



JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY 2X2 FREKUENSI 2,4 GHZ UNTUK KOMUNIKASI IoT

(Syah Alam, Irtanto Wijaya)

ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN 3G ANTARA 2 OPERATOR SELULER (STUDI KASUS: KECAMATAN CAKUNG, JAKARTA TIMUR)

(Kukuh Aris Santoso, David Sebastian)

RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN PLATFORM ANDROID

(Rajes Khana, Uus Usnul)

ANALISA KEGAGALAN SINKRON PADA PARALEL DUA GENERATOR

(Setia Gunawan, Afrian Tri Hartanto)

ANALISA PENGGUNAAN KAPASITOR BANK DALAM UPAYA PERBAIKAN FAKTOR DAYA

(Ahmad Rofii, Rijon Ferdinand Simanjuntak)

RANCANG BANGUN SECURED DOOR AUTOMATIC SYSTEM UNTUK KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN SMS BERBASIS ARDUINO

(Donny Widcaksono, Masyhadi)

MINIATUR ROPEBA (ROBOT PEMINDAH BARANG) FT – UHAMKA

(Muhammad Ramdani, Sahrudin, Aziz Octavianto, Mujirudin, Harry Ramza)



Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Jurnal Kajian Teknik Elektro

Vol.3

No.1

Hal.1-78

Maret - Agustus 2018

E-ISSN 2502-8464

JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

Vol.3 No.1

E - ISSN 2502-6484

Susunan Team Redaksi Jurnal Kajian Teknik Elektro

Pemimpin redaksi

Setia Gunawan

Dewan Redaksi

Syah Alam
Ikhwanul Kholis
Ahmad Rofii
Rajesh Khana

Redaksi Pelaksana

Kukuh Aris Santoso

English Editor

English Center UTA`45 Jakarta

Staf Sekretariat

Dani
Suyatno

Alamat Redaksi

Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
Jl.Sunter Permai Raya, Jakarta Utara, 14350, Indonesia
Telp: 021-647156666-64717302, Fax:021-64717301

JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

Vol.3 No.1

E - ISSN 2502-6484

DAFTAR ISI

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY 2X2 FREKUENSI 2,4 GHZ UNTUK KOMUNIKASI IoT	1
(Syah Alam, Irtanto Wijaya)	
ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN 3G ANTARA 2 OPERATOR SELULER (STUDI KASUS: KECAMATAN CAKUNG, JAKARTA TIMUR)	10
(Kukuh Aris Santoso, David Sebastian)	
RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN PLATFORM ANDROID	18
(Rajes Khana, Uus Usnul)	
ANALISA KEGAGALAN SINKRON PADA PARALEL DUA GENERATOR	32
(Setia Gunawan, Afrian Tri Hartanto)	
ANALISA PENGGUNAAN KAPASITOR BANK DALAM UPAYA PERBAIKAN FAKTOR DAYA	39
(Ahmad Rofii, Rijon Ferdinand Simanjuntak)	
RANCANG BANGUN SECURED DOOR AUTOMATIC SYSTEM UNTUK KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN SMS BERBASIS ARDUINO	52
(Donny Widcaksono, Masyhadi)	
MINIATUR ROPEBA (ROBOT PEMINDAH BARANG) FT – UHAMKA	67
(Muhammad Ramdani, Sahrudin, Aziz Octavianto, Mujirudin, Harry Ramza)	

ANALISA PENGGUNAAN KAPASITOR BANK DALAM UPAYA PERBAIKAN FAKTOR DAYA

Ahmad Rofii ¹⁾, Rijon Ferdinand ²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
email : rofii.rofii@gmail.com, Rijon.ferdinan@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan listrik dengan kapasitas besar terkadang menghadapi berbagai macam permasalahan. Permasalahan tersebut antara lain adanya beban-beban induktif yang muncul akibat banyaknya macam beban yang terpasang pada PUTR 4 di diharapkan mampu memperbaiki faktor daya pada sistem tenaga listrik. Perbaikan ini diharapkan pula mampu memperkecil biaya tagihan listrik di gedung Apartemen Sudirman Park. Untuk dapat melaksanakan perbaikan kualitas daya listrik tersebut, maka perlu dilakukan pengumpulan data langsung dilapangan dengan melakukan analisa yaitu untuk kapasitas kapasitor yang sudah terpasang dipanel PUTR 4 sebesar 1800 Kvar. Setelah itu dapat dilakukan perhitungan terhadap daya reaktif yang dikompensasi dalam hal ini faktor daya yang ingin dicapai adalah 0,99. Setelah melakukan perhitungan tersebut, maka kebutuhan kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya untuk pompa-pompa dengan daya sebesar 1.656.865 VA maka kebutuhan kapasitor bank sebesar 729,02 Kvar, sedangkan pada jam 06:00 wib sampai dengan jam 18:00 wib dengan daya sebesar 2.326.280 VA maka kebutuhan kapasitor bank sebesar 1160,34 Kvar, pada hal ini kebutuhan beban dan kapaitor sama dengan pada jam 18:00 wib sampai dengan jam 22:00 wib. Dan pada jam 22:00 wib sampai dengan 06:00 wib dengan daya sebesar 1.111.280 VA membutuhkan kapasitas kapsitor sebesar 554,31 Kvar

