

ANALISA TEKNIS DAN PERENCANAAN PADA PANEL UTAMA TEGANGAN RENDAH DI HARCO MANGGA BESAR

Idang Setiawan, Sugeng, M.Ilyas Sikki

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi
Jl Cut Meutia No. 83 Bekasi 17113, Jawa Barat, Indonesia
idangsetiawan45@gmail.com

ABSTRAK

Harco Mangga Besar adalah salah satu proyek pembangunan mall, apartemen dan hotel. Untuk mendukung daya yang dibutuhkan dalam pembangunan tersebut digunakan sebuah trafo. Namun pada prakteknya, pemakaian beban dalam diagram satu garis tidak sesuai dengan beban yang direncanakan. Maka perlu adanya analisa dan kajian teknis maupun perencanaan sistem kelistrikan dalam pembuatan panel di Harco Mangga Besar, meliputi pengumpulan data transformer distribusi, sistem jaringan distribusi, penggunaan kawat penghantar jaringan distribusi, pembatas beban tiap titik jaringan dalam rangka menguji hipotesis. Berdasarkan data dari gambar perencana jumlah beban pada PUTR-M1 sebesar 1.151.926 Watt kapasitas trafo 1600 kVA dan PUTR-M2 sebesar 1.172.286 Watt kapasitas trafo 1250 kVA. Setelah dilakukan perhitungan ulang, jumlah beban sebenarnya pada PUTR-M1 sebesar 821.835 Watt kapasitas trafo 1000 kVA dan PUTR-M2 sebesar 802.489 Watt kapasitas trafo 1000 kVA. Dari analisa data dan hasil pembahasan presentase penurunannya 30% dari total jumlah beban 1.624.324 watt kapasitas trafo 2000 kVA mampu mengatasi pertumbuhan beban selama 10 tahun kedepan sebesar 1.905.910 watt dengan mempertimbangkan karakteristik beban.

Kata Kunci: Diagram Satu Garis, Trafo Distribusi, Karakteristik Beban.

ABSTRACT

Harco Mangga Besar is one of the projects development of mall, apartment and hotel. To support the required power, one transformer is used. However in practice, the loads usage in a single line diagram does not match with the planned load. Thus it is necessary to do analysis, technical study and planning in electrical system in making the panel of Harco Mangga Besar, including collecting distributed data transformer, distribution network system, distribution network usage wire, limiting the burden of each network point in order to test hypothesis. Based on the data from the planner drawing, the total load on PUTR-M1 is 1,151,926 Watt with transformer capacity of 1600 kVA and PUTR-M2 is 1,172,286 Watt with transformer capacity of 1250 kVA. After re-calculation, the real load amount on PUTR-M1 is 821,835 Watt with transformer capacity of 1000 kVA and PUTR-M2 is 802.489 Watt with transformer capacity of 1000 kVA transformer. From the data analysis and discussion result, 30% reduction of the total load number of 1,624,324 watts capacity of 2000 kVA transformer is able to overcome the load growth for 10 years ahead of 1.905.910 watt by considering load characteristics.

