

Analisa Penggunaan Energi Listrik Pada PT. Keramik Diamond Industries

¹Rohan Arif Prasetyo, ²Efrita Arfah Zuliari

^{1,2}Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

¹ rohanarifprasetyo@yahoo.com, ² Efrita.zuliari@gmail.com

Abstract - Problems at Main Distribution Panel A of PT. Ceramic Diamond Industries are the number of inductive loads attached to Main Distribution Panel A, such as a number of Pump Motor, Blower Motor, Crusher Motor and other loads. This condition makes the power factor low at 0.80, causing an inductive reactive power to occur. Based on the energy analysis at Main Distribution Panel A which was done before the improvement, the power factor in 1 month period was equal to 1,185,779,54 kWh with time division LWBP = 765,910,14 kWh and WBP = 428.394,01 kWh. After the improvement was carried out, the power factor was 0.95, the generated energy was 999,418.65 kWh with LWBP time = 645.483,69 kWh and WBP = 361.056,88 kWh. For the improvement of power factor, Bank Capacitor Q_c of 564,220.4 VAR was required.

Keywords: Energy, Power Factor, Bank Capacitor, Main Distribution Panel

Abstrak - Permasalahan pada Main Distribusi Panel A PT. Keramik Diamond Industries adalah banyaknya beban-beban induktif yang terpasang pada Main Distribusi Panel A, seperti beberapa Motor Pompa, Motor Blower, Motor Crusher dan beban-beban lainnya. Keadaan tersebut membuat faktor daya menjadi rendah yaitu 0,80, sehingga menimbulkan daya reaktif induktif. Berdasarkan analisa energi pada Main Distribusi Panel A yang dilakukan sebelum perbaikan faktor daya pada periode 1 bulan yaitu sebesar 1.185.779,54 kWh dengan pembagian waktu LWBP = 765.910,14 kWh dan WBP = 428.394,01 kWh. Setelah dilakukan perbaikan faktor daya menjadi 0,95, maka energi yang dihasilkan menjadi 999.418,65 kWh dengan waktu LWBP = 645.483,69 kWh dan WBP = 361.056,88 kWh. Sedangkan untuk perbaikan faktor daya, dibutuhkan Kapasitor Bank Q_c sebesar 564.220,4 VAR.

Kata Kunci : Energi, faktor daya, kapasitor bank, Main Distribusi Panel

I. Pendahuluan

PT. Keramik Diamond Industries yang berlokasi di jalan Surabaya-Mojokerto. Kecamatan Bambe Driyorejo Kabupaten Gresik adalah perusahaan yang bergerak dibidang Pembuatan Keramik di antaranya adalah Keramik AIRLANGGA 5050, GRANDIA 2540, SOFIA 4040, GOROMI 4040, DALLAS 4040, dan Lain-lain. Sebagai salah satu perusahaan keramik yang besar, Perusahaan ini menggunakan energi sebagai kebutuhan utama untuk penggunaan motor dan penerangan dalam proses produksinya serta mengharuskan ketersediaan energi yang kontinyu. Sehingga diharapkan perusahaan dapat menekan

penggunaan energi listrik seminimal mungkin terutamanya pada mesin yang disuplai *Transformator* MDP A (2000 A) 1250 KVA dari sumber *Transformator* 6930 KVA. Oleh karena itu, sudah saatnya manajemen penggunaan energi menjadi bagian penting dalam struktur manajemen perusahaan, khususnya pada area body preparation guna mencegah pemborosan energi dikarenakan faktor daya pada motor 0,80 dalam pengukuran SDP ATM 140 dari sumber *Transformator* MDP A (2000 A) 1250KVA, yang menyebabkan arus menjadi besar maka dengan perbaikan faktor daya setiap panel SPD diharapkan dapat merubah faktor daya menjadi 0,95 agar arus yang dihasilkan lebih kecil dari sebelumnya dan daya yang terpakai menjadi lebih efisien.

Maka diperlukan analisa energi untuk mengetahui letak potensi penghematan dan efisien yang dapat dilakukan. Sebelumnya akan dilakukan suatu pengukuran tingkat pemakaian energi dari operasional perusahaan yang dikenal dengan istilah analisa energi. Analisa energi berfungsi untuk mengetahui dimana tempat *Capacitor Bank* agar bisa memperbaiki faktor daya dengan baik agar tidak merugikan perusahaan bila dilakukan pemasangan *Capacitor Bank*.

