12	7.40	MCCB 3P-32 A
PP/RO/LT.2	4.00	5.78	5.60	MCCB 3P-32 A
PP/HEMODIALISA	7.60	10.98	11.40	MCCB 3P-32 A
PP/AUTOCLAVE	16.00	23.12	22.80	MCCB 3P-32 A
PP ICU/PICU/NICU/ LT 2	25.28	36.53	38.50	MCCB 3P-63 A
PP/LT.3	48.61	70.25	72.90	MCCB 3P-80 A
PP/LAUNDRY/LT.3	5.20	7.51	7.20	MCCB 3P-32 A
PP/LT.4	63.22	91.36	94.90	MCCB 3P-125 A
PP/POLI GIGI/LT.4	2.30	3.32	3.20	MCCB 3P-25 A
PP/LT.ATAP	1.37	1.97	2.00	MCCB 3P-63 A
PP/P.AC/LT.1	92.60	133.82	138.90	MCCB 3P-160 A
PP/P.AC/LT.2	70.28	101.56	105.30	MCCB 3P-125 A
PP/P.AC/LT.3	69.65	100.64	104.50	MCCB 3P-125 A
PP/P.AC/LT.4	94.49	136.54	141.80	MCCB 3P-125 A
PP/AHU/R. OK/LT.2	39.50	57.08	59.20	MCCB 3P-100 A

5. Kapasitas GENSET (Generator Set) yang Digunakan

$Demand Factor = \text{Beban Maximum Terukur} / \text{Beban Total Terpasang} (11)$

$Demand Factor \text{ PUTR} = 723.54 \text{ kW} / 904.43 \text{ kW}$
 $= 0.8 = 80\%$

Kapasitas Daya Genset

$= DF \times \text{Beban Total Terpasang (kW)}$
 $\times 125\%$

$= 80\% \times 904.43 \text{ kW} \times 125\%$

$= 904.43 \text{ kVA} = \text{rating genset } 1000 \text{ kVA}$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang bersumber dari hasil simulasi *software* ETAP menggunakan data rekap daya tim Perencana di Rumah Sakit Hermina Pasuruan, memberikan suatu gambaran kondisi dari aliran daya perencanaan listrik Rumah Sakit Hermina Pasuruan yang di-*review* dengan dua periode kondisi beban, yaitu beban penuh 100% dan beban pakai 80%, di mana dapat menunjukkan kondisi Transformator menunjukkan pada periode kondisi beban penuh beban 100% menghasilkan persentase pembebanan transformator sebesar 126% dengan efisiensi trafo sebesar 98.39%. Kondisi drop voltage, pada periode kondisi beban penuh 100 % untuk sisi transformator menunjukkan besar *drop voltage* sebesar 4.6% untuk setiap fasanya. Penggunaan penghantar dan *circuit breaker* hasil *review* kesesuaian ukuran kabel yang mengalami *under capacity* yaitu pada penghantar yang menuju panel PUTR, MDP/LT1, SDP P AC,

PP/RADIOLOGI, PP/LT 3, PP/P.AC/LT 1, PP/P.AC/LT 4. Ukuran *circuit breaker* yang mengalami *undercapacity* yaitu pada *circuit breaker* yang terpasang pada panel MDP/LT1, SDP P AC, PP/P.AC/LT 4. Penggunaan kapasitas unit kapasitor bank adalah sebesar 678.3 kVAR. Melihat rating yang digunakan perencana untuk kapasitor bank sebesar 200 kVAR, maka akan berpotensi terjadinya *under capacity*. Penggunaan kapasitas unit GENSET (*Generator Set*) yang telah dilakukan perhitungan secara perumusan berdasarkan rekap daya dari perencana yang menghasilkan nilai untuk kapasitas unit GENSET (*Generator Set*) adalah sebesar 904.429 kVA. Melihat rating yang digunakan tim perencana untuk GENSET (*Generator Set*) sebesar 525 kVA, maka akan berpotensi terjadinya *under capacity*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alif K U M, Supari, Derman. Analisis Aliran Daya Listrik Di Pt. Cargill Semarang Bagian Gedung Produksi Menggunakan Simulasi Etap 12.6.0. 2022;1-4.
2. Pramono Tj, Soewono S, Elektro T. Analisis Drop Tegangan Pada Jaringan Tegangan Menengah. Energi & Kelistrikan. 2018;
3. Al Bahar Ak, Gusti F. Analisis Aliran Daya Pada Gedung Bertingkat Dengan Sumber Tegangan 20kv Menggunakan Etap 12.6. J Ilm Elektrokrisna. 2019;
4. Mulyana A, Riza Ta, Ramadan Dn, Falih Md. Sistem Pengisian Pulsa Pada Kwh Meter Prabayar Menggunakan Ponsel. J Elektro Dan Telekomun Terap [Internet]. 2017 Dec 29;4(2):560. Available From: [Http://Journals.Telkomuniversity.Ac.I](http://Journals.Telkomuniversity.Ac.I)

- d/Jett/Article/View/1093
5. Sudiarta W, Sutawinaya P, Ta K, Firman A, Kunci K, Transformator :, Et Al. Manajemen Trafo Distribusi 20kv Antar Gardu B1031 Dan B1033 Penyulang Liligundi Dengan Menggunakan Simulasi Program Etap. Log J Ranc Bangun Dan Teknol. 2017;
 6. Permadi R. Analisis Aliran Daya Pada Jalur Kelistrikan Gedung Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Menggunakan 2022;
 7. Hardani, Helmina Andriani, Jumari Ustiaty, Evi Fatmi Utami, Ria Rahmatul Istioqmah, Roushandy Fardani, Dhika Juliana Sukmana Nha. Buku Metode Penelitian Kualitatif Dan Kualitatif. Repository.Uinsu.Ac.Id. 2020.
 8. Saleh M, Haryanti M. Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. J Teknol Elektro, Univ Mercu Buana. 2017;
 9. Naim K. Analisa Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Sistem Distribusi Tegangan Rendah Area Btn Hamzy Dan Btn Antara. J Teknol Elekterika [Internet]. 2016 Nov 30;13(2):136. Available From: <Http://Jurnal.Poliupg.Ac.Id/Index.Php/Jte/Article/View/981>
 10. Al Amin Ms. Studi Kemampuan Panel Lvmdp Terhadap Pembebanan. J Ampere [Internet]. 2018 Jun 30;3(1):140. Available From: <Https://Jurnal.Univpgri-Palembang.Ac.Id/Index.Php/Ampere/Article/View/2115>
 11. Siregar Ms, Junaidi J, Irwan A, Ibrahim H. Analisis Pemeliharaan Berkala Pada Motor Diesel Generator Set Daya 90 Kva Sebagai Energi Listrik Cadangan Di Upt Rumah Sakit Khusus Paru. Sinergi Polmed J Ilm Tek Mesin. 2022;