

ANALISIS PERHITUNGAN KAPASITOR BANK DAN HARMONIK DISTORSI PADA RUMAH SAKIT PANTI RAPIH YOGYAKARTA

Sekarlita Gusfat Putri (20150120089)

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

E-mail: sekarlitagusfat@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini memperbaiki faktor daya pada gedung baru RS Panti Rapih Yogyakarta dari yang semula 0,73 dinaikan menjadi 0,9 dengan kapasitas kapasitor sebesar 450 kVAR mampu meminimalkan daya reaktif sehingga dapat memaksimalkan daya aktif dengan mensimulasikan menggunakan *software* ETAP 12.6.0. Arus harmonik yang ditimbulkan akibat beban AC adalah sebesar 683, untuk mereduksi arus harmonik yang ditimbulkan akibat beban AC adalah dengan menggunakan filter aktif dengan kapasitas 720 A agar tidak merusak peralatan listrik akibat arus harmonik yang besar.

This reaserch tried to fix the factor capacity in the newest building of Panti Rapih Hospital of Yogyakarta which previously was 0.73 became 0.9. the amount capasitor used was 450 kVAR, and was capable to minimise reactional capacity so then it can maximise the active capacity by simulating it with ETAP 12.6.0 software. Harmonical current which is resulted by an AC load is approximately 683. to reduce an impact that happens to Harmonical current from AC load is usinh a active filter with 720 A capacity. the purpose of using this 720 A capacity is to keep the electrical components from huge damage fue to gigantic Harmonical current.

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Daya listrik yang kurang bagus dengan diikuti banyaknya sistem yang menggunakan energi akan mengakibatkan tidak maksimalnya kinerja dari setiap komponen dan akan menimbulkan beberapa permasalahan yang dihadapi antara lain arus saluran tinggi, faktor daya rendah, dan rugi-rugi daya yang menyebabkan penurunan kualitas daya.

Maka dari itu menghitung kebutuhan kapasitor dan harmonik distorsi pada gedung baru dapat menjadi solusi agar dapat mencegah terjadi adanya penurunan kualitas daya yang dapat menyebabkan rugi-rugi daya (*Losses*), arus yang tinggi, *drop* tegangan yang besar serta arus harmonik yang besar yang dapat menyebabkan penurunan efisiensi pada peralatan listrik.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka penulis terdorong untuk melakukan penelitian dengan judul, “**Analisis Perhitungan Kapasitor Bank dan Harmonik Distorsi Pada Rumah Sakit Panti Rapih Yogyakarta**”

1.2 Tujuan Penelitian

Mengacu pada latarbelakang diatas, maka penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kapasitas kapasitor untuk meningkatkan faktor daya serta mengetahui kapasitas filter untuk memfilter arus harmonik yang dapat menyebabkan penurunan kualitas daya.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Faktor Daya

Faktor daya ($\cos \phi$) adalah rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam $\cos \phi$.

2.2 Kapasitor Bank

Kapasitor bank adalah peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif, yang akan berfungsi sebagai penyeimbang sifat induktif. Kapasitor bank juga merupakan peralatan elektrik yang berfungsi untuk meningkatkan *power factor* (PF). Dengan menggunakan kapasitor dapat memperbaiki faktor daya pada sistem distribusi listrik/instalasi listrik di pabrik/industri. Kapasitor berfungsi sebagai pembangkit daya reaktif maka dari itu kapasitor dapat mengurangi jumlah daya reaktif, juga daya semu yang dihasilkan oleh bagian utilitas.

2.3 Harmonik Distorsi

Harmonisa pada sistem tenaga listrik menimbulkan permasalahan kualitas dimana bentuk gelombang arus atau tegangan dari suplai akan menjadi terdistorsi sehingga bisa menimbulkan bahaya pada peralatan listrik. Arus harmonik disebabkan oleh beban non linier yang terhubung ke sistem distribusi. Sebuah beban dikatakan non linier ketika arus keluarannya tidak memiliki bentuk gelombang yang sama dengan tegangan masukannya yang dapat menimbulkan efek seperti Penambahan rugi-rugi daya akan mengurangi kapasitas pembebanan transformator, Suhu kerja peralatan juga semakin tinggi dan pada akhirnya akan mengurangi umur peralatan. Selain itu, meningkatnya rugi-rugi akan menurunkan efisiensi peralatan. Untuk mereduksi arus harmonik dapat dengan menggunakan filter aktif atau filter pasif.

2.4 Filter Pasif

Rangkaian filter pasif terdiri dari komponen R, L, dan C. Kombinasi komponen-komponen pasif di setel pada frekuensi harmonik yang akan direduksi. Tujuan utama filter pasif dipasang pada sistem untuk meredam harmonik serta untuk memperbaiki faktor daya, berupa komponen L, C yang dapat ditala untuk satu atau dua frekuensi. Filter dengan penalaan tunggal ditala pada salah satu orde harmonisa (biasanya pada orde harmonisa rendah).

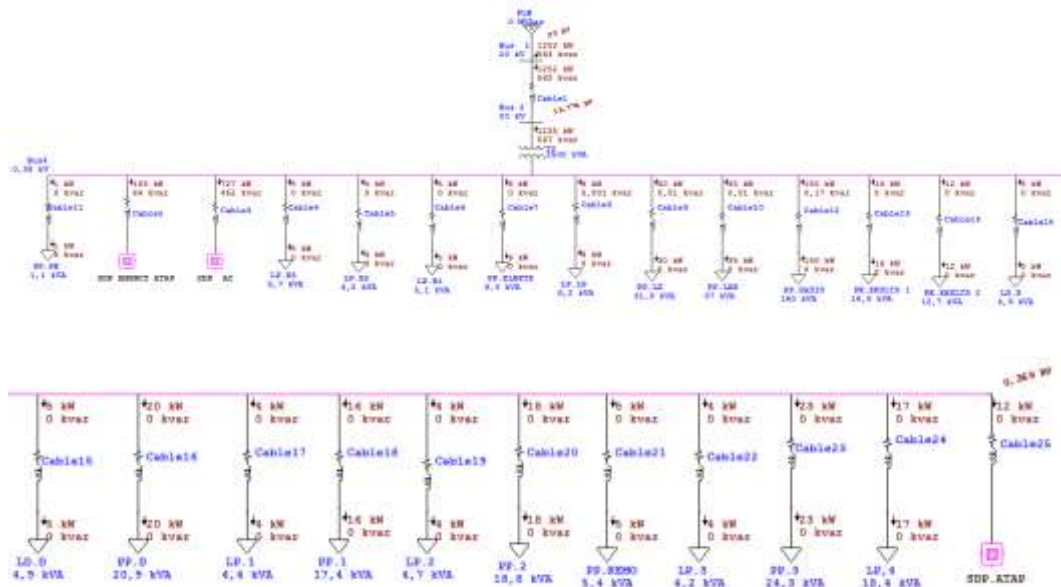
Namun untuk arus harmonisa yang tinggi, reaktor saja tidak akan mampu untuk mengurangi distorsi harmonisa arus sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

2.5 Filter Aktif

Filter aktif ini dirancang untuk mengurangi harmonik dengan rangkaian elektronika daya berupa PWM inverter. Cara kerja dari penggunaan filter aktif ini adalah dengan cara menyuntikkan arus untuk membatalkan atau mengompensasi harmonik yang di timbulkan oleh beban non-linier. Filter aktif dapat mereduksi arus harmonik hingga 0% tergantung dari kapasitas filter yang akan digunakan.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Perhitungan dan Simulasi Dalam Menentukan Kapasitas Kapasitor Bank



Gambar 3.1 Pemodelan Beban LVMDP pada ETAP Sebelum Penggunaan Kapasitor

Tabel 3.1 Pengamatan Tegangan, Daya, dan Arus Sebelum Dipasang Kapasitor

No.	Komponen	Tegangan (kV)	Daya			Arus (A)
			(kW)	(kVAR)	(kVA)	
1.	Busbar 20 kV	20	1252	563	1373	39,6
2.	Busbar 0,38 kV	0,369	1235	567	1359	39,7
3.	Busbar SDP Emergcnny	0,368	103	64	121	189,5
4.	Busbar SDP AC	0,365	727	452	856	1340,3
5.	Busbar SDP Atap	0,368	12	0	12	19,1

kondisi distribusi listrik yang terjadi pada RS Panti Rapih sebelum dipasang kapasitor bank adalah daya reaktif yang terjadi pada sumber tegangan dan transformator sangatlah besar, maka diperlukan kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya, untuk menentukan kapasitas kapasitor bank dapat dengan cara perhitungan dengan rumus seperti berikut :

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Dimana,

S = Daya semu (VA);

P = Daya aktif (Watt), dan

Q = Daya reaktif (VAr).

$$S = 1352,8 \text{ kVA}$$

$$P = 982,7 \text{ kW}$$

$$Q = \sqrt{1352,8 \text{ kVA}^2 - 982,7 \text{ kW}^2}$$

$$Q = 931,2 \text{ kVAR}$$

Nilai Cos Phi sebelum perbaikan faktor daya yaitu nilai daya aktif (P = 982,7 kW) dibagi dengan nilai daya semu (S = 1352,8 kVA) , sehingga dapat diperoleh nilai cos phi sebesar 0,73. Dengan cos phi awal sebesar 0,73 dan cos Phi yang

diinginkan pada gedung RS Panti Rapih Yogyakarta yaitu sebesar 0,9. Sehingga perhitungan kapasitor bank yang akan dipasang adalah :

$$S_1 = \frac{P}{0,9}$$

$$S_1 = \frac{982,7 \text{ kW}}{0,9} = 1092 \text{ kVA}$$

Sehingga;

$$Q1 = \sqrt{S1^2 - P^2}$$

$$Q1 = \sqrt{1092 \text{ kVA}^2 - 982,7 \text{ kW}^2}$$

$$Q1 = 476,2 \text{ kVAR}$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya reaktif dengan $\cos \phi$ 0,9 , untuk menghitung jumlah kebutuhan *rating* besar kapasitor bank yang akan dipasang menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = Q - Q1$$

$$C = 931,2 \text{ kVAR} - 476,2 \text{ kVAR}$$

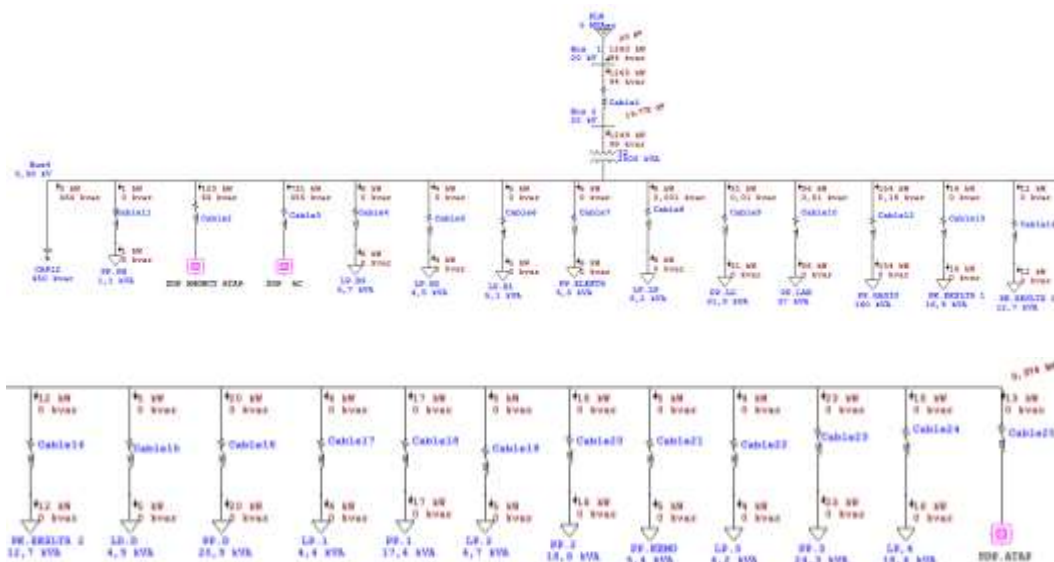
$$C = 455 \text{ kVAR}$$

Rating kapasitor bank yang dibutuhkan pada RS Panti Rapih adalah sebesar 455 kVAR. Jenis kapasitor bank dengan spesifikasi *rating* kVAR yang ada pada pasaran dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 3.2 Katalog Kapasitor Bank Merk schneider

TIPE	Power (kVAr)	Smallest step	Steps	Enclosure size
VarplusCan Heavy Duty	350	50	50 + 3 x 100	91.5 x 30 x 36 inch (2324 x 762 x 915 mm)
	400	100	4 x 100	91.5 x 30 x 36 inch (2324 x 762 x 915 mm)
	450	50	50 +4 x 100	91.5 x 30 x 36 inch (2324 x 762 x 915 mm)

Setelah mengetahui kapasitas kapasitor yang akan digunakan kemudian melakukan simulasi dengan menggunakan *software* etap untuk melakukan perbandingan sebelum dan sesudah menggunakan kapasitor bank seperti pada gambar 3.2



Gambar 3.1 Pemodelan Beban LVMDP pada ETAP Sebelum Penggunaan Kapasitor

Berdasarkan simulasi yang terdapat pada gambar 4.1 sampai gambar 4.4 hasil perbandingan besarnya daya aktif, daya reaktif serta daya semu sebelum dan sesudah penggunaan kapasitor seperti pada tabel 4.8 berikut ini :

Tabel 3.2 Perbandingan Nilai Tegangan, Arus dan Daya sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor

No.	Komponen	Tegangan (kV)		Arus (A)		Daya					
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Daya Reaktif (kVAR)		Daya Aktif (kW)		Daya Semu (kVA)	
						Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	Beban 20 kV	20	20	39,7	36,6	565	94	1252	1263	1373	1287
2	Beban 0,38 kV	0,369	0,374	2088,3	2083,8	567	88	1255	1248	1359	1253
3	Beban SCP Emergency	0,368	0,375	189,3	188,0	64	64	103	103	151	151
4	Beban RDP AC	0,363	0,37	1340,3	1329,4	452	457	727	751	876	800
5	Beban RDP Alas	0,368	0,375	19,4	19,1	0	0	12	12	12	12

3.2 Analisa Perhitungan Filter Harmonik Beban *Air Conditioner* (AC)

Berdasarkan data *Schneider electric* AC memiliki THDi sebesar 37%, dan berdasarkan data beban serta arus beban AC pada gedung baru RS Panti Rapih telah diketahui maka untuk menghitung total arus harmonik yang disebabkan oleh beban AC pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Perhitungan THDi yang ada pada AC

TIPE PERALATAN	KETERANGAN		DAYA (W)	ARUS BEBAN TOTAL (A)	THDi	KOMPONEN HARMONIK (A) (Arus beban total*THDi)
VRF AC	Indoor AC	AC.LG	22.200	43 A	37%	16
		AC.GF	14.300	29 A		11
		AC.L1	13.100	27 A		10
		AC.L2	13.500	26 A		9
		AC.L3	12.100	27 A		10
		AC.L4	21.800	43 A		16
	Outdoor AC	AC.Atap	558.100	1.282 A		474
	Total Potensi Arus Harmonik					
Total Potensi Arus Harmonik dalam persen (%)						43%
Kebutuhan kompensator (1,25xArus harmonik)						683 A
Total Potensi Arus Harmonik dgn kompensator (%)						53%

Berdasarkan tabel 4.9 yang ada, total potensi arus harmonik beserta dengan kompensator sebelum dikalikan dengan kebutuhan kompensator pada gedung baru untuk menentukan ukuran filter harmonik aktif pada AC yang dapat menyebabkan harmonik pada beban adalah sebesar 683 A, jadi pada RS Panti Rapih filter aktif yang dibutuhkan adalah 720 A atau 4x200 A

Tabel 4.10 Rating filter aktif (*Accusine PCS+*)

Sistem 3 kawat, (<i>Accusine PCS+</i>)	Sistem 4 kawat, (<i>Accusine SWP</i>)
60 A	20 A
120 A	30 A
200 A	45 A
300 A	60 A
	90 A
	120 A