Tujuan dari analisa energi perbaikan faktor daya sebagai acuan perusahaan untuk melakukan pemasangan *Capacitor Bank* suatu saat nanti dalam mendukung program penghematan energi dan mengetahui profil pengguna energi serta jumlah konsumsi energi pada perusahaan PT. Keramik Diamond Industries. Selain itu analisa energi dan perhitungan dari perbaikan faktor daya diperlukan untuk menjuang pencapaian target dalam upaya penghematan energi yang dilakukan oleh pihak perusahaan PT. Keramik Diamond Industries untuk pertimbangan perlu atau tidaknya melakukan pemasangan *Capacitor Bank*.

II. Tinjauan Pustaka

Konsumsi Energi Spesifik

Konsumsi Energi Spesifik (KES) adalah istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi yang diperlukan untuk proses produksi [1].

Faktor Daya Listrik (Power Factor Elekric)

Faktor daya listrik dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara daya aktif dengan daya semu [1]:
 Daya aktif (P) :

Adalah daya yang timbul karena mengalirnya arus listrik (I) melalui hambatan / resistor. Satuan dari daya aktif ini adalah Watt atau kilo Watt (kWh).

Daya reaktif (Q) :

a. Daya reaktif induktif :

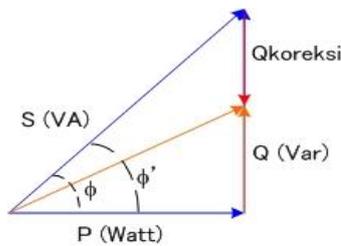
Adalah daya yang ditimbulkan karena tenaga listrik yang mengalir melalui kumparan-kumparan kawat.

b. Daya reaktif kapasitif :

Adalah daya yang timbul akibat mengalirnya elektron pada kapasitor bank, satuan SI dari daya reaktif adalah (VAR).

Daya semu (S) :

adalah hasil perkalian antara arus dan tegangan listrik pada suatu beban.



Gambar 1. Segitiga daya

Kapasitor Bank

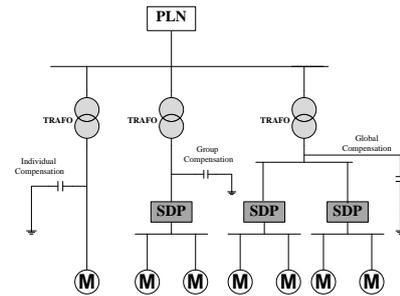
Kapasitor bank adalah rangkaian yang terdiri dari kumpulan unit kapasitor. Kapasitas dari unit kapasitor menyatakan besar daya reaktif nominal yang dihasilkan pada tegangan dan frekuensi nominal, dinyatakan dalam satuan dasar (VAR) [2].

Prinsip Kerja Kapasitor Bank

Kapasitor berfungsi untuk memperbesar power faktor, dipasang paralel dengan rangkaian beban pada setiap phase saluran dari trafo. Bila rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah yang menyebabkan power faktor menjadi lebih besar dari kondisi awal. Hal ini menyebabkan elektron dari kapasitor bank keluar dan menuju rangkaian. Pada saat ini kapasitor membangkitkan daya reaktif kapasitif. Jika tegangan kembali normal kapasitor akan menyimpan kembali elektron[3].

Lokasi Kapasitor Bank

Lokasi pemasangan instalasi kapasitor bank untuk perbaikan power faktor dibagi menjadi 3 bagian dapat dilihat pada Gambar 2 berikut [3]:



Gambar 2. Metode Lokasi Pemasangan Instalasi Kapasitor Bank

1. *Individual Compensation* : Kapasitor bank dipasang pada beban induktif khususnya yang mempunyai daya yang besar, cara ini lebih efektif segi teknis perbaikan faktor daya. Kekurangan dari *individual Compensation* harus menyediakan tempat khusus untuk meletakkan kapasitor tersebut, disamping harga kapasitor sendiri juga mahal.
2. *Group Compensation* : Pemasangan group kapasitor pada ini dapat diletakkan di panel SDP untuk memperbaiki faktor daya pada suatu panel tersebut. Hal ini sering digunakan pada perusahaan dengan konsumsi daya yang besar agar energi yang di gunakan lebih sedikit karena faktor daya dapat mencapai 0,95 yang sebelumnya 0,8.
3. *Global Compensation*: Pemasangan kapasitor secara global hanya di gunakan perusahaan agar tidak dikenakan daya reaktif oleh PLN (kVAR).

Motor Listrik

Motor listrik terdiri dari belitan stator dan belitan rotor yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi listrik yang digunakan motor sekitar 70% dari total energi listrik yang dikonsumsi oleh industri tersebut [4].