Kata kunci : Kualitas daya listrik, Faktor Daya, Kapasitor Bank

ABSTRACT

he use of electricity with large capacity sometimes faces various problems. These problems include the existence of inductive loads that arise due to the large number of loads installed on PUTR 4 in the expected able to improve the power factor in the power system. This improvement is also expected to reduce the cost of electricity bills at Sudirman Park Apartment building. To be able to carry out improvements to the quality of electrical power, it is necessary to collect data directly in the field by analyzing the capacitor capacities that have been installed in PUTR 4 paneled 1800 Kvar. After that can be calculated to the reactive power is compensated in this case power factor to be achieved is 0.99. After performing these calculations, the need of the bank capacitor to improve the power factor for pumps with power of 1.656.865 VA then the need of bank capacitors of 729.02 Kvar, while at 06:00 wib up to 18:00 wib with power for 2,326,280 VA, the bank capacitor needs of 1160.34 Kvar, in this case the load and kapaitor needs equal to 18:00 wib until 22:00 wib. And at 22:00 wib to 06:00 wib with a power of 1,111,280 VA requires a capsitor capacity of 554.31 Kvar

Keyword : Power quality, Power Factor, Bank Capacitor

Naskah Diterima :15 Maret 2018

Naskah Direvisi :18 Maret 2018

Naskah Diterbitkan :21 Maret 2018

1. PENDAHULUAN

Analisa kapasitor yang dilakukan yang berorientasi pada kapasitor bank yang terpasang pada setiap line yang dimaksud yaitu untuk mengkompensasi beban-beban induktif yang muncul akibat banyaknya macam beban yang terpasang pada panel PUTR (Panel Utama Tegangan Rendah).

Pada Panel PUTR 4 mempunyai beberapa beban yang terdiri dari beberapa beban untuk jenis peralatan gedung yang berbeda-beda, maka pertimbangan dalam hal menentukan kapasitas kapasitor bank yang sesuai dengan kebutuhan beban sangat perlu dilakukan. sehingga didapatkan perbaikan faktor daya yang efektif dan efisiensi serta demi mencapai kelancaran operasional gedung yang akan mempengaruhi kenyamanan tenant untuk jangka panjang.

Tujuan penulis dalam skripsi ini adalah untuk penggunaan kapasitor bank dalam upaya memperbaiki faktor daya pada beban daya reaktif, kapasitif dan resistif di gedung Apartemen sudirman park.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beban Listrik

Beban resistif adalah beban yang semata-mata terdiri dari resistansi seperti lampu pijar, pemanas, dan lain-lain. Beban ini mempunyai ciri-ciri bahwa daya yang dikonsumsi semata-mata daya nyata. Beban induktif adalah beban yang mengandung kumparan kawat yang dililit pada inti besi seperti : motor listrik, transformator, ballast TL, lampu mercury HPL dan lain-lain. Beban ini mengkonsumsi daya nyata dan daya reaktif yang diperlukan untuk muatan magnet dalam beban tersebut.

2.2 Daya Listrik

- Daya Semu (*Apparen Power*).

Daya semu merupakan hasil perkalian antara arus efektif dan beda tegangan efektif, dinyatakan dalam VA (*Volt Ampere*). Besar daya semu dapat dinyatakan dengan persamaan

$$S = V \times I \quad (1)$$

Untuk tiga fasa digunakan rumus

$$S = \sqrt{3} V \times I \text{ (VA)} \quad (2)$$

- Daya Aktif (*Daya Nyata*)

Daya aktif (daya nyata) merupakan daya listrik terpakai yang dapat diubah menjadi tenaga mekanik, dinyatakan dalam W (watt). Besarnya daya aktif dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$P = V \times I \cos \varphi \text{ (Watt)} \quad (3)$$

Untuk tiga fasa digunakan rumus :

$$P = \sqrt{3} V \times I \cos \varphi \text{ (Watt)} \quad (4)$$

- Daya Reaktif

Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan untuk rangkaian magnetisasi suatu rangkaian listrik, dinyatakan dalam VAR (*Volt Ampere Reaktif*). Besarnya daya reaktif dinyatakan dalam persamaan :

$$Q = V \times I \sin \varphi \quad (5)$$

Untuk tiga fasa maka :

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \sin \varphi \text{ (VAR)} \quad (6)$$

Daya reaktif dibagi menjadi dua bagian yaitu :

- Daya reaktif induktif (*lagging*) adalah daya listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan medan magnet yang diperlukan oleh alat-alat induksi seperti : motor-motor induksi transformator dan lain-lain.
- Daya reaktif kapasitif (*leading*) adalah daya listrik yang dihasilkan oleh kapasitor. Daya reaktif kapasitif mempunyai tanda yang berlawanan dengan reaktif induktif. Dari kenyataan ini dapat dianggap bahwa daya reaktif kapasitif dapat mengkompensasi daya reaktif kapasitif.

2.3 Faktor Daya

Perbedaan fasa antara arus dan tegangan disebut sudut fasa dan cosinus sudut fasa disebut faktor daya ($\cos \varphi$). Faktor daya merupakan suatu besaran yang dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara daya aktif dengan daya semu, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \cos \varphi = \text{Faktor daya} &= \frac{P}{V.I} & (7) \\ &= \frac{V.I.\cos \varphi}{V.I} \\ &= \frac{\text{Watt}}{V.I} (\varphi) \end{aligned}$$

Dinamakan sudut fasa, sudut ini menentukan kondisi tegangan mendahului atau tertinggal terhadap arus. Untuk efisiensi atau operasi diusahakan faktor daya ($\cos \varphi$) mendekati satu.

2.4.Kapasitor Shunt

Kapasitor shunt adalah kapasitor yang dihubungkan secara paralel dengan saluran distribusi. kapasitor shunt dapat mengirim daya reaktif arus reaktif untuk menanggulangi sebgaiian besar komponen reaktif yang dibutuhkan oleh beban induktif.

2.5. Kapasitor Seri

Kapasitor seri adalah kapasitor dihubungkan seri dengan impedansi yang bersangkutan, pemakaian sangat dibatasi pada saluran distribusi, karena peralatan pengamannya cukup rumit.Jadi secara umum dapat dikatakan bahwa biaya untuk pemasangan kapasitor seri lebih mahal dari pada biaya pemasangan kapasitor paralel. Biasa juga kapasitor seri didisain untuk daya yang lebih besar daripada kapasitor paralel , guna mengatasi perkembangan beban kelak di kemudian hari. Kapasitor seri mengkompensir reaktif induktif. Dengan kata lain kapasitor seri adalah reaktansi negative (kapasitif) yang dihubungkan seri dengan reaktansi positif (induktif) yang memungkinkan dapat mengkompensir sebagian atau seluruhnya. Oleh karena itu efek pertama dari kapasitor seri adalah meminimumkan atau menekan jatuh tegangan yang disebabkan oleh reaktansi induktif dari serkit. Paada saat yang sama kapasitor seri dapat dipertimbangkan sebagai penaik tegangan dan memperbaiki faktor daya.

Kapasitor seri tersebut dapat digunakan sebagai penaik tegangan otomatis yang sebanding dengan pertumbuhan beban. Pemakaian kapasitor seri pengaruhnya terhadap naiknya tegangan lebih besar dibandingkan dengan kapasitor shunt untuk faktor daya yang rendah.

2.6. Pemilihan Antara Kapasitor Seri dan Kapasitor Pararel

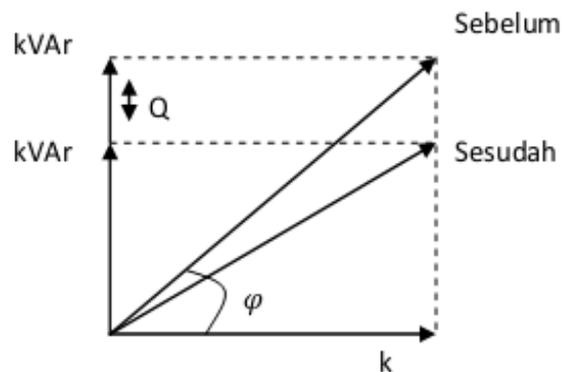
Pemakaian kapasitor seri dan kapasitor pararel (shunt) pada sistem tenaga listrik menimbulkan daya reaktif untuk memperbaiki faktor daya dan tegangan, karenanya akan menambah kapasitas sistem dan mengurangi kehilangan energi. Dalam kapasitor seri daya reaktif sebanding lurus dengan kuadrat arus beban, sedangkan kapasitor pararel (shunt) sebanding lurus dengan tegangannya.

2.7. Menentukan Ukuran Kapasitor untuk Memerbaiki faktor daya

Ukuran kapasitor untuk memperbaiki faktor daya sistem pada titik-titik tertentu dapat secara manual untuk sistem distribusi yang relatif kecil, KVAR kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya $\cos \phi_1$ sampai dengan $\cos \phi_2$.

a. Metode Diagram

Dalam menentukan besarnya kapasitor yang dibutuhkan diperlukan diagram sebelum kompensasi dan sesudah kompensasi maka dapat di gambarkan sebagai berikut [5]:



Gambar 1. Diagram daya untuk menentukan kapasitor

Dapat di peroleh persamaan sebagai berikut :

$$Q = kW (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \quad (8)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Observasi lapangan

Observasi lapangan yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah berdasarkan pada lokasi dan tempat yang telah ditentukan sebelumnya yaitu pada gedung Apartemen sudirman park, Tower B. Obyek observasi ditekankan pada sistim listrik yang disuplai oleh PUTR 4. Data-data dalam observasi yang dibutuhkan dalam observasi ini adalah data mengenai :

1. Sistim kelistrikan gedung yang dapat disajikan dalam bentuk gambar *single line* diagram

2. Karakteristik beban yang terdapat dalam apartemen tersebut yang selanjutnya ditelusuri dari mana asal arah aliran arus yang menyuplai beban tersebut
3. Sistem pengopersian beban yang mana dalam hal ini diperlukan data pola pemakaian beban dari gedung tersebut.
4. Observasi juga dilakukan dengan melakukan pengukuran beban dilapangan dengan menggunakan data log sheet dengan cara melihat amper meter pada panel yang akan dianalisa.

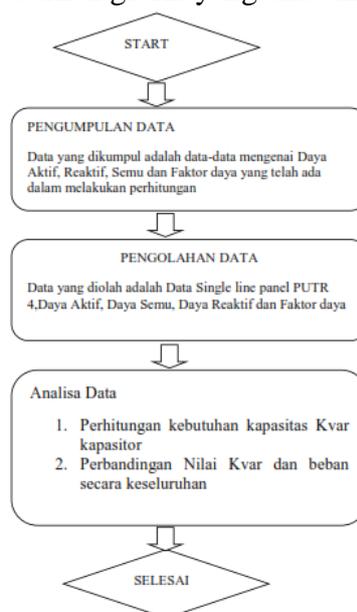
3.2 Menentukan Nilai KVAR Kapasitor

Penentuan KVAR dilakukan dengan memperhatikan log sheet harian yang termasuk didalamnya nilai $\cos \phi$ Arus dan Tegangan setiap jam dalam satu hari selama satu minggu

3.3 Metodologi Analisis

Untuk menghasilkan analisa yang akurat dari fungsi kapasitor di Apartemen sudirman park adalah dengan melakukan rekapitulasi daya dengan memeperhitungkan factor factor yang disamapaikan diatas. Kemudian melakukan rekapitulasi penggunaan Kapasitorya itu dengan memeperhitungkan penyerapan daya reaktif oleh beban,yang ditunjukkan dengan nilai $\cos \phi$ dan besar arus dan tegangan yang terjadi dalam setiap satu minggu Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan daya Reaktif dalam satu minggu kemudian dibandingkan dengan daya semu yang di serap oleh beban setiap jam satu hari dan dalam seminggu. Untuk menganalisa aktifitas beban dan aktifitas kapasitor di apartemen sudirman park melalui tahapan sebagaiberikut :

1. Membuat pemilahan beban-beban yang memiliki faktor daya besar dan factor daya kecil
2. Merekapitulasi beban berfaktor daya rendah dan factor daya tinggi
3. Melakukan perhitungan berdasarkan factor daya terukur dan factor daya beban (nameplate)
4. Memabagi kategori waktu aktifitas penghuni setiap hari dalam satu minggu
5. Membuat anilis berdasarkan grafik yang dihasilkan.



Gambar 2. Diagram Alir Analisa

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Umum Gedung

Apartemen sudirman park berdiri diatas bangunan dengan luas bangunan 131.404,7 meter persegi dan ketinggian bangunan masing-masing tower sampai dengan ketinggian 47 lantai dan tiap-tiap lantai mempunyai 35 unit hunian dengan jumlah hunian sebnayak 2310 unit. Dengan daya yang disuplay dari PLN 3650 KVA dengan Tegangan 20 KV.

4.2 Data Kapasitor Bank

Apartemen sudirman park menggunakan kapasitor bank dengan merk GAE 12.5 KVAR, 400 V, 50 Hz dengan *power incoming* panel kapasitor bank menggunakan ACB (*Air circuit breaker*) 2500 Amper, 400 Volt yang terletak di *cubical* panel outgoing PUTR Dimana untuk masing masing kapasitor menggunakan MCCB 125 Ampere. masing masing 1 step kapasitor menggunakan 4 kapasitor bank dengan dihubungkan seri dengan total per step 50 KVAR. masing masing PUTR mempunyai 12 step kapasitor dengan total 600 KVAR yang suplaynya diteruskan ke panel distribusi masing-masing lantai.

4.3 REKAPITULASI BEBAN PUTR 4

Penghitungan daya reaktif pertama kali dilakukan adalah dengan merekapitulasi besar beban di tiap outgoing PUTR dan rekapitulasinya adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Rekapitulasi beban *outgoing* I

NOMOR OUTGOING	BEBAN	LOKASI	LOAD (WATT)			DAYA		JENIS PERLATAN
			R	S	T	NORMAL	EMERGENCY	
1	PP- BASMENT 2.B	ZONE 2 TOWER B	27,551	28,701	27,058	103,475	51,733	LED
	PD- 26.1.B	LANTAI 26 22 TOWER B	79,570	90,195	79,070	311,043.80	155,521.90	LED
	PD- 31.1.B	LANTAI 31 22 TOWER B	78,337	75,191	74,949	285,471.30	142,735.60	LED
	PD- 36.1.B	LANTAI 36 22 TOWER B	44,839	39,645	53,145	172,037.60	86,018.80	LED
	P- OL. 1.1B	LANTAI 1 TOWER B	6,618	6,108	6,380	23,882.50	11,941.30	LED
	P- POOL 1.2B	LANTAI 1 TOWER B	16,000	16,000	16,000	60,000	30,000	LED
	P- OL. 1.2B	LANTAI 1 TOWER B	19,146.70	18,454.60	18,727.70	70,405	35,202.50	PJU SON T
	PP- PL	RUANG POMPA BASMEN 2	26,400	26,400	25,400	99,000	99,000	LED
JUMLAH			298,462	300,695	300,630	1,125,315	560,420	

Berdasarkan tabel tersebut diatas, maka jenis-jenis beban tersebut adalah jenis beban yang tidak menyerap daya reaktif. Hal ini berdasarkan informasi yang diperoleh dari katalog. bahwa factor daya lampu LED umumnya adalah 1 (satu). Jenis beban yang terdapat pada setiapjalur *out going* PUTR *Outgoing* 2

Tabel 2. Rekapitulasi beban *outgoing* 2

OUTGOING 2	PD- IF	LANTAI BASMEN 2	13,333	13,334	13,333	50,000	25,000	LED	
	P- GENSET	RUANG GENSET BASMEN 2	2,676	2,320	2,400	9,245	4,622	LED	
	PP- BP. B	RUANG MESIN Z1 TOWER B	22,000	22,000	22,000	82,500	41,250	LED	
	PP- BP. A	RUANG MESIN ZONA 2	22,000	22,000	22,000	82,500	41,250	PP TL LED	
	PP- POOL 1.2A	LANTAI 1 TOWER A	16,000	16,000	16,000	60,000	30,000	Lamp EHS	
	PP- OL. 1.2A	LANTAI 1 TOWER A	31,366.70	31,086.6	31,646.70	11,726.50	58,812.50	Lamp EHS	
	PP- OL.1.1A	LANTAI ATAP TOWER A	8,130	8,726	8,290	31,433	15,716.50	TL LED	
	JUMLAH			115,506	84,380	115,670	327,405	257,901	
	P- DEPP WELL	LANTAI 1	10,000	10,000	10,000	37,500	18,750	Pomp	
	PP- TP	RUANG POMPA BASMEN 2	184,160	136,640	136,640	690,620	690,620	Pomp	
	PP- LIFT. 1A	RUANG MESIN LIFT TOWER A	22,000	22,000	22,000	82,500	41,250	Lift	
	PP- LIFT. 2A	RUANG MESIN LIFT TOWER A	22,000	22,000	22,000	82,500	41,250	Lift	
PP- LIFT 1.B	RUANG MESIN ZONA 1	22,000	22,000	22,000	82,500	41,250	Lift		
PP- LIFT 2.B	RUANG MESIN ZONA 2	22,000	22,000	22,000	82,500	41,250	Lift		
JUMLAH			282,160	234,640	234,640	1,058,120	1,039,370		

Pada jalur *outgoing* 2, Jenis beban yang terpasang adalah sebesar 327,405 VA jenis beban yang tidak menyerap daya reaktif. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari katalog bahwa factor dayabeban (LED) adalah umumnya 1 (satu). Sedangkan pada jalur yang lain pada *outgoing* 2 adalah beban terdiri dari pompa dan motor lift dengan total dayasebesar 1.058.120 VA. Beban- beban ini umumnya adalah menyerap daya reaktif karena merupakan kumparan-kumparan motor, dan berdasarkan informasi darikatalog dan *name plate* factor daya jenis beban ini adalah 0,8 Jenis beban yang terdapat pada setiap jalur *outgoing* PUTR Outgoing 3

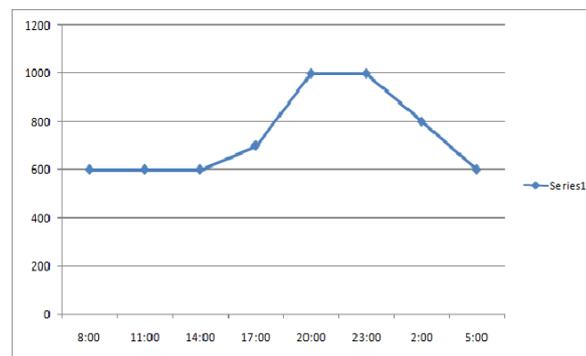
Tabel 3. Rekapitulasi beban *outgoing* 3

NOMOR OUTGOING	BEBAN	LOKASI	LOAD (WATT)			DAYA NORMAL	DAYA EMERGENCY	JENIS PERLATAN	
			R	S	T				
3	PP - ELC	R. CONTROL B1	13,357	13,357	13,357	50,090	50,090	CONTROL	
	P - CTRL LIFT 1.A	RUANG MESIN LIFT TOWER A	7,333	7,333	7,333	27,500	27,500	CONTROL	
	P - CTRL LIFT 2.A	RUANG MESIN LIFT TOWER B	7,333	7,333	7,333	27,500	27,500	CONTROL	
	P - CTRL LIFT 1.B	RUANG MESIN LIFT TOWER A	7,333	7,333	7,333	27,500	27,500	CONTROL	
	P - CTRL LIFT 2.B	RUANG MESIN LIFT TOWER B	7,333	7,333	7,333	27,500	27,500	CONTROL	
	PD - SMK	R. PUTR	49,333	49,333	49,333	185,000	185,000	PP LED	
	JUMLAH			92,022	92,022	92,022	345,090	345,090	
	PP - HYDRAN 2	RUANG POMPA B2	60,833	60,833	60,833	228,125	228,125	Pomp Hyd	
	PP - HYD 1	RUANG POMPA B2	77,498	77,498	77,498	290,620	290,620	Pomp Hyd	
	P - EF	RUANG POMPA B2	21,334	21,334	21,334	80,000	80,000	Pomp	
JUMLAH			159,665	159,665	159,665	598,745	598,745		

Tabel diatas memperlihatkan bahwa jalur outgoing 3 terdiri dari 2 jenis beban yaitu sistim control dan Pompa. Pada jalur yang menyuplai sistim kontrol faktor daya akan satu karena semua merupakan peralatan elektronik. Olehkarena itu factor daya pada jalur ini adalah satu dan tidak menyerap daya reaktif. Sedangkan jalur lain pada *outgoing* tiga ini adalah menyuplai pompa *hydran*. Karena pompa *hydran* ini adalah digerakan oleh motor induksi maka beban ini menyerap daya reaktif dan berdasarkan *name plate* motor faktor daya beban tersebut adalah 0,8.

4.4 Analisa Kapasitas Beban

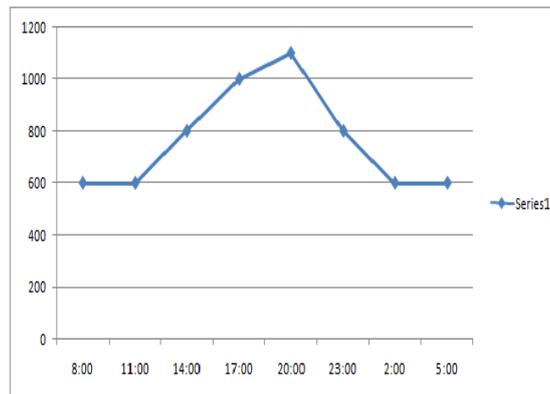
Berdasarkan data bahwa apartemen ini adalah di isi oleh Penghuni, Sekolah dan kantor. Sedangkan jumlah penghuni merupakan jumlah terbesar yang ada di apartemen tersebut. Penghuni ini adalah orang yang beraktifitas diluar apartemen. Sehingga data grafik pemakaian beban listrik gedung dalam seminggu berdasarkan hasil dari monitoring beban dilapangan adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik beban pada hari kerja (senin sampai dengan jumat)

Analisa beban pada gambar grafik 4.2 adalah ampak bahwa beban puncaknya dari jam 17.00 WIB sampaidengan jam 22.00 WIB sedangkan aktifitas daya puncaknya terjadi pada jam 6.00 WIB pagi sampai dengan jam 18.00 WIB. Selanjutnya mengalami penurunan drastis. Perbedaan puncak ini terjadi karena:

1. Aktifitas penghuni puncaknya dimulai pada jam 17.00 WIB sampai dengan jam 22.00 WIB, dimana pada saat ini penghuni menggunakan lampu penerangan yang selama pagi sampai siang hari lampu penerangan ini (LED). Tidak digunakan sehingga pada malam hari penghuni menggunakan penerangan LED dengan factor daya 1. Sehingga penyerapan tidak terlalu besar.
2. Pada siang hari jam 6.00 WIB sampai dengan jam 18.00 WIB seluruh pompa bekerja sehingga penyerapan daya reaktif menjadi besar sedangkan pada malam hari sebagian pompa tidak digunakan sehingga daya reaktif digunakan berkurang.
3. Puncak aktifitas beban jam 17.00 WIB sampai dengan jam 22.00 WIB. Sedangkan puncak aktifitas kapasitor adalah jam 06.00WIB sampai dengan jam 18.00 WIB



Gambar 4. Grafik beban pada hari Sabtu – Minggu (libur)

Pada gambar grafik diatas tersebut,perbandingan antara pemakaian daya dan beban pada hari libur nampak bahwa grafik beban puncaknya dari jam 11.00 WIB sampai dengan jam 20.00 WIB. Dimana keadaan ini terjadi karena aktifitas menggunakan *water heater*, kompor listrik, open sebagai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari selama libur. Umumnya alat-alat ini adalah komponen listrik tersebut memiliki factordaya 1. Seperti hari kerja aktifitas penyerapan daya KVAR tidak ada perubahannya, puncaknya terjadi pada jam 6.00 WIB pagi sampai dengan jam 18.00 selanjutnya mengalami penurunan drastis. Perbedaan puncak ini terjadi karena :

- a. Aktifitas penghuni pada hari libur sampai dengan 24 jam
- b. Aktifitas untuk beban utilitas

4.5 Analisa Perhitungan daya reaktif PUTR 4

Beban listrik di Apartemen sudirman park terdapat 2 katagori yaitu beban yang terdiri dari lampu LED dan pompa pompa. Maka untuk total daya lampu LED yang terdapat di PUTR 4 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Total Daya terpasang lampu LED

<i>Outgoing I</i>	1.125,315 VA
<i>Outgoing II</i>	327,405 VA
<i>Outgoing III</i>	345,090 VA
Total	1.797,810 VA

Analisa data tabel diatas adalah diketahui bahwa teganga pada PUTR 4 adalah sebesar 380 /220 Volt. Seperti yang telah di jelaskan sebelumnya bahwa beban lampu

LED memiliki $\cos \varphi$ adalah 1(satu) sehingga daya reaktif yang dibutuhkan adalah nol
Untuk total daya yang terpasang pada pompa adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Total daya Pompa pada PUTR 4

<i>Outgoing I</i>	0 VA
<i>Outgoing II</i>	1058,12 VA
<i>Outgoing III</i>	598,745 VA
Total	1.656,865 VA

Analisa dari data tabel diatas untuk menentukan besar daya reaktif dalam suatu sistim tenaga listrik digunakan rumus sebagai berikut :

$$QC = KW (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

Berdasarkan rumus tersebut, Sedangkan daya reaktif yang dibutuhkan di apartemen ini adalah digunakan dalam memenuhi energi penggerak pompa, sehingga besar daya reaktif untuk pompa adalah sebagai berikut :

$$\cos \varphi = \text{Faktor daya} = \frac{P}{V \cdot I}$$

$$= \frac{V \cdot I \cdot \cos \varphi}{V \cdot I}$$

$$= \frac{\text{Watt}}{V \cdot I} (\varphi)$$

$$\varphi = \arccos \varphi$$

Maka,

Diketahui daya aktif pompa = 1656865 Watt = 1656,865 KW

$$\varphi_1 = \arccos 0,8$$

$$\varphi_1 = 36^\circ$$

$$\tan \varphi_1 = \tan 36^\circ$$

$$\tan \varphi_1 = 0,72$$

$$\varphi_2 = \arccos 0,9$$

$$\varphi_2 = 8,10^\circ$$

$$\tan \varphi_2 = \tan 8,10^\circ$$

$$\tan \varphi_2 = 0,14$$

Dengan daya aktif (KW) sebesar 1656,865 KW

$\cos \varphi$ yang diinginkan adalah 0.9

Sehingga untuk menaikkan faktor daya dari 0,8 menjadi 0,9 dibutuhkan daya reaktif sebesar :

$$QC = KW (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

$$QC = 1656,865 (0,72 - 0,14)$$

$$QC = 1656,865 (0,44)$$

$$QC = 729,02 \text{ KVAR}$$

Dapat dianalisa berdasarkan perhitungan bahwa besar daya reaktif yang harus disuplai adalah sebesar 729,02 KVAR. Maka kapasitor bank beban yang terpasang yang membutuhkan daya kVAR sebesar 1800 kVAR yang mempunyai 3 *outgoing*

kapasitor bank yang masing-masing *outgoing* dengan kapasitas 600 KVAR. Dimana setiap panel kapasitor bank mempunyai 12 step. Maka untuk cadangan yang digunakan oleh kapasitor masih tersedia sebesar 1070,98 KVAR

