

Analisis Nilai Ekonomis Penggunaan Kapasitor Bank Pada Gedung Telkom Sto Bekasi

Dian Samodrawati*) dan Ilham

Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya

*) Corresponding author: dian.samodrawati@gmail.com

Abstract

The efficiency of electric power consumption is influenced, the quality of electric power, inductive and non-linear loads can reduce the power factor and cause power losses, if power factor/cos value customer 0.85 every month, which causes high kVARH usage value. PLN as the electricity network provider has regulations to limit the value of kVARH usage, which is not allowed to be 0.62 of the total monthly electricity consumption (LWBP + WBP) for the category of B3 tariff electricity customers with power contracts 200 KVA. If the actual value of kVARH usage is the limit value If the use of kVARH is determined by PLN, then the remainder will be charged as a cost of excess kVARH usage / kVARH fines that must be paid by the customer to PLN, one solution is to install a capacitor bank,. It is known that the calculation of the improvement of the electric power factor by installing a capacitor bank with a capacity of 120 kVAR at the Telkom STO Juanda Bekasi building has succeeded in improving the quality of electricity. Eliminated the kVARH penalty bill and made the average electricity bill decrease by 21.12% and improved the average cos value from 0.75 to 0.92. The Break Event Point (BEP) investment for the initial purchase of a capacitor bank can be reached within 3.14 years..

Abstrak

Efisiensi pemakaian daya listrik dipengaruhi kualitas daya listrik, beban induktif dan non linier dapat menurunkan faktor daya serta menimbulkan kerugian daya, jika faktor daya / nilai $\cos \theta$ pelanggan ≤ 0.85 setiap bulannya, yang menyebabkan nilai pemakaian kVARH tinggi. PLN sebagai penyedia jaringan listrik memiliki peraturan untuk membatasi nilai pemakaian kVARH yaitu tidak boleh ≥ 0.62 dari pemakaian total energi listrik setiap bulannya (LWBP + WBP) untuk kategori pelanggan listrik tarif B3 dengan kontrak daya ≥ 200 KVA, Apabila nilai aktual pemakaian kVARH \geq nilai batas pemakaian kVARH yang ditetapkan PLN, maka sisa tersebut yang akan dikenakan sebagai biaya kelebihan pemakaian kVARH / denda kVARH yang harus dibayarkan oleh pelanggan kepada PLN, salah satu solusinya dengan memasang kapasitor bank, r. Diketahui hasil perhitungan perbaikan faktor daya listrik dengan memasang kapasitor bank kapasitas 120 kVAR pada gedung Telkom STO Juanda Bekasi berhasil mampu memperbaiki kualitas listrik. Menghilangkan tagihan denda kVARH dan membuat rata – rata tagihan pemakaian listrik menurun 21,12% serta memperbaiki rata – rata nilai $\cos \theta$ dari 0,75 menjadi 0,92. Break Event Point (BEP) investasi pembelian awal kapasitor bank dapat tercapai dalam waktu 3,14 tahun.

Kata kunci: AMR load profiles, bank capacitors, electricity bills, power factor, Power Quality Analyzer

PENDAHULUAN

Dengan semakin tingginya tarif dasar listrik, maka tuntutan untuk melakukan efisiensi dalam pemakaian daya listrik menjadi pertimbangan yang utama. Efisiensi penggunaan daya listrik dipengaruhi oleh banyak faktor. Diantaranya dari kualitas daya listrik, hal ini sangat dipengaruhi oleh penggunaan jenis beban listrik tertentu yang dapat mengakibatkan turunnya efisiensi. Jenis tersebut diantaranya adalah beban induktif seperti : motor induksi, kumparan, ballast. Demikian juga beban non linier seperti : rectifier, inverter untuk drive motor, komputer, ac, tv dll. Beban induktif dan non linier akan menurunkan faktor daya (≤ 0.85) sehingga dapat menimbulkan kerugian daya.

Telkom STO (Sentral Telepon Otomat) Juanda Bekasi merupakan salah satu gedung milik PT. Telkom Indonesia yang berlokasi di Bekasi, gedung ini memiliki fungsi sebagai data center guna kebutuhan komunikasi internet dan telepon pelanggan secara terintegrasi di wilayah Bekasi yang jam operasional full selama 24 jam, mayoritas beban listrik pada gedung ini terdiri dari perangkat telekomunikasi seperti : rectifier, MDF (Main Distribution Frame), DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) , jaringan kabel FO (Fiber Optic) yang bersifat induktif, sehingga akan menurunkan faktor daya (≤ 0.85) dan menimbulkan kerugian daya. Namun disisi lain komponen diatas merupakan roda penggerak utama pada sektor bisnis PT Telkom Indonesia.

Jika faktor daya / nilai $\cos \theta$ pelanggan ≤ 0.85 setiap bulan, yang menyebabkan nilai kVARH tinggi. PLN sebagai penyedia jaringan listrik memiliki peraturan untuk membatasi nilai pemakaian kVARH yaitu tidak boleh ≥ 0.62 dari total pemakaian total energi listrik (LWBP + WBP) untuk pelanggan listrik dengan kontrak daya ≥ 200 KVA. [1]

Apabila nilai aktual pemakaian kVARH \geq nilai batas pemakaian kVARH dari PLN, maka sisa tersebut dianggap sebagai biaya kelebihan pemakaian kVARH / denda kVARH yang harus dibayarkan oleh pelanggan kepada PLN.