Keywords: Single Line Diagram, Distribution Transformer, Load characteristic

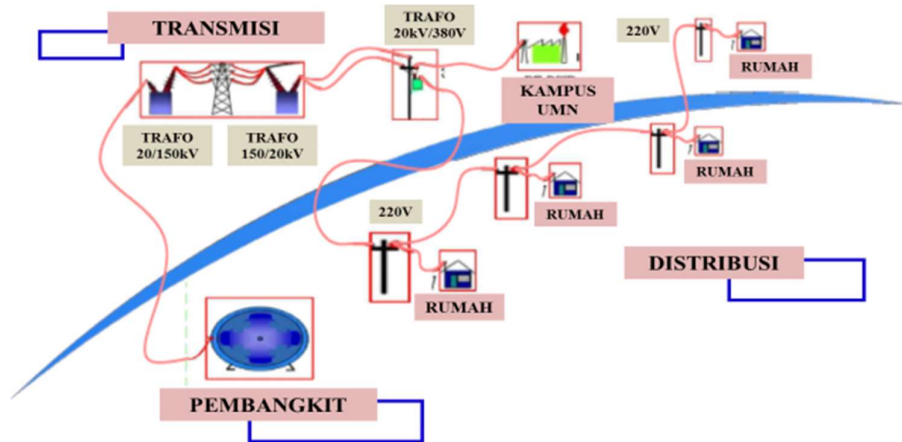
PENDAHULUAN

Panel Utama Tegangan Rendah atau sering disingkat PUTR adalah panel hubung bagi yang melayani tegangan rendah kurang dari 1000 V (PUIL, 2000), suatu perlengkapan hubung bagi yang pada tempat pelayanannya berbentuk suatu panel atau kombinasi panel-panel, terbuat dari bahan konduktif atau tidak konduktif (PUIL, 2000). Panel bagi dilengkapi dengan perlengkapan listrik seperti sakelar, kabel, rel, pemutus daya dan pemisah daya. Perlengkapan panel dibatasi dan dibagi-bagi menjadi petak-petak yang tersusun mendatar dan tegak dianggap sebagai satu panel hubung bagi. Harco Mangga Besar adalah salah satu proyek pembangunan mall, apartemen dan hotel terletak di Jl. Kartini gunung sahari yang memiliki masalah dalam perencanaan pemakain beban yaitu beban yang dibuat dalam diagram tidak sesuai dengan beban yang dibutuhkan. Berdasarkan hal diatas perlu adanya menganalisa dan merencanakan sistem sistem kelistrikan sesuai dengan kebutuhan beban yang dibutuhkan serta pertumbuhan pemakaian beban selama 10 tahun kedepan.

TINJAUAN PUSTAKA

Jaringan Distribusi Tegangan Rendah

Jaringan distribusi tenaga listrik merupakan semua bagian dari sistem tenaga listrik yang menghubungkan sumber daya besar dengan rangkaian pelayanan pada konsumen. Fungsi utama dari sistem distribusi adalah untuk menyalurkan energi listrik dari sumber daya ke pemakai atau konsumen.



Gambar 1. Saluran Tegangan Distribusi

PUTR

Panel Utama Tegangan Rendah (PUTR) adalah panel distribusi utama yang mempunyai fungsi utama menerima suplai listrik baik dari PLN maupun dari sumber listrik lainnya seperti genset kemudian membagi-bagikannya ke seluruh beban. PUTR dicatu dari 2 sumber listrik dengan genset sebagai cadangan sehingga bila suplai listrik dari PLN mati, suplai listrik untuk beban essential tetap terpenuhi.



Gambar 2. PUTR *Type Test Form 4b*

Busbar/kabel

Sebagai konduktor yang menghantar listrik dan harus tahan terhadap arus hubung singkat. Penghantar tembaga setengah keras (BCC ½ H = Bare Copper Conductor Half Hard) memiliki nilai tahanan jenis 0,0185 ohm mm²/m dengan tegangan tarik putus kurang dari 41 kg/mm². sedangkan penghantar tembaga keras (BCCH =Bare Copper Conductor Hard), kekuatan tegangan tariknya 41 kg/mm² (Djoko ,2009).

Switchgear CB

Sebagai pengaman arus lebih dan arus hubung singkat. Pengaman yang digunakan pada panel utama adalah circuit breaker, untuk menentukan besar pengaman arus lebih yang dibutuhkan yaitu dengan persamaan (1) dan untuk menentukan besar pengaman arus hubung singkat yang dibutuhkan yaitu dengan persamaan (2).

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos}\varphi \quad (1)$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I_{sc} \times Z \quad (2)$$

Instalasi Kabel

Instalasi dari sistem kelistrikan menggunakan kabel dan tembaga (busbar) tergantung dari kapasitas ampere circuit breaker. Pada busbar utama suplai arus listrik ke terminal circuit breaker dihubungkan melalui pengaman berupa *tap-off/plug-in*. Sehingga hal tersebut memungkinkan untuk menambah, merubah posisi, atau mengganti circuit breaker dengan cepat tanpa mematikan instalasi.

Alat Ukur

Peralatan ukur dengan tujuan utama untuk keamanan peralatan, pengawasan dan mengetahui kapasitas produksi. Untuk instrument ukur indicator, panel utama harus dipasang instrument ukur minimal Volt meter dan Ampere meter. Instrument indicator harus disambung pada sirkit masuk sebelum saklar masuk.

Panel Kapasitor Bank

Panel kapasitor bank berfungsi untuk memperbaiki faktor daya dari beban, karena pada umumnya beban-beban yang digunakan adalah beban induktif. Sumber listrik AC mengeluarkan energi listrik dalam bentuk daya aktif (dinyatakan dengan KW), daya reaktif (dinyatakan dengan KVar) dan daya nyata (dinyatakan dengan VA).