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil analisis perhitungan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbaikan faktor daya dari 0,73 menjadi 0.9 membutuhkan kapasitor bank untuk kompensasi daya reaktif sebesar 455 kVAR. Namun kapasitas kapasitor bank yang ada dipasaran rata-rata sebesar 50 kVAR, maka kapasitor bank yang akan dipasang menjadi 450 kVAR dapat mengurangi besarnya daya reaktif (kVAR), daya semu (kVA), meningkatkan daya aktif (kW), serta menyebabkan penurunan arus beban. Sehingga dapat mensuplai daya ke beban lebih banyak dan dapat mengurangi adanya jatuh tegangan serta mengurangi angka *losses* dari keadaan awal daya aktif sebesar 17 kW menjadi 14 kW , daya reaktif sebelum pemasangan kapasitor sebesar 50,8 kVAR menjadi 43,2 kVAR.
2. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan melihat THDi yang ada pada AC adalah sebesar 37% didapat bahwa nilai THD sebesar 42% yaitu dimana standar IEEE adalah sebesar <5% maka dari itu filter aktif

yang dibutuhkan untuk meredam arus harmonik yang ada pada beban dengan kompensator sebesar 1,25 adalah sebesar 683 A sehingga kapasitas filter yang diperlukan sesuai dengan kapasitas yang ada adalah sebesar 720A.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian di atas maka diperoleh saran sebagai saran agar tercapainya luaran yang diharapkan dari penelitian ini, yaitu :

1. Untuk mendapatkan penelitian yang bersangkutan dengan perbaikan faktor daya sebaiknya mengambil data dengan faktor daya yang besarnya kurang dari 0,7 untuk dapat lebih mudah menganalisa pengaruh dari penggunaan kapasitor bank.
2. Dalam menentukan ukuran filter harmonik dan tindakan yang akan dilakukan untuk mengurangi harmonik sebaiknya menggunakan data yang sudah tertera berapa harmonik yang diberikan pada setiap beban atau menggunakan pengukuran dengan alat pada gedung pada saat telah beroperasi untuk mendapatkan tindakan yang tepat dalam menentukan peralatan yang akan digunakan untuk mengurangi harmonik agar nantinya tidak menyisakan ruang yang terbuang sia-sia.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhammad, imam santoso. 2012, *Studi analisis penggunaan kapasitor untuk memperbaiki faktor daya dan kualitas tegangan pada jaringan distribusi 20 kV*, Skripsi Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Kaladri, Dede. S, *Studi Pemasangan Kapasitor Bank untuk memperbaiki faktor daya dalam rangka menekan biaya operasional pada jaringan distribusi 20 kv*, Skripsi Fakultas Teknik, Institut Teknologi sepuluh November.

- David, tampubolon. 2014, *Optimalisasi penggunaan kapasitor bank pada jaringan 20kv dengan simulasi etap (studi kasus pada feeder srikandi di PLN rayon pangkalan balai, wilayah sumatra selatan)*, Skripsi Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.
- Ismail, Nur. 2010, *Analisis perbaikan faktor daya di PT Pertamina instalasi Surabaya Grup*, Skripsi Jurusan Teknik Elektro, ITS Surabaya.
- Sabar Nababan. 2001, *Tapis Paralel Pasif Untuk Mengurangi Distorsi Harmonik dan Memperbaiki Faktor Daya Beban Tak Linier*, Tesis, Yogyakarta, UGM.
- F.A. Janny., M. Arsyad. 2005, *Desain dan Analisis Pemasangan Autotransformator Penggeser Fase dan Tapis Harmonik Untuk Meminimisasi Total Distorsi Harmonik Arus (TDHA)*, Yogyakarta, Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi, STTNAS.
- Agusman, C. 2011, *Analisis Perhitungan Rugi-Rugi Daya Transformator Karena Harmonik*. Depok, Jurusan Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- Fika Priliasari, Herri Gusmedi, 2007, *Studi pengaruh Harmonisa pada Arus Terhadap Besarnya Penurunan Kapasitas Daya (KVA) Terpasang Transformator Distribusi*, Electrician Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Volume 1 No.1 edisi September 2007
- Julius Sentosa Setiadji Dkk. 2009. *Pengaruh Harmonisa Pada Gardu Trafo Tiang Daya 100 KVA dDi PLN APJ Surabaya Selatan*. Fakultas Teknologi Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Petra
- IEEE Std 519-1992. 1993. *IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems*. © Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.