Berdasarkan hasil survey dan data (*technical assesment*, tagihan rekening listrik PLN dari bulan oktober 2015 – juli 2019) gedung Telkom STO Juanda Bekasi. Terdapat tagihan denda kVARH dengan total Rp 118.654.749 (lampiran 1). Tagihan denda kVARH tertinggi terdapat pada bulan April 2018 sebesar Rp 9.337.062. Hasil pengukuran dilapangan menggunakan alat power quality analyzer pada bulan Januari 2018 diketahui besar daya reaktif yang terukur 126,4 kVAR.

Terdapat alternatif cara untuk menghilangkan tagihan denda kVARH, yakni dengan melakukan pemasangan alat capacitor bank sebagai sebagai biaya investasi awal. Alat ini berfungsi memperbaiki faktor daya / nilai $\cos \theta$ dengan cara mengkompensasi daya reaktif dari beban listrik secara keseluruhan, sehingga efisiensi pemakaian energi pada jaringan listrik gedung dapat tercapai secara optimal.

Hal utama sebelum dilakukan pemasangan, ialah diperlukan sebuah kajian, yakni melakukan pengumpulan data berupa perhitungan dan pengukuran dilapangan, perancangan ini sangat penting untuk mengetahui dan menentukan nilai kapasitas kapasitor bank yang akan dipasang serta dapat diketahui biaya investasi yang harus dibutuhkan nantinya.

Selanjutnya melakukan prosedur uji fungsi kapasitor bank dalam memperbaiki faktor daya / nilai $\cos \theta$ dan mengkompensasi daya reaktif pada gedung terkait. Mengamati apakah denda KVARH pada bulan selanjutnya masih muncul atau tidak pada tagihan listrik. Menganalisa secara nyata pengaruh penggunaan kapasitor bank terhadap kualitas daya dan tagihan listrik bulanan gedung. Dengan melakukan semua kajian tersebut maka akan didapat hasil akhir berapa lama BEP (*Break Event Point*) investasi awal tersebut akan tercapai serta mengetahui efektifitas dan nilai ekonomis dari pemasangan kapasitor bank.

Tujuan penelitian ini difokuskan untuk mengetahui cara merancang, menganalisa perhitungan, dan menentukan kapasitas kapasitor bank dengan perbandingan data tagihan listrik PLN, *load profile* AMR PLN dan pengukuran beban listrik menggunakan *power quality analyzer* dan mengetahui pengaruh hasil penggunaan kapasitor bank terhadap kualitas daya dan tagihan

listrik pada gedung Telkom STO Juanda Bekasi. Mengetahui Berapa lama estimasi waktu yang dibutuhkan agar tercapainya *Break Event Point* (BEP) alat kapasitor bank.

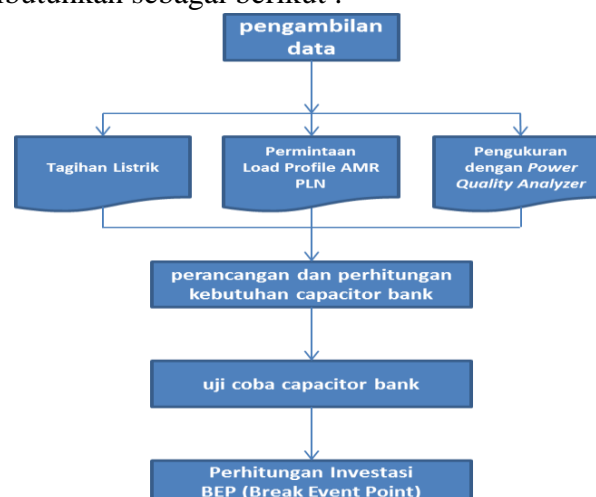
METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian dibutuhkan data pendukung sebagai berikut :

1. Data *potential* dan *single line diagram*.
Mengetahui data teknis secara detail (foto, *nameplate*, spesifikasi) dari peralatan listrik, mulai catuan PLN hingga panel MDP (PUTM, Kabel 20KV, transformator, Kabel 0.4KV, panel ATS-AMF, genset) sebelum dan setelah pemasangan kapasitor bank.
2. Data spesifikasi dan estimasi harga kapasitor bank.
Data tersebut dibutuhkan untuk menghitung berapa lama BEP (Break Event Point) investasi awal tersebut akan tercapai.
3. Tagihan dan pemakaian energi listrik bulanan dari pihak PLN.
Pengamatan parameter data total pemakaian energi listrik gedung yang ditagihkan dari PLN (rupiah, total pemakaian KWH,KVAR) sebelum dan setelah pemasangan kapasitor bank.
4. Load profile AMR KWH meter PLN selama 3 bulan terakhir.
Pengamatan parameter data total pemakaian energi listrik gedung yang terukur oleh KWH meter PLN (V,I,Cos θ ,KVA,KW) sebelum dan setelah pemasangan kapasitor bank.
5. Pengukuran beban listrik menggunakan *power quality analyzer*.
Pengamatan dan pengukuran aktual pada beban listrik gedung dengan tujuan untuk mengetahui parameter nilai (KW,KVA, KVAR, Cos θ , I, V, Hz) sebelum dan setelah pemasangan kapasitor bank.

Data inilah yang nantinya akan digunakan peneliti untuk melakukan perhitungan dan analisa, lalu hasil pengolahan data tersebut akan menjadi dasar untuk melakukan penentuan perhitungan biaya kebutuhan, spesifikasi teknis, dan kapasitas kapasitor bank yang akan digunakan.

Untuk dapat memperbaiki faktor daya dan menentukan besaran Kapasitor Bank yang akan digunakan, maka terlebih dahulu harus mengetahui hasil perhitungan atau pengukuran berapa besar daya aktif, semu dan reaktif pada gedung. Dengan menggunakan langkah-langkah dan perhitungan, maka akan didapat hasil data yang akan diolah sebagai perbandingan dan dasar dalam menentukan besaran Kapasitor Bank yang dibutuhkan untuk mendapatkan faktor daya yang diinginkan. Data yang dibutuhkan sebagai berikut :



Gambar 1. Alur Pengambilan Data Kebutuhan Kapasitor Bank

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah data tagihan dan pemakaian energi listrik gedung yang diperoleh dari PLN :

Tabel 1. Rekening Listrik Sebelum Kapasitor Bank Terpasang

NO	BULAN	AKTUAL PEMAKAIAN KWH	TOTAL TAGIHAN (Rp)	AKTUAL PEMAKAIAN KVARH	BATAS PEMAKAIAN KVARH	KELEBIHAN PEMAKAIAN KVARH	TAGIHAN KVARH (Rp)
		a	b	c	d	e	f
1	May-18	141,058	178,870,533	94,194	87,456	6,738	7,511,118
2	Apr-18	141,000	180,772,748	96,108	87,420	8,688	9,337,062
3	Mar-18	122,641	157,859,141	83,466	76,037	7,428	8,629,202
4	Feb-18	138,254	176,105,509	92,978	85,717	7,260	8,094,127
5	Jan-18	138,244	177,036,767	93,734	85,711	8,022	8,943,559
6	Dec-17	137,788	174,270,313	91,670	85,429	6,241	6,957,092
7	Nov-17	140,772	173,118,165	89,664	87,279	2,385	2,658,655
8	Oct-17	131,490	159,763,649	82,090	81,524	566	559,599
NO	BULAN	AKTUAL PEMAKAIAN KWH	TOTAL TAGIHAN (Rp)	AKTUAL PEMAKAIAN KVARH	BATAS PEMAKAIAN KVARH	KELEBIHAN PEMAKAIAN KVARH	TAGIHAN KVARH (Rp)
		a	b	c	d	e	f
9	Sep-17	128,934	155,965,333	78,932	79,939	0	0
10	Aug-17	127,601	155,495,589	80,026	79,113	913	1,018,872
11	Jul-17	119,000	148,491,604	77,515	73,780	3,735	4,163,554
12	Jun-17	121,707	149,935,510	77,726	75,458	2,267	2,528,230
13	May-17	114,213	141,199,033	73,370	70,812	2,558	2,851,505
14	Apr-17	115,848	143,241,588	74,362	71,826	2,536	2,826,981
15	Mar-17	98,570	124,895,225	65,710	61,113	4,597	5,123,345
16	Feb-17	111,474	139,059,141	72,494	69,114	3,380	3,767,821
17	Jan-17	107,074	132,316,660	67,943	66,386	1,557	1,745,755
18	Dec-16	91,692	110,723,237	56,199	56,849	0	0
19	Nov-16	92,954	112,164,640	57,561	57,631	0	0
20	Oct-16	98,509	120,150,032	62,301	61,076	1,225	1,360,627
21	Sep-16	104,246	125,793,011	67,174	64,633	2,541	2,757,206
22	Aug-16	139,460	173,137,479	93,776	86,465	7,311	7,944,279
23	Jul-16	138,606	167,108,906	93,979	85,936	8,043	8,443,944
24	Jun-16	143,763	171,569,991	97,146	89,133	8,013	8,342,094
25	May-16	137,468	156,582,127	87,355	85,230	2,125	2,195,168
26	Apr-16	136,306	157,499,901	87,229	84,510	2,719	2,835,573
27	Mar-16	127,353	151,418,568	81,758	78,959	2,800	2,997,225
28	Feb-16	138,804	164,517,224	87,029	86,058	970	1,052,486
29	Jan-16	137,382	179,704,965	87,002	85,177	1,825	2,169,816
30	Dec-15	134,485	176,745,308	83,739	83,381	358	432,242
31	Nov-15	140,697	176,106,867	86,963	87,232	0	0
32	Oct-15	133,895	176,088,137	84,188	83,015	1,173	1,407,612

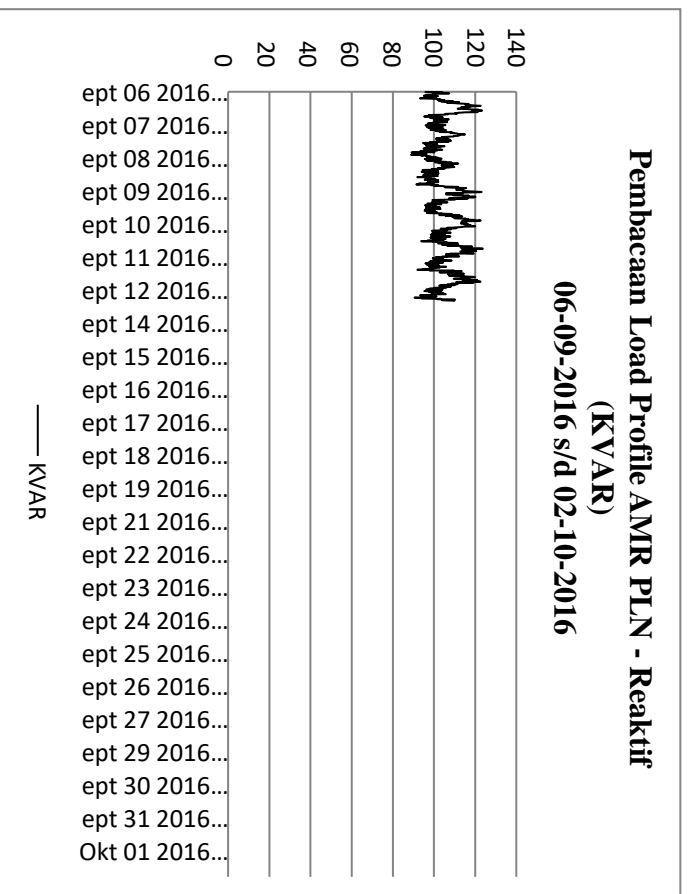
Tabel 2. Rekening Listrik Setelah Kapasitor Bank Terpasang

NO	BULAN	AKTUAL PEMAKAIAN KWH	TOTAL TAGIHAN (Rp)	AKTUAL PEMAKAIAN KVARH	BATAS PEMAKAIAN KVARH	KELEBIHAN PEMAKAIAN KVARH	TAGIHAN KVARH (Rp)
		a	b	c	d	e	f
1	Jul-19	115,356	139,705,460	47,096	71,521	0	0
2	Jun-19	119,845	145,003,797	48,825	74,304	0	0
3	May-19	112,159	135,843,458	46,228	69,539	0	0
4	Apr-19	115,842	140,280,889	48,630	71,822	0	0
5	Mar-19	106,843	129,374,126	43,503	66,243	0	0
6	Feb-19	116,286	140,736,401	48,497	72,097	0	0
7	Jan-19	117,750	142,347,693	48,078	73,005	0	0
8	Dec-18	114,790	129,986,246	46,862	71,170	0	0
9	Nov-18	120,523	145,616,814	69,822	74,724	0	0
10	Oct-18	117,879	133,969,508	68,642	73,085	0	0
11	Sep-18	119,840	144,975,161	70,837	74,301	0	0
12	Aug-18	120,676	145,978,359	69,832	74,819	0	0
13	Jul-18	115,530	139,865,201	68,282	71,629	0	0
14	Jun-18	126,778	153,442,836	76,143	78,602	0	0

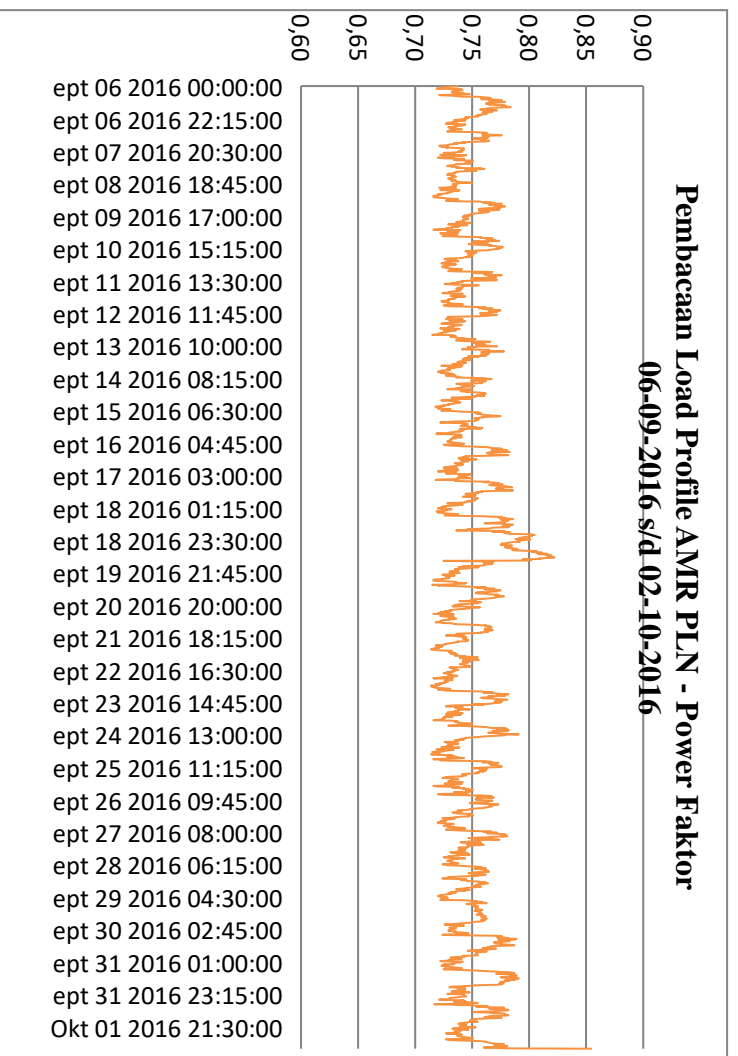
Tabel 3. Rekapitulasi Tagihan Listrik

Rekapitulasi Rata - Rata Hasil Tagihan Listrik			
Data	Sebelum Terpasang capacitor bank (A)	Setelah Terpasang capacitor bank (B)	Perbandingan (B/A)
Biaya Listrik (Rp)	178.132.389	140.508.960	-21.12%
Biaya Denda KVARH (Rp)	4,237,670	0	-100%
Pemakaian Energi (KWH)	125,978	117,150	-7.01%
Pemakaian Energi (KVARH)	81.418	57.234	-29.70%

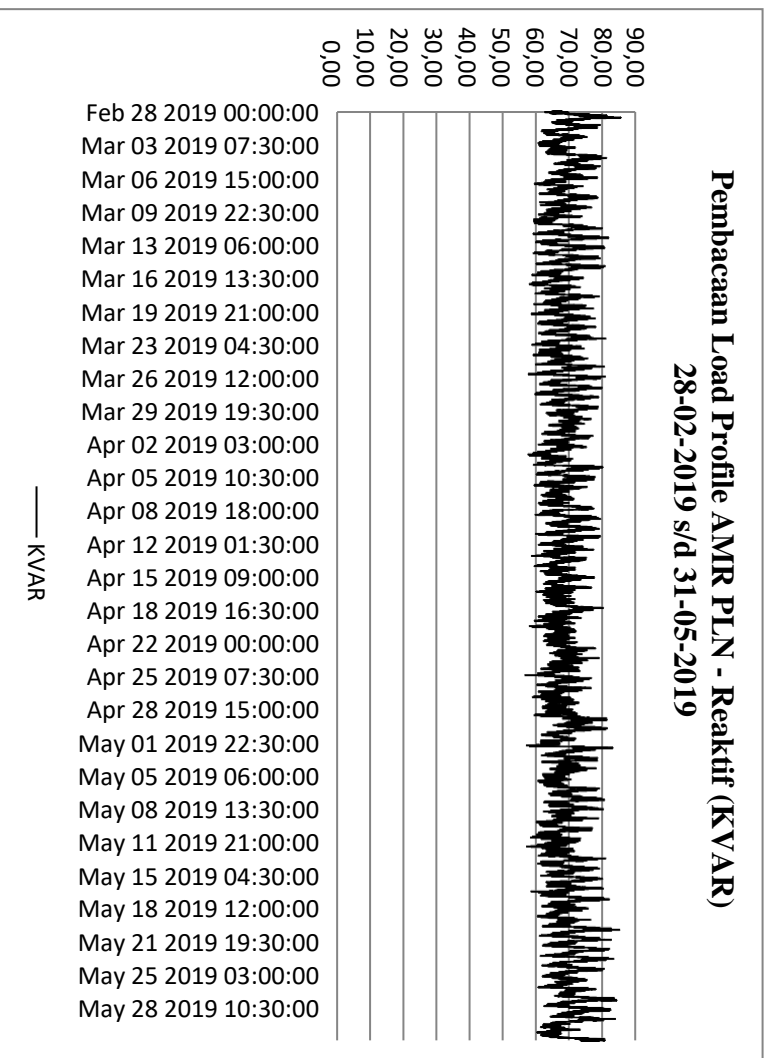
Berikut ini adalah data load profile amr kwh meter gedung yang diperoleh dari PLN :



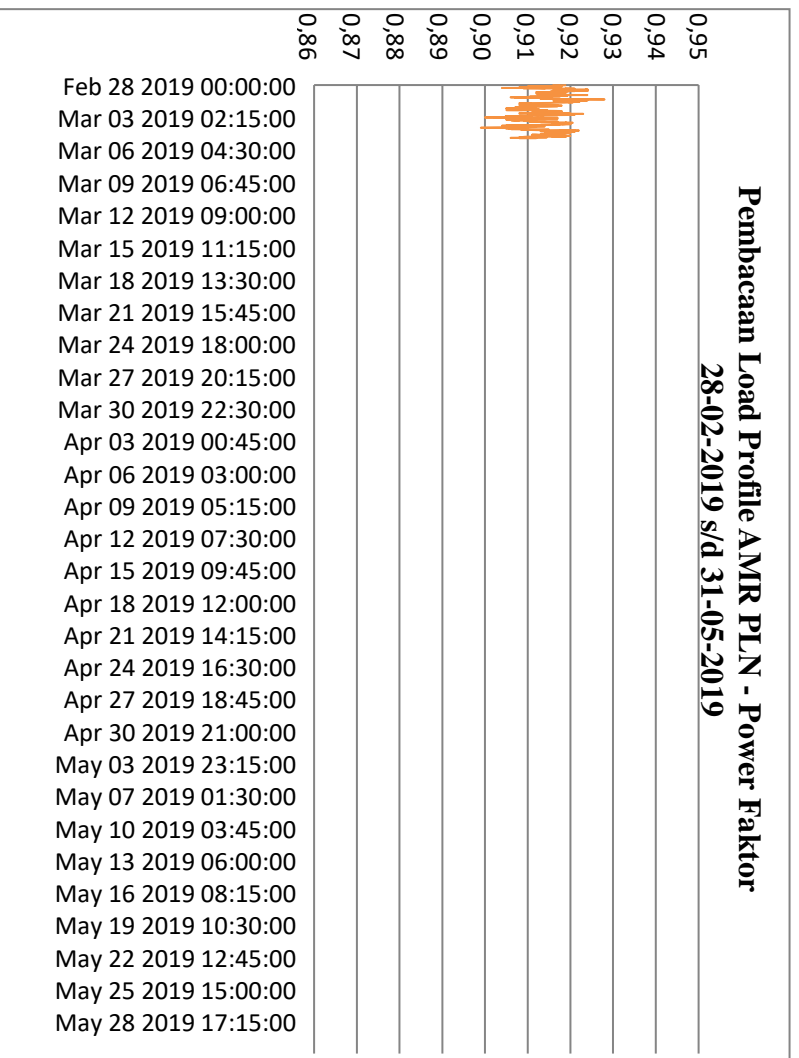
Gambar 2. Daya Reaktif di LPF Sebelum Kapasitor Bank Terpasang



Gambar 3. Power Faktor di LPF Sebelum Kapasitor Bank Terpasang



Gambar 4. Daya Reaktif di LPP Setelah Kapasitor Bank Terpasang



Gambar 5. Power Faktor di LPP Setelah Kapasitor Bank Terpasang

Tabel 4. Rekapitulasi *Load Profile* AMR

Rekapitulasi Rata - Rata Hasil Load Profile AMR			
Data	Sebelum Terpasang capacitor bank (A)	Setelah Terpasang capacitor bank (B)	Perbandingan (B/A)
Daya Reaktif (KVAR)	105	68.95	-34.33%
Cos Phi	0.75	0.92	22.67%

Tabel 5. Rekapitulasi Pengukuran Beban Listrik - PQA

Rekapitulasi Rata - Rata Hasil Pengukuran Beban Listrik - Power Quality Analyzer			
Data	Sebelum Terpasang capacitor bank (A)	Setelah Terpasang capacitor bank (B)	Perbandingan (B/A)
Daya Aktif (KW)	210.05	235.78	12.25%
Daya Nyata (KVA)	246.29	245.77	-0.21%
Daya Reaktif (KVAR)	128.60	69.36	-46.06%
Cos Phi	0.85	0.96	12.94%

Berikut ini adalah pengukuran beban listrik menggunakan *power quality analyzer* :

STO JUANDA					
Active Power [kW]	L1	L2	L3	Total	Logging Information
Max	94.191 kW 1/10/2018 12:06:31 PM	77.214 kW 1/10/2018 11:26:46 AM	67.527 kW 1/10/2018 12:06:36 PM	237.368 kW 1/10/2018 12:06:31 PM	Study type: Energy study Topology: 3-ph Wye Start date: 1/10/2018 11:08:39 AM End date: 1/10/2018 12:08:39 PM Duration: 1h 0m 0s Averaging interval: 1sec Number of averaging intervals: 3600 (3600)
Avg	78.581 kW	70.484 kW	60.983 kW	210.048 kW	
Min	66.916 kW 1/10/2018 11:17:38 AM	63.915 kW 1/10/2018 11:09:12 AM	54.494 kW 1/10/2018 11:17:11 AM	187.209 kW 1/10/2018 11:17:42 AM	
Apparent Power [kVA]	L1	L2	L3	Total	
Max	109.555 kVA 1/10/2018 12:06:31 PM	88.747 kVA 1/10/2018 11:49:36 AM	80.886 kVA 1/10/2018 12:06:15 PM	285.774 kVA 1/10/2018 12:06:31 PM	
Avg	89.700 kVA	81.151 kVA	72.278 kVA	246.288 kVA	
Min	76.231 kVA 1/10/2018 11:17:38 AM	73.607 kVA 1/10/2018 11:09:12 AM	64.599 kVA 1/10/2018 11:17:42 AM	218.235 kVA 1/10/2018 11:17:42 AM	
Non-Active Power [kvar]	L1	L2	L3	Total	
Max	55.949 kvar 1/10/2018 12:06:31 PM	45.469 kvar 1/10/2018 12:03:42 PM	44.591 kvar 1/10/2018 12:06:15 PM	159.132 kvar 1/10/2018 12:06:31 PM	
Avg	43.257 kvar	40.218 kvar	38.795 kvar	128.598 kvar	
Min	36.517 kvar 1/10/2018 11:17:38 AM	36.406 kvar 1/10/2018 11:09:19 AM	34.475 kvar 1/10/2018 11:17:42 AM	111.668 kvar 1/10/2018 11:09:29 AM	
Power Factor [1]	L1	L2	L3	Total	
Max	0.89 ind 1/10/2018 11:27:30 AM	0.88 ind 1/10/2018 11:27:29 AM	0.86 ind 1/10/2018 11:42:03 AM	0.86 ind 1/10/2018 11:42:49 AM	
Avg	0.88	0.87	0.84	0.85	
Min	0.86 ind 1/10/2018 12:07:36 PM	0.85 ind 1/10/2018 12:01:55 PM	0.83 ind 1/10/2018 12:03:42 PM	0.84 ind 1/10/2018 12:02:33 PM	