Daya Aktif

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt.

Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluksmedan magnet. Sedangkan persamaan untuk mendapatkan nilai daya reaktif dalam sistem tiga fasa terdapat pada persamaan (3).

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi \quad (3)$$

Daya Semu

Daya nyata (*Apparent Power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan root mean square (rms) dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA.

Faktor Daya

Faktor daya atau *power factor* (pf) merupakan rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA). Faktor daya mempunyai nilai range antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen.

Pertumbuhan Beban Listrik

Beban listrik merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sistem tenaga listrik dan besarnya beban merupakan kriteria perencanaan yang sangat penting. Kebutuhan beban dari suatu daerah tergantung dari daerah, penduduk, standar kehidupannya, dan perkembangan pembangunan daerah tersebut. Seorang konsumen boleh meminta pelayanan pada jumlah, waktu dan tempat sesuai kebutuhannya dan perusahaan listrik diharapkan memenuhinya. Konsumen mengharapkan untuk menerima pelayanan terus menerus dengan tegangan yang teratur sesuai yang seharusnya. Laju pertumbuhan beban listrik dapat dihitung dengan persamaan (4).

$$X = \left[10^{\frac{\log y_t - \log y_0}{t}} - 1 \right] \times 100 \quad (4)$$

Keterangan :

Y_0 = Keadaan awal beban listrik

Y_i = Keadaan akhir dari beban listrik

X = Laju rata-rata pertumbuhan listrik

t = Tahun

Klasifikasi Beban

Berdasarkan jenis konsumen energi listrik, secara garis besar, ragam beban dapat diklasifikasikan ke dalam (Daman Suswanto, 2012) :

1. Rumah tangga, pada umumnya beban rumah tangga berupa lampu untuk penerangan, alat rumah tangga, seperti kipas angin, dan sebagainya. Beban rumah tangga biasanya memuncak pada malam hari.
2. Beban komersial, pada umumnya terdiri atas penerangan untuk reklame, kipas angin, penyejuk udara dan alat – alat listrik lainnya yang diperlukan untuk restoran. Beban hotel juga diklasifikasikan sebagai beban komersial (bisnis) begitu juga perkantoran. Beban ini secara drastis naik di siang hari untuk beban perkantoran dan pertokoan dan menurun di waktu sore.
3. Beban industri dibedakan dalam skala kecil dan skala besar. Untuk skala besar sekarang ini banyak yang beroperasi sampai 24 jam.

Karakteristik Beban Listrik

Faktor-faktor penilaian beban adalah faktor yang dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik beban, baik dari segi kuantitas pembebanannya maupun dari segi kualitasnya. Faktor-faktor ini sangat berguna dalam meramalkan karakteristik beban masa datang atau dalam menentukan efek pembebanan terhadap kapasitas sistem secara menyeluruh (Cahyo Prihananto, 2014).

1. Beban (*Demand*)

Pengertian dari demand (D) dan suatu beban dapat diartikan sebagai besar pembebanan sesaat dan gardu pada waktu tertentu atau besar beban rata-rata untuk suatu interval waktu tertentu.

2. Beban Maksimum

Maximum demand (D_{max}) adalah beban rata-rata terbesar yang terjadi pada suatu interval demand tertentu.

3. Beban Puncak

Beban Puncak (P_{max}) adalah nilai terbesar dari pembebanan sesaat pada suatu interval demand tertentu.

4. Faktor kebutuhan

Didefinisikan sebagai perbandingan antara beban puncak dengan beban terpasang dengan kata lain merupakan derajat pelayanan serentak pada seluruh beban terpasang. Definisi ini dapat dituliskan seperti persamaan 5 (Daman Suswanto, 2014).

$$fd = \frac{P_{max}}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (5)$$

Faktor kebutuhan dari beberapa jenis bangunan (Daman Suswanto, 2014):