4.6 Analisa perhitungan kapasitor selama satu minggu

A. Jam 06.00 WIB sampai dengan jam 18.00 WIB

Analisa penggunaan pompa dan beban induktif yang berakibat penyerapan daya reaktif pada jam 06.00 WIB pagi sampai dengan jam 18.00 WIB sore adalah sebagai berikut. Analisa dari data tabel diatas untuk menentukan besar daya reaktif dalam suatu sistim tenaga listrik digunakan rumus sebagai berikut :

$$QC = KW (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

Berdasarkan rumus tersebut, Sedangkan daya reaktif yang dibutuhkan di apartemen ini adalah digunakan dalam memenuhi energi penggerak pompa, sehingga besar daya reaktif untuk pompa adalah sebagai berikut :

$$\cos \varphi = \text{Faktor daya} = \frac{P}{V \cdot I}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{V \cdot I \cdot \cos \varphi}{V \cdot I} \\ &= \frac{\text{Watt}}{V \cdot I} (\varphi) \\ \varphi &= \arccos \cos \varphi \end{aligned}$$

$$\text{Maka } \varphi = \arccos 0,8$$

$$\varphi = 36^\circ$$

$$\tan \varphi_1 = \tan 36^\circ$$

$$\tan \varphi_1 = 0,72$$

$$\varphi = \arccos 0,9$$

$$\varphi = 8,10^\circ$$

$$\tan \varphi_2 = \tan 8,10^\circ$$

$$\tan \varphi_2 = 0,14$$

Diketahui total daya yang digunakan adalah :

$$P = 2326,28 \text{ KW}$$

Cos φ yang diinginkan adalah 0.9

Sehingga untuk menaikkan faktor daya dari 0,8 menjadi 0,9 dibutuhkan daya reaktif sebesar :

$$QC = KW (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

$$QC = 2326,28 (0,72 - 0,14)$$

$$QC = 2326,28 (0,44)$$

$$QC = 1023,56 \text{ KVAR}$$

Dapat dianalisa berdasarkan perhitungan bahwa besar daya reaktif yang harus disuplai adalah sebesar 1023,56 KVAR. Maka kapasitor bank beban yang terpasang yang membutuhkan daya kVAR sebesar 1800 kVAR yang mempunyai 3 outgoing kapasitor bank yang masing-masing outgoing dengan kapasitas 600 KVAR. Dimana setiap panel kapasitor bank mempunyai 12 step. Maka untuk cadangan yang digunakan oleh kapasitor masih tersedia sebesar 776.43 KVAR

B. 18.00 WIB sampai dengan jam 22.00 WIB.

Dapat dianalisa berdasarkan perhitungan bahwa besar daya reaktif yang harus disuplai pada periode ini jumlah daya adalah sama dengan dari periode jam 06.00 WIB sampai dengan jam 18.00 WIB yaitu sebesar 1023,56 KVAR.

C. Jam 22.00 WIB sampai dengan 06.00 WIB

Diketahui total daya yang digunakan adalah :

$$P = 1111,28 \text{ KW}$$

Analisa dari data tabel diatas untuk menentukan besar daya reaktif dalam suatu sistim tenaga listrik digunakan rumus sebagai berikut :

$$QC = KW (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) :$$

$$\cos \varphi = \text{Faktor daya} = \frac{P}{V \cdot I}$$

$$= \frac{V \cdot I \cdot \cos \varphi}{V \cdot I}$$

$$= \frac{\text{Watt}}{V \cdot I} (\varphi)$$

$$\varphi = \arq \cos \varphi$$

$$\text{Maka, } \varphi = \arq 0,8$$

$$\varphi = 36^0$$

$$\tan \varphi_1 = \tan 36^0$$

$$\tan \varphi_1 = 0,72$$

$$\varphi = \arq 0,99$$

$$\varphi = 8,10^0$$

$$\tan \varphi_2 = \sin 8,10^0$$

$$\tan \varphi_2 = 0,14$$

Diketahui total daya yang digunakan adalah :

$$P = 1111,28 \text{ KW}$$

$\cos \varphi$ yang diinginkan adalah 0.99

Sehingga untuk menaikkan faktor daya dari 0,8 menjadi 0,9 dibutuhkan daya reaktif sebesar :

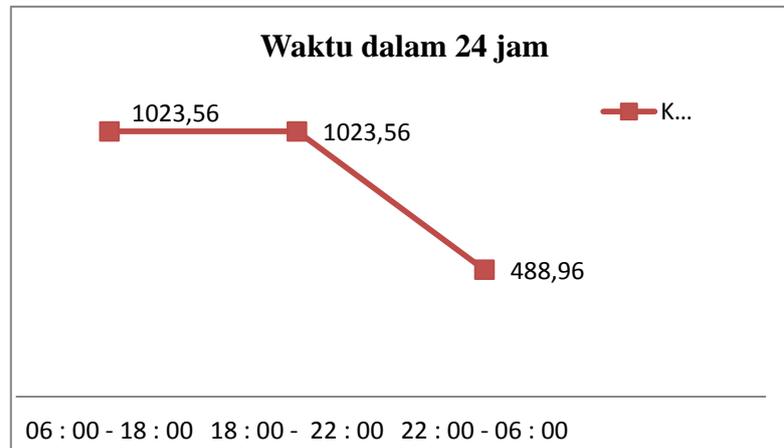
$$QC = KW (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

$$QC = 1111,28 \text{ KW} (0,72 - 0,14)$$

$$QC = 1111,28 \text{ KW} (0,44)$$

$$QC = 488,96 \text{ KVAR}$$

Dapat dianalisa berdasarkan perhitungan bahwa besar daya reaktif yang harus disuplai adalah sebesar 488,96 KVAR. Maka kapasitor bank beban yang terpasang yang membutuhkan daya KVAR sebesar 1800 KVAR yang mempunyai 3 outgoing kapasitor bank yang masing-masing outgoing dengan kapasitas 600 KVAR. Dimana setiap panel kapasitor bank mempunyai 12 step. Maka untuk cadangan yang digunakan oleh kapasitor masih tersedia sebesar 1311,03. Maka dapat dihasilkan grafik pemakaian sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik Pemakaian kapasitor bank

Dari gambar grafik diatas dapat dianalisa berdasarkan perhitungan bahwa besar daya reaktif yang harus disuplai oleh kapasitor bank adalah sebesar 1023,56 KVAR. Dikarenakan pada saat jam 06:00 wib sampai dengan 18:00 wib hal ini disebabkan oleh aktifitas operasional gedung untuk menunjang kebutuhan peralatan gedung tersebut. Hal ini sama dengan pada saat jam 18:00 wib sampai dengan jam 22:00 wib. Sedangkan pada saat jam 22:00 wib sampai dengan jam 06:00 wib untuk besar daya reaktif yang harus disuplai oleh kapasitor bank adalah sebesar 488,96 KVAR. Hal ini disebabkan untuk peralatan gedung sudah banyak yang mati. Disebabkan aktifitas tenant berkurang.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan untuk analisa penggunaan kapasitor bank dalam upaya Perbaiki faktor daya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan bahwa besar daya reaktif untuk penggunaan pompa, yang harus disuplai adalah sebesar 729,02 KVAR sedangkan untuk operasional gedung dari jam 06:00 wib- 18:00 wib, bahwa besar daya reaktif yang harus disuplai adalah sebesar 1023,56 KVAR. Hal ini sama dengan pada saat jam 18:00 – 22:00 wib. sedangkan untuk jam 22:00 wib sampai dengan jam 06:00 wib bahwa besar daya reaktif yang harus disuplai adalah sebesar 488,96 KVAR
2. Berdasarkan jumlah data dilapangan, untuk data KVAR kapasitor bank di panel PUTR 4 sebesar adalah 1800 KVAR
3. Berdasarkan hasil penelitian bahwa terdapat perbedaan waktu beban puncak penyerapan daya semu dengan penyerapan daya reaktif Pada siang hari jam 6.00 WIB sampai dengan jam 18.00 WIB seluruh pompa bekerja sehingga

penyerapan daya reaktif menjadi besar sedangkan pada malam hari sebagian pompa tidak digunakan sehingga daya reaktif digunakan berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Prayudi teguh, wiharja. Peningkatan Faktor Daya Dengan Pemasangan Bank Kapasitor Untuk Penghematan Listrik Di Industri Semen. Jakarta:Badan pengkajian dan penerapan teknologi;2006
- [2]. Sistem Informasi Prakiraan Kebutuhan Tenaga Listrik Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Universitas Diponegoro, Semarang, 2010
- [3]. Rahardjo, Merencanakan Pengembangan Sistem Kelistrikan PLN kedepan Secara Lebih Baik dan Lebih Efisien, PT PLN (Persero) Distribusi Jateng DIY, 2006
- [4]. Sulasno, Ir. Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Edisi I, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2001.
- [5]. Tim Masterplan, Pembuatan Masterplan Sistem Distribusi 20KV APJ Pekalongan, Laporan Akhir, Universitas Diponegoro –PT PLN (Persero) Distribusi Jateng DIY, 2011.
- [6]. Dzackiy, Unggul. 2012. “Optimasi Penempatan Kapasitor Menggunakan Logika Fuzzy dan Algoritma Genetika pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik”.
- [7]. Bukhari ahmad. Perbaikan Power Faktor Pada Konsumen Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor Bank [jurnal ilmiah mahasiswa].2012;1 (1).
- [8]. Saragih tarsin. Analisis Penempatan Optimal Bank Kapasitor Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Metode Genetik Algorithm Aplikasi : PT. PLN (PERSERO) CABANG MEDAN [tesis]. Medan;2011.
- [9]. Hakim MF. Analisis kebutuhan capacitor bank beserta implementasinya untuk memperbaiki faktor daya listrik di politeknik kota malang. Eltek.2014;12 (1).
- [10]. Eryuhanggoro Yugi. Perancangan perbaikan faktor daya pada beban 18.956 kW/ 6600 V, menggunakan Kapasitor Bank di PT. Indorama Ventures Indonesia [Tugas Akhir]. Jakarta:2013.
- [11]. Nuwolo Agus dan Kusmantoro Adhi. Rancang bangun kapasitor bank pada jaringan listrik gedung Universitas PGRI Semarang [ISBN 978-602-99334-4-4]. Halaman 4 ; 2015 Semarang.