Gambar 6. Ukur Beban Listrik Dengan PQA Sebelum Kapasitor Bank Terpasang

STO JUANDA					
Active Power [kW]	L1	L2	L3	Total	Logging Information
Max	98.979 kW 8/8/2018 1:35:41 PM	103.498 kW 8/8/2018 1:35:41 PM	101.628 kW 8/8/2018 1:35:41 PM	304.106 kW 8/8/2018 1:35:41 PM	Study type: Energy study Topology: 3-ph Wye Start date: 8/8/2018 1:18:10 PM End date: 8/8/2018 2:18:10 PM Duration: 1h 0m 0s Averaging interval: 1sec Number of averaging intervals: 3600 (3600)
Avg	76.622 kW	81.761 kW	77.396 kW	235.779 kW	
Min	30.453 kW 8/8/2018 1:33:11 PM	35.276 kW 8/8/2018 1:34:36 PM	31.738 kW 8/8/2018 1:33:25 PM	98.024 kW 8/8/2018 1:33:21 PM	
Apparent Power [kVA]	L1	L2	L3	Total	
Max	153.813 kVA 8/8/2018 1:35:41 PM	157.817 kVA 8/8/2018 1:35:41 PM	157.203 kVA 8/8/2018 1:35:41 PM	476.536 kVA 8/8/2018 1:35:41 PM	
Avg	79.750 kVA	84.872 kVA	80.786 kVA	245.771 kVA	
Min	30.879 kVA 8/8/2018 1:33:19 PM	35.597 kVA 8/8/2018 1:34:36 PM	31.896 kVA 8/8/2018 1:33:25 PM	99.459 kVA 8/8/2018 1:33:21 PM	
Non-Active Power [kvar]	L1	L2	L3	Total	
Max	117.734 kvar 8/8/2018 1:35:41 PM	119.139 kvar 8/8/2018 1:35:41 PM	119.936 kvar 8/8/2018 1:35:41 PM	366.888 kvar 8/8/2018 1:35:41 PM	
Avg	22.114 kvar	22.769 kvar	23.156 kvar	69.364 kvar	
Min	2.747 kvar 8/8/2018 1:33:27 PM	3.092 kvar 8/8/2018 1:33:27 PM	2.338 kvar 8/8/2018 1:33:27 PM	15.363 kvar 8/8/2018 1:33:27 PM	
Power Factor [1]	L1	L2	L3	Total	
Max	1.00 8/8/2018 1:33:27 PM	1.00 8/8/2018 1:33:27 PM	1.00 8/8/2018 1:33:26 PM	0.99 cap 8/8/2018 1:33:27 PM	
Avg	0.96	0.96	0.96	0.96	
Min	0.73 ind 8/8/2018 1:35:41 PM	0.74 ind 8/8/2018 1:35:41 PM	0.73 ind 8/8/2018 1:35:41 PM	0.72 ind 8/8/2018 1:35:41 PM	

Gambar 7. Beban Listrik Dengan PQA Setelah Kapasitor Bank Terpasang

Data sebelum dan setelah terpasang capacitor bank menunjukkan besarnya daya reaktif Q (KVAR) mengalami penurunan 46.06% kemudian mengakibatkan besarnya $\cos \theta$ mengalami kenaikan 12.94%. Untuk daya aktif P (KW) mengalami kenaikan 12.25% hal itu dikarenakan beberapa faktor yaitu perbedaan waktu pengambilan data pengukuran yang dilakukan tanggal **10 Januari 2018** (adalah sebelum terpasang capacitor bank) dan tanggal **8 Agustus 2018** (adalah sesudah terpasang capacitor bank), serta salah satu faktor lainnya yang mempengaruhi kenaikan daya adalah karakteristik pemakaian beban listrik gedung.

Berdasarkan perhitungan dan pengukuran yang berasal dari tiga sumber kategori data yang kemudian akan dibandingkan yaitu :

1. Tagihan listrik dari PLN (sebelum terpasang capacitor bank)
2. Pemakaian Load Profile AMR dari PLN (sebelum terpasang capacitor bank)
Hasil rata – rata pengukuran daya reaktif (KVAR) 105
3. Pengukuran *load* dari Power Quality Analyzer (sebelum terpasang capacitor bank)
Hasil rata – rata pengukuran daya reaktif (KVAR) 128

Dapat dihitung kebutuhan capacitor bank pada saat ini di instalasi gedung untuk mendapatkan $\cos \phi$ yang ideal (1). dengan memperhatikan hasil sebagai berikut :

$$\text{Spesifikasi Cap. Bank} = \frac{\text{rata rata nilai (KVAR)di LPF} + \text{rata rata nilai (KVAR)di PQA}}{2}$$

$$\text{Spesifikasi Cap. Bank} = \frac{105 + 128}{2}$$

$$\text{Spesifikasi Cap. Bank} = 116,2 \text{ KVAR}$$

Spesifikasi ditetapkan dengan melakukan pembulatan menjadi 120 KVAR dengan nilai step 12 (tiap stepnya 10 KVAR). Kapasitor Bank dipasang dengan menggunakan metode terpusat pada *main distribution panel* instalasi listrik untuk mendapatkan kompensasi secara menyeluruh.

Tabel 6. Daftar Harga dan Spesifikasi Kapasitor Bank

No	Uraian Barang Paket	Volume	Harga Satuan
1	Kapasitor Bank 80 kVAR 8 step	1 Unit	Rp 117.500.000
2	Kapasitor Bank 100 kVAR 10 step	1 Unit	Rp 132.700.000
3	Kapasitor Bank 120 kVAR 12 step	1 Unit	Rp 145.000.000
4	Kapasitor Bank 150 kVAR 15 step	1 Unit	Rp 175.750.000

Kapasitor bank ter instal pada bulan mei 2018, selang satu bulan kemudian setelahnya yaitu pada bulan juni 2018, tagihan denda kVARH dari PLN tidak muncul kembali sampai dengan saat

ini. Hal itu menandakan bahwa pemasangan capacitor bank dengan kapasitas 120 KVAR 12 step telah berhasil mengkompensasi pemakaian daya reaktif gedung dan memperbaiki faktor daya.

Istilah *Break Even Point* (BEP) merupakan kondisi dimana pendapatan dari usaha sama dengan modal yang dikeluarkan. Ketika telah mencapai posisi BEP maka tidak akan mengalami kerugian maupun keuntungan atau istilah lainnya adalah kondisi dimana usaha / alat yang dibeli dan dijalankan mengalami balik modal. sehingga dapat dikatakan bahwa perhitungan BEP merupakan perhitungan yang sangat penting bagi sebagai dasar proyeksi atau perkiraan dalam pembelian alat / bahan kajian yang dapat disampaikan ke *management*.

Tiga elemen utama dalam perhitungan BEP yang akan digunakan dalam pembelian capacitor bank sebagai berikut :

1. *Fixed cost* / biaya tetap.
Biaya yang dikeluarkan untuk membeli capacitor bank 120 KVAR yaitu sebesar Rp. 145.000.000
2. *Variable cost* / biaya variabel.
Biaya yang dikeluarkan untuk jasa pengecekan / *maintenance* capacitor bank 120 KVAR yaitu sebesar Rp. 4.800.000 / tahun atau Rp. 400.000 / bulan (*include contract service capacitor bank*)
3. *Income cost* / biaya pendapatan.
Biaya yang didapat dari penggantian hilangnya tagihan denda KVAR dari PLN. yang dapat diketahui dari rata rata tagihan denda KVAR sejak awal mulai muncul tagihan sampai dengan akhir mulai hilang tagihan setelah dipasang *capacitor bank* yaitu sebesar Rp. 4.237.670 / bulan

Dapat dihitung *Break Event Point* (BEP) capacitor bank pada saat ini di instalasi gedung untuk dengan memperhatikan hasil sebagai berikut :

$$BEP \text{ Kapasitor Bank} = \frac{\text{Fixed cost}}{(\text{Income cost/bulan} - \text{Variable cost/bulan})}$$

$$BEP \text{ Kapasitor Bank} = \frac{\text{Rp. 145.000.000}}{(\text{Rp. 4.237.670} - \text{Rp. 400.000})}$$

$$BEP \text{ Kapasitor Bank} = 37,78 \text{ Bulan} / + 3,14 \text{ Tahun}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, dapat diketahui secara matematis bahwa peluang balik modal / Break Event Point (BEP) alat kapasitor bank adalah 37,78 bulan atau 3,14 tahun. Perhitungan ini yang dapat digunakan sebagai kajian bagi seorang *engineer* untuk dapat disampaikan ke pihak *management* terkait.

KESIMPULAN

Hasil analisa perhitungan, pengukuran dan perbandingan dengan menggunakan 3 sumber data yang berasal dari tagihan listrik PLN, Pemakaian *load profile* AMR PLN dan pengukuran beban listrik menggunakan *power quality analyzer*. Terbukti berhasil diterapkan sebagai dasar dalam mencari atau menentukan kapasitas Kapasitor Bank, yang mana dengan kapasitas 120 kVAR, telah mampu memperbaiki kualitas daya listrik dan menghilangkan tagihan denda kVAR pada gedung Telkom STO Juanda Bekasi. Estimasi waktu yang dibutuhkan agar tercapainya *Break Event Point* (BEP) alat kapasitor bank adalah 37,78 bulan atau 3,14 tahun.

Dengan asumsi perhitungan perhitungan seperti telah disampaikan diatas, maka kapasitor bank lebih banyak membantu, baik dari segi operasional peralatan listrik maupun efisiensi daya listrik, seperti peralatan listrik bekerja normal dan menekan kerugian biaya operasional. Sehingga cukup akurat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan untuk kontributor yang membantu proses penelitian dan penyusunan makalah dan lembaga yang membiayai penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 07 Tahun 2010 Tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara
- [2] Widodo, Ridho.. Analisa Optimalisasi Penempatan Kapasitor Bank Pada Jalur Distribusi CHF 3 PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Islam Indonesia : Yogyakarta (2018)
- [3] <https://www.pln.co.id/pelanggan/tarif-tenaga-listrik/tariff-adjustment>, “Tarif Dasar Tenaga Listrik Juli – September 2018”
- [4] Sarimun N, Wahyudi. Buku Saku Pelayanan Teknik. Depok : Garamond (2014).
- [5] Anonim, Technical Data Fluke Three-Phase Electrical Energy Logger, Fluke Corporation, U.S.A pp 1732 and 1734
- [6] Anonim, User’s Manual Fluke Energy Logger, Fluke Corporation, U.S.A, p 1732 2017
- [7] Hakim, Muhammad Fahmi.. Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang. Jurnal ELTEK, 12 (01): 105-118 (2014)
- [8] Leo Sophian Sirait, Bonar Sirait, Iqbal Arsyad.. Studi Evaluasi Pemasangan Kapasitor Bank Pada Pusat Perbelanjaan A. Yani Megamal Pontianak (2019)
- [9] Ahmad Yani, Staf Pengajar Teknik Elektro STT - Harapan Pemasangan Kapasitor Bank untuk Perbaikan Faktor Daya. Jurnal ELTEK, Vol : 2 No : 3 Oktober (2017)