Perumahan sederhana = 50 – 75%

Perumahan besar = 40 – 65%

Kantor = 60 – 80%

Toko sedang = 40 – 60%

Toko serba ada = 70 – 90%

Industri sedang = 35 – 65%

5. Faktor keragaman (*Deversity Factor*)

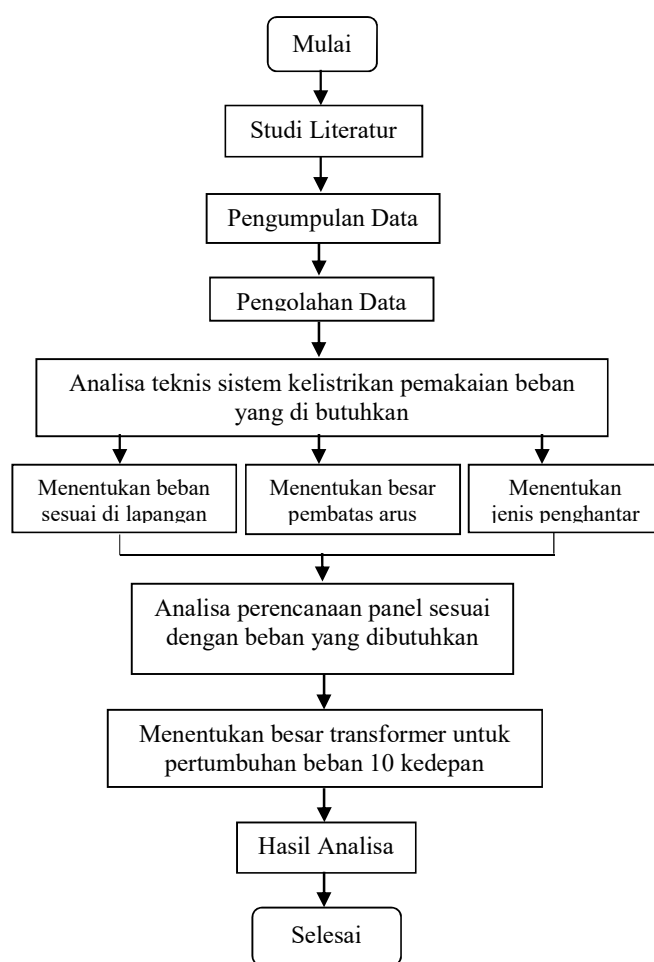
Faktor keragaman (*fdiv*) didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah beban maksimum dari masing masing unit beban yang ada pada suatu sistem terhadap beban maksimum sistem secara keseluruhan berikut ada pada persamaan (6).

$$fdiv = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{P_{max}} \quad (6)$$

Bila P_{max} untuk seluruh unit bersamaan waktunya maka *fdiv* akan bernilai 1, tetapi bila tidak *fdiv* akan lebih besar dari 1. *Fdiv* gardu distribusi 1,00 – 1,50, sedangkan gardu induk 1,08 – 1,60.

METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur Penelitian



Gambar 3. *Flow* chart tahapan penelitian

Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Metode penelitian deskriptif sebagai kegiatan yang meliputi pengumpulan data dalam rangka menguji hipotesis atau menjawab pertanyaan yang menyangkut keadaan yang sedang berjalan dari pokok suatu penelitian. Penelitian deskriptif menentukan dan melaporkan keadaan sekarang.

Populasi dan Sampel

Dalam hal ini yang menjadi populasi dari penelitian ini adalah jaringan panel utama tegangan rendah di Harco Mangga Besar. Sedangkan metode sampel atau sampling adalah sebagian yang diambil dari populasi dengan menggunakan cara-cara tertentu.

Sampling purposif atau juga dikenal sebagai sampling pertimbangan terjadi apabila pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pertimbangan perorangan atau pertimbangan peneliti. Sehingga dalam penelitian ini yang menjadi sampel ialah panel distribusi untuk area mall dengan pertimbangan tempat ini mempunyai pengaman daya yang lebih besar dan itu bisa mewakili seluruh populasi yang ada pada proyek Harco Mangga Besar.

Instrument Penelitian

Penyusunan instrumen penelitian ini berguna untuk mengumpulkan data yang diambil dari lapangan atau obyek penelitian, yaitu mengenai jaringan distribusi maka instrumen ini disusun atas beberapa faktor, yakni: transformator distribusi, sistem jaringan distribusi, penggunaan kawat penghantar jaringan distribusi dan pembatas beban tiap titik jaringan.

Metode Analisa Data

Dalam penelitian ini metode analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif, yaitu untuk mengetahui sistem jaringan distribusi panel utama tegangan rendah dengan mengacu pada PUIL 2000 dan IEC 61439 dengan memperhatikan faktor-faktor berikut: kemampuan hantar arus pemutus, luas penampang yang digunakan, jenis penghantar kawat, sambungan pada tiap titik percabangan dan pertumbuhan pemakaian beban listrik untuk 10 tahun kedepan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyajian Data

Berdasarkan hasil pengamatan mengenai sistem jaringan distribusi Harco Mangga Besar di peroleh data sebagai berikut :

1. Data Transformator Distribusi

Berdasarkan pengamatan dari klarifikasi, transformator distribusi yang terpasang di Harco Mangga Besar diperoleh data (Brosur spesifikasi trafo unindo) sebagai berikut :

Di produksi oleh : PT. UNINDO

STANDAR IEC 76 /SPLN-50
TRANSFORMATOR 3 FASA/50Hz/7%

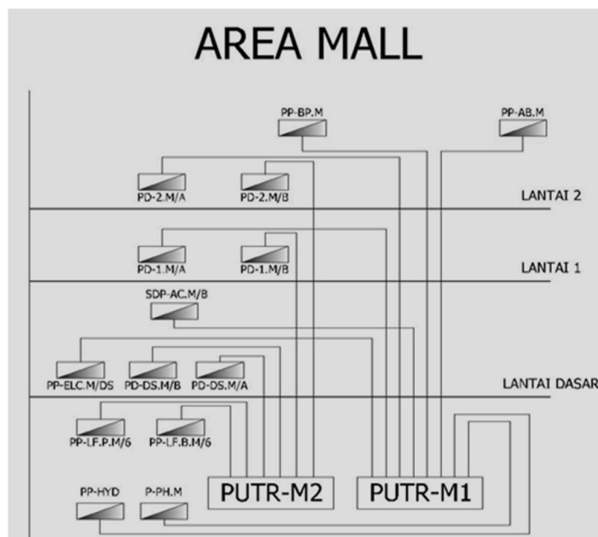
Kapasitas Trafo : 1600 kVA
Tegangan Primer : 20 kV
Tegangan Sekunder : 0.4 kV
Kenaikan Suhu (°C)
Minyak : 60
Kumparan : 65

Tabel 1. Efisiensi Beban Terpakai Pada Transformer

	Efficiency (%)				Voltage Regulation	
	4/4 load	3/4 load	2/4 load	1/4 load	Volt	%
Pf 0.8	98.41	98.69	98.90	98.85	382	4.52
Pf 1.0	98.72	98.95	99.12	99.08	395	1.30

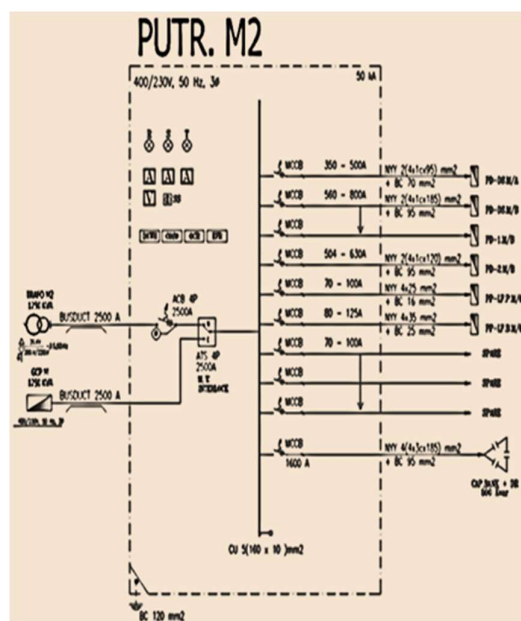
2. Data Sistem Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi panel utama tegangan rendah. Gambar 4 masih dalam tahap perencanaan dengan kata lain panel distribusi tiap-tiap lantai di Harco Mangga Besar dengan dua sumber tenaga yaitu PUTR-M1 dan PUTR-M2 belum terpasang dilapangan.



Gambar 4. Skematik Jaringan Distribusi
Sumber : Data proyek Harco Mangga Besar

3. Data Penghantar Jaringan Distribusi



Gambar 5. Diagram Satu Garis PUTR-M2
Sumber : Data proyek Harco Mangga Besar

Kawat penghantar yang menghubungkan titik sambung dari panel utama tegangan rendah menuju panel distribusi tiap-tiap lantai

Analisa Data

Analisa Pertumbuhan Beban

Data prakiraan pertumbuhan listrik di Harco Mangga Besar dari tahun 2017 sampai 2027 ditunjukkan pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Prakiraan Pertumbuhan Beban Listrik Setiap Tahun Untuk 5 Tahun I

PANEL	TAHUN					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
PUTR-M1	821.835	862.926	906.073	951.376	998.945	1.048.892
PUTR-M2	802.489	842.613	884.744	928.981	975.430	1.024.201
Total	1.624.324	1.705.539	1.790.817	1.880.357	1.974.375	2.073.093

Tabel 3. Prakiraan Pertumbuhan Beban Listrik Setiap Tahun Untuk 5 Tahun II

PANEL	TAHUN					
	2022	2023	2024	2025	2026	2027
PUTR-M1	1.048.892	1.101.337	1.156.403	1.214.224	1.274.935	1.338.682
PUTR-M2	1.024.201	1.075.411	1.129.182	1.185.641	1.244.923	1.307.169
Total	2.073.093	2.176.748	2.285.585	2.399.865	2.519.858	2.645.851

Dengan data diatas dapat dicari presentasi pertumbuhan rata-rata beban listrik setiap tahunnya dengan persamaan 4. Dari tahun 2017 sampai 2022 pada tabel 2.

$$X = \left[10^{\frac{\log y_{i-1} - \log y_0}{t}} - 1 \right] \times 100\%$$

$$X = \left[10^{\frac{(\log 2.073.093 - \log 1.624.324)}{5}} - 1 \right] \times 100\%$$

$$X = \left[10^{\frac{(6.31 - 6.21)}{5}} - 1 \right] \times 100\%$$

$$X = \left[10^{\frac{(0.1)}{5}} - 1 \right] \times 100\%$$

$$X = [1,048 - 1] \times 100 \%$$

$$X = 4,8\%$$

(Presentasi pertumbuhan selama 1 tahun)

Dari tahun 2017 sampai 2022 pada tabel 3:

$$X = \left[10^{\frac{\log y_i - \log y_0}{t}} - 1 \right] \times 100\%$$

$$X = \left[10^{\frac{(\log 2.645.851 - \log 2.073.093)}{5}} - 1 \right] \times 100\%$$

$$X = \left[10^{\frac{(6.415 - 6.31)}{5}} - 1 \right] \times 100\%$$

$$X = \left[10^{\frac{(0.105)}{5}} - 1 \right] \times 100\%$$

$$X = [1,049 - 1] \times 100 \%$$

$$X = 4,9\%$$

(Presentasi pertumbuhan selama 1 tahun)

Tabel 4. Jumlah Beban Pemakaian Trafo 2000 kVA

Data Trafo	Jumlah beban yang dipakai dengan Cos phi 0.95	Pertumbuhan pemakaian beban selama 10 tahun
2000 kVA	1.976.600 Watt	2.645.851 Watt

Analisa Transformator Distribusi

Kapasitas transformator yang telah terpasang di Harco Mangga Besar 1600kVA di trafo PUTR-M1 dan 1250kVA di trafo PUTR-M2, berdasarkan data historis proyek di masa lalu dengan beban yang sama nilai daya transformer ternyata berbeda, analisisnya sebagai berikut :

1. PUTR-M1

Total beban keseluruhan sebesar : 821.835 Watt

$$kVA = \frac{P}{\cos\theta} = \frac{821.835 \text{ watt}}{0,95} = 865 \text{ kVA} = 1000 \text{ kVA}$$

2. PUTR-M2

Total beban keseluruhan sebesar : 802.489 Watt

$$kVA = \frac{P}{\cos\theta} = \frac{802.489 \text{ watt}}{0,95} = 844 \text{ kVA} = 1000 \text{ kVA}$$

Analisa sistematis diatas menunjukkan transformator yang dibutuhkan pada masing-masing PUTR sebesar 1000kVA oleh karena itu Atas dasar pertimbangan pemilik proyek Harco Mangga Besar dari segi ekonomi dan teknis keamanannya PUTR di Harco Mangga Besar diganti menjadi 2000kVA.

Tabel 4. menjelaskan bahwa dengan daya transformer 2000 kVA mampu membebani sebesar 1.976.600 watt sedangkan beban yang dibutuhkan selama 5 tahun lebih besar yaitu sebesar 2.645.851 watt.

Faktor kebutuhan untuk bangunan komersil adalah 70% - 90%, asumsikan faktor kebutuhan 85% jadi untuk menentukan nilai beban puncak berdasarkan persamaan 5, yaitu:

$$P \text{ max} = \sum_{i=1}^n P i \times f = 2.645.851 \times 0.85 = 2.248.973 \text{ watt}$$

Beban puncak yang dibutuhkan selama 10 tahun sebesar 2.248.973 watt. Sedangkan untuk menentukan besarnya faktor keragaman dan kebutuhan beban yang dibutuhkan selama 10 tahun berdasarkan persamaan 6, yaitu:

$$f_{div} = \frac{\sum_{i=1}^n P i}{P \text{ max}} = \frac{2.645.851 \text{ watt}}{2.248.973 \text{ watt}} = 1,18$$

$$P \text{ all} = \frac{2.248.973 \text{ watt}}{1,18} = 1.905.910 \text{ watt}$$

Jadi analisa sistematis diatas menunjukkan bahwa dengan trafo kapasitas 2000 kVA dengan beban maksimum sebesar 1.976.600 watt mampu membebani pertumbuhan beban selama 10 tahun kedepan sebesar 1.905.910 watt

Analisa Besarnya Pembatas Beban Tiap Titik Jaringan

Berdasarkan perubahan jaringan distribusi panel utama, perlu adanya analisa untuk mencari besarnya pembatas pada titik masukan sebagai berikut :

PUTR Mall

Daya trafo PUTR sebesar : 2000kVA

$$I = P/(\sqrt{3} \times V) = 2000kva/(1,732 \times 400) = 2886 \text{ Ampere} = 3200 \text{ Ampere}$$

Analisa besarnya pembatas arus yang ada di tiap titik yang terletak di panel utama tegangan rendah pada tiap panel distribusi dilakukan pada panel PD-1M/A. Data beban pada masing-masing panel sebagai berikut :

Total beban pada panel PD-1M/A sebesar : 144.413 Watt

Pembatas pada tiap titik jaringan dengan rumus sebagai berikut :

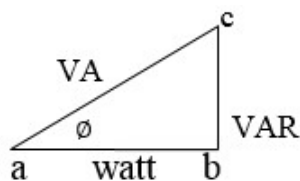
PD-1M/A

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\theta} \times 125 \% = \frac{144.413 \text{ watt}}{1,732 \times 400 \times 0,8} \times 125 \% = 260 \times 125\% = 325 \text{ Ampere} = 350 \text{ Ampere}$$

Dengan kapasitas daya trafo PUTR 2000 kVA dan kemampuan hantar arus pada pemutus sebesar 3200A untuk menentukan besar pengaman arus hubung singkat yang dibutuhkan yaitu dengan persamaan berikut:

$$I_{sc} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times Z} \times 125 \% = \frac{2000 \text{ kva}}{1,732 \times 400 \times 0,07} \times 125 \% = 41 \text{ kilo Ampere} = 51,25 \text{ kilo Ampere}$$

Daya trafo PUTR 2000 kVA dengan Cos phi dari PLN 65% untuk mendapatkan Cosphi 95% mendahului maka besar kapasitor bank yang dibutuhkan yaitu dengan metode persamaan segitiga daya berikut:



Gambar 6. Segitiga Daya

$$\cos \phi = 0,65$$

$$\phi = 49,45^\circ$$

$$\sin \phi = 0,75$$

$$VA = 2000 \text{ kVA}$$

$$\cos \phi = \frac{W}{VA}$$

$$W = VA \times \cos \phi$$

$$W = 2000 \text{ kVA} \times 0,65$$

$$W = 1.300.000 \text{ W} = 1.300 \text{ kW}$$

Jadi dengan daya trafo 2000 kVA yang diserap oleh beban sebesar 1300kW dengan faktor daya sebesar 0.65, untuk menentukan nilai kapasitor bank dengan persamaan berikut:

$$\sin \phi = \frac{VAR}{VA}$$

$$VAR = VA \times \sin \phi = 2000 \text{ kVA} \times 0,75 = 1500 \text{ kVAR}$$

Untuk mendapatkan faktor daya 95% mendahului dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\cos \phi = 0,95$$

$$\phi = 18,19^\circ$$

$$\tan \phi = 0,32$$

$$VAR = 1300 \text{ kW} \times 0,32 = 416 \text{ kVAR}$$

$$VAR = 1500 - 416 = 1084 \text{ kVAR}$$

Jadi besarnya kapasitor yang dibutuhkan sebesar 1100 kVAR.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa data pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada sistem jaringan distribusi panel utama tegangan rendah di Harco Mangga Besar terdapat beberapa penyimpangan dalam pemakaian beban yaitu beban yang ada dalam gambar tender tidak sesuai dengan kebutuhan di lapangan.
2. Penghantar yang digunakan pada masing masing titik beban adalah tembaga berisolasi dan berselubung termoplastik dan kawat tembaga tahan api mempunyai KHA kurang dari 125% arus pengenal beban penuh.
3. Jumlah total beban keseluruhan di PUTR sebesar 1.624.324 Watt. maka trafo yang dibutuhkan untuk PUTR-M1 sebesar 1000kV sedangkan PUTR-M2 sebesar : 1000kVA
4. Atas dasar pertimbangan pemilik proyek Harco Mangga Besar dari segi ekonomi dan teknis keamanannya PUTR di Harco Mangga Besar diganti menjadi 2000kVA dengan satu PUTR.
5. Trafo kapasitas 2000 kVA beban maksimum sebesar 1.976.600 watt dan $\cos \phi$ 95% mampu membebani pertumbuhan beban selama 10 tahun kedepan yaitu sebesar 1.905.910 watt dengan mempertimbangkan karakteristik beban.

Berdasarkan kesimpulan penelitian, maka saran yang diajukan dalam penelitian ini adalah perencana harus menganalisa perencanaan sistem distribusi meliputi karakteristik umum dari berbagai beban. Karakteristik umum beban listrik ini meliputi beban rata-rata terbesar yang terjadi pada suatu, beban puncak, faktor kebutuhan seperti pertokoan mempunyai faktor kebutuhan 70% - 90% dan faktor keragaman, ini sangat memegang peranan penting dalam memilih kapasitas transformator secara tepat dan ekonomis. Di lain pihak sangat penting dalam menentukan rating peralatan pemutus rangkaian.

DAFTAR PUSTAKA

ABB.2007.Katalog Sistem Teknis ABB.Jakarta

Adi Wibowo,S., 2011. Analisis Ketersediaan Daya dan Keandalan Sistem Jaringan Distribusi di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Skripsi.Program Studi Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

Ariawan Rusdi,P., 2010. Spesifikasi Perangkat Hubung Bagi (PHB) Tegangan Rendah Gardu Listrik Ditinjau Dari Aspek Keamanan Dan Kesehatan Manusia Disekitar. Pengetahuan Lingkungan Hidup. Program Studi Teknik Elektro Universitas Udaya Denpasar.

BSN.2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000.Jakarta

Cahyo Prihananto, M. Isnaeni B.S dan Yusuf Susilo Wijoyo, 2014. "Karakteristik Beban Listrik Di Lingkungan Fakultas Teknik UGM Berbasis Data Rekaman Power Logic PM 710 Dan PM 810". Jurnal Penelitian Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi.UGM.

Fahmi Hakim,M,2014."Analisis Kebutuhan Kapasitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang". Jurnal ELTEK, Politeknik Kota Malang.

Hasan Basri,M., 2008. Rancang Bangun Diagram Satu Garis Rencana Sistem Distribusi Tenaga Listrik Di Gedung Bertingkat (*Highrises Building*). Tugas Akhir Teknik Elektro, Universitas Indonesia.

Putra, P.C., 2014. "Analisa Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan". E-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, UNSRAT.

Ri4power.2005.Katalog Sistem Teknis Rittal/Distribusi Daya.Jakarta

Safriandi.2013. "Analisa Keandalan Sistem Keselamatan Bangunan Terhadap Bahaya Kebakaran". Jurnal Teknik, Universitas Riau Kampus Bina Widya.

Satria,R., Sarwito,S., dan Ranu Kusuma,I.2014. "Analisa Teknis dan Keselamatan Sistem Busbar Trunking pada Sistem Kelistrikan Kapal Utility 52 Meter". Jurnal Teknik Pomits, ITS.

Setianugraha, Efra R.,1991. Study Tentang Panel Distribusi Utama (MDP) Tegangan 380 v yang Dicatu Baik Dari PLN Maupun Dari Genset. Bachelor thesis, Petra Christian University.

Sunlight.2010.Katalog Sistem Teknis Sunlight.Abu Dhabi.

Suswanto,D., 2014. “Sistem Distribusi Tenaga Listrik”. Jurnal Teknik Elektro, UMB.

Yuana Dewi, A., 2015.“Prediksi Perkembangan Beban Listrik Di Kecamatan Ranah Pesisir Sampai Tahun 2025”. Jurnal Teknik Elektro, ITP