Perbaikan Faktor Daya

Adalah melakukan perbaikan pada nilai $\cos \phi_1$ menjadi $\cos \phi_2$ [5].

Efisiensi Energi

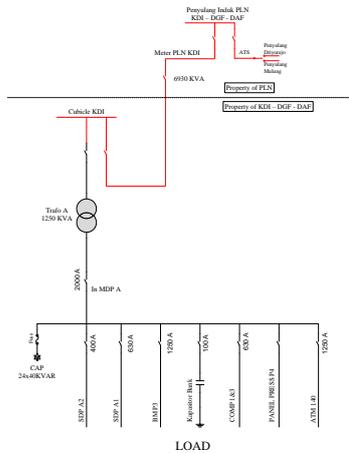
Adalah usaha untuk mengurangi pemakaian energi, dalam menggunakan peralatan atau sistem yang berhubungan dengan energi [6].

III. Metodologi Penelitian

Bahan Penelitian

Pada Main Distribusi Panel A, tenaga listrik disuplai dari PLN sebesar 6930 kVA yang kemudian dialirkan ke transformator 1250 KVA, tegangan 6930 kV diturunkan melalui transformator MDP A kemudian

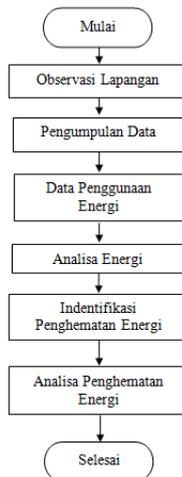
didistribusikan ke masing-masing sub distribusi panel dengan Arus sebesar 2000 A, dapat dilihat pada gambar 3 dan tabel 1.



Gambar 3. Main distribusi panel A

Tabel 1. Data Trafo MDP A (2000 A) 1250kVA
 Sumber 6930 kVA

MDP PLN	BUSDUST	DENGAN			ALOKASI BEBAN
		Volt	Hz	Ampere	
MDP A (2000 A) 6930 KVA	SDP A 2 (400 A)	380	50	400	Mixer slurry
	SDP A 1 (630 A)	380	50	630	Mixer slurry
	Ballmill 1 – 6 pl 3 (1250 A)	380	50	1250	Ball mil 1 s/d 6 plant 3
	Capacitor (100 A)	380	50	100	
	ATM 140	380	50	1250	
		380	50		
	Compressor # 1,2 (630 A)	380	50	630	Compressor No # 1 dan 2
	Panel In/Out Press	380	50	1000	Penerangan Press 2, 3 Plant 4



Gambar 4. Diagram Alur Penelitian

IV. Analisa Dan Pembahasan

Arus perbaikan Faktor daya

Analisa arus perbaikan faktor daya dari 0,8 menjadi 0,95 pada setiap beban sub distribusi panel berlaku persamaan berikut ini :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

I = Arus (Ampere)

P = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

cos φ = Faktor Daya

Energi

Menganalisa energi pada setiap beban pada sub distribusi panel, dari suplai main distribusi panel A, Dapat menggunakan persamaan berikut :

$$W = P \times t \dots\dots\dots (2)$$

$$W = (V \times I) \times t$$

Dengan :

W = Energi listrik (kWh)

P = Daya yang digunakan (kW)

t = Waktu (jam)

Perbaikan Faktor Daya

Perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor bank dengan menganalisa kapasitas kapasitor bank, dapat menggunakan persamaan berikut :

Daya Reaktif (Q)

$$Q = \sqrt{kVA^2 - kW^2} \dots\dots (3)$$

$$Q = kVA \times \sin \varphi$$

Daya Semu (S)

$$S = \sqrt{kW^2 + kVAR^2} \dots\dots (4)$$

$$S = \frac{kW}{\cos \varphi}$$

Sehingga dengan perbaikan faktor daya, daya reaktif akan berubah menjadi :

$$Q_b = S \times \sin \varphi_1 \dots\dots\dots (5)$$

$$Q_t = S \times \sin \varphi_2 \dots\dots\dots (6)$$

$$Q_c = Q_b - Q_t \dots\dots\dots (7)$$

$$C = \frac{Q_c}{2 \pi f V^2} \dots\dots\dots (8)$$

Dengan :

Q_b = Daya reaktif sebelum perbaikan (kVAR)

Q_t = Daya reaktif setelah perbaikan (kVAR)

Q_c = Daya reaktif yang dikompensasi (kVAR)

C = Kapasitansi Kapasitor (μF)

Efisiensi Energi

Perhitungan Efisiensi Energi sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan, dapat menggunakan persamaan :

$$\eta = \frac{W_2}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

Dengan :

W_1 = Energi sebelum perbaikan ($\cos \phi_1$)

W_2 = Energi sesudah perbaikan ($\cos \phi_2$)

η = Efisiensi Energi dalam persen %

Hasil pembahasan

Analisa pada mesin Hoist MTC 1,5 kW dapat dihitung sebagai berikut dengan faktor daya 0,80 dan 0,95.

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi_1}$$

$$I_1 = \frac{1.500}{1,73.380.0,80} = 2,8521 \text{ Ampere}$$

$$I_2 = \frac{1.500}{1,73.380.0,95} = 2,4018 \text{ Ampere}$$

Energi selama 1 bulan dapat dihitung sebagai berikut :

$$W_1 = P \cdot t$$

$$W_1 = V \cdot I_1 \cdot (\text{jam.hari})$$

$$W_1 = 380.2,8521 \cdot (1,5.30)$$

$$W_1 = 48,771 \text{ kWh}$$

$$W_2 = 380 \cdot 2,4018 \cdot (1,5.30)$$

$$W_2 = 41,070 \text{ kWh}$$

Tabel 2 Perbandingan Faktor Daya SDP A2

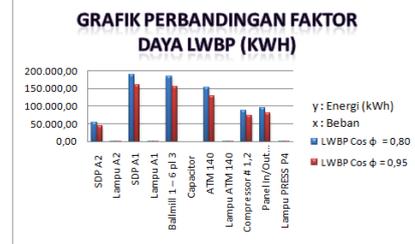
SDP A2 (400 A)				
BEBAN	$\cos \phi_1$	$\cos \phi_2$	W_1 KWh	W_2 kWh
Hoist MTC	0,8	0,95	48,77	41,07
Kipas Trafo	0,8	0,95	2.341,04	1.971,40
Saringan getar cucolily	0,8	0,95	2.341,04	1.971,40
KM 81	0,8	0,95	390,17	328,567
KM 74	0,8	0,95	2.080,92	1.752,35
KM 73	0,8	0,95	390,17	328,567
KM 77	0,8	0,95	384,97	324,18
KM 75	0,8	0,95	780,34	657,13
KM 238	0,8	0,95	192,48	162,09
KM 55	0,8	0,95	8.323,69	7.009,43
KM 31	0,8	0,95	390,17	328,567
Mixer slary 1	0,8	0,95	11.705,20	9.857,01
Mixer slary 2	0,8	0,95	17.167,63	14.456,95
Pompa MTC	0,8	0,95	11.445,08	9.637,96
Pompa Transfer	0,8	0,95	22.890,17	19.275,93
Pompa Barbotina slary (oli)	0,8	0,95	3.121,38	2.628,53
Pompa Barbotina slary (radiator)	0,8	0,95	1.560,69	1.314,26
TOTAL			85.553,91	72.045,39

Analisa pada masing-masing beban pada main distribusi panel A, dengan perbandingan Luar Waktu Beban Puncak 15 jam dan Waktu Beban Puncak 9 jam, dapat pada tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Data Trafo MDP A (2000 A) Sebelum Perbaikan Faktor Daya

MDP PLN	BUSDUST	Energi perbulan		Energi/ Bulan kWh
	SUB BUSDUCT	LWBP kWh	WBP kWh	
MDP (2000A) 6930kVA	SDP A2	53.609,82	32.136,6	85.553,91
	Lampu A2	1.309,94	785,96	2.455
	SDP A1	189.916,4	101.217	291.133,74
	Lampu A1	589,5	353,7	943,2
	Ballmill 1 – 6 pl 3	183.901,7	91.950,8	275.852,60
	Capacitor	-	-	-
	ATM 140	153.029,2	91.817,5	236.155,70
	Lampu ATM 140	1.309,94	785,96	2095,8
	Compressor # 1,2	87.138,72	52.283,2	139.421,96

	Panel In/Out Press	95.104,76	57.062,8	152.167,63
Lampu PRESS P4		337,5	202,5	540
Jumlah		765.910,1	428.394,0	1.185.779,54



Gambar 5. Grafik Perbandingan Faktor Daya LWBP

Hasil analisa dapat dilihat pada gambar 5. Grafik Perbandingan Faktor Daya LWBP, dimana sumbu y menunjukkan energi yang digunakan dan sumbu x menunjukkan beban pada setiap panel SDP, dengan grafik berwarna biru menunjukkan faktor daya sebelum perbaikan 0,8 dan grafik berwarna merah menunjukkan faktor daya sesudah perbaikan 0,95, Data sesudah perbaikan faktor daya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data Trafo MDP A (2000 A) Setelah Perbaikan Faktor Daya

MDP PLN	BUSDUST	Energi perbulan		Energi/ Bulan KWh
	SUB BUSDUCT	LWBP kWh	WBP kWh	
MDP (2000A) 6930kVA	SDP A2	45.145,11	27.062,42	72.045,39
	Lampu A2	1.309,94	785,96	2.455
	SDP A1	159.929,6	85.235,59	245.165,25
	Lampu A1	589,5	353,7	943,2
	Ballmill 1 – 6 pl 3	154.864,6	77.432,30	232.296,92
	Capacitor	-	-	-
	ATM 140	128.866,7	77.320,04	198.867,96
	Lampu ATM 140	1.309,94	785,96	2.095,8
	Compressor # 1,2	73.379,97	44.027,98	117.407,97
	Panel In/Out Press	80.088,22	48.052,93	128.141,16
Lampu PRESS P4	337,5	202,5	540	
Jumlah		645.483,7	361.056,9	999.418,65



Gambar 6. Grafik Perbandingan Faktor Daya WBP

Grafik perbandingan faktor daya dapat dilihat pada gambar 6. Grafik Perbandingan Faktor Daya WBP, dimana sumbu y adalah energi yang digunakan dan sumbu x adalah beban pada setiap panel SDP, dengan grafik berwarna biru adalah faktor daya sebelum perbaikan 0,8 dan grafik berwarna merah adalah faktor daya sesudah perbaikan 0,95, Efisiensi energi setelah perbaikan faktor daya dapat dilihat pada tabel 5.

a. Luar Waktu Beban Puncak (LWBP)

$$\eta_{LWBP} = \frac{645.483,69}{765.910,14} \times 100\%$$

$$\eta_{LWBP} = 84,81\%$$

b. Waktu Beban Puncak (WBP)

$$\eta_{WBP} = \frac{361.056,88}{428.394,01} \times 100\%$$

$$\eta_{WBP} = 84,29\%$$

c. Energi/Bulan

$$\eta_{WBP} = \frac{999.418,6}{1.185.779} \times 100\%$$

$$\eta_{WBP} = 84,29\%$$

Tabel 5. Total Energi LWBP dan WBP Sebelum Dengan Sesudah Perbaikan

MDP PLN	Perbandingan	Energi Perbulan		Energi/ Bulan KWh
		LWBP kWh	WBP kWh	
MDP (2000A) 6930kVA	Faktor Daya (0,8)	765.910,1	428.394,0	1.185.779
	Faktor Daya (0,95)	645.483,7	361.056,8	999.418,6
Efisiensi		84,81%	84,29%	84,29%

Perhitungan nilai rupiah dengan LWBP = Rp 1.035,78 dan WBP = K × Rp 1.035,78 apabila K diasumsikan 1,7 maka WBP = Rp 1.760,826, dapat dihitung sebagai berikut :

a. Harga Luar Waktu Beban Puncak (LWBP)

$$\text{Harga LWBP} = 765.910,14 \times \text{Rp } 1.035,78$$

$$= \text{Rp } 793.314.404,8$$

b. Harga Waktu Beban Puncak (WBP)

$$\text{Harga WBP} = 428.394,01 \times \text{Rp } 1.760,826,$$

$$= \text{Rp } 754.327.311,1$$

c. Jumlah LWBP dan WBP Faktor daya (0,8)

$$\text{Jumlah} = \text{Rp } 793.314.404,8 + \text{Rp } 754.327.311,1$$

$$= \text{Rp } 1.547.641.716$$

Jumlah Harga dari LWBP dan WBP pada Main Distribusi Panel A dapat dihitung nilai penghematan sebesar Rp. 243.304.278 dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini :

Tabel 6. Jumlah Harga LWBP dan WBP MDP A

Perbandingan	Harga		
	LWBP Rp	WBP Rp	Jumlah Rp
Faktor Daya (0,8)	793.314.405	754.327.311	1.547.641.716
Faktor Daya (0,95)	668.579.096	635.758.342	1.304.337.438
Jumlah			243.304.278



Gambar 7 Grafik Harga LWBP dan WBP

Pada tabel 6 penghematan setelah perbaikan faktor daya, yaitu sebesar Rp 243.304.278 per bulan. Pada Gambar 7 Grafik Harga LWBP dan WBP dapat dilihat penghematan rupiah mencapai 8% dari perbandingan LWBP dan WBP.

Pada Tabel 1. Data Trafo MDP A (2000 A) 1250kVA Sumber 6930 kVA dapat dilihat Ampere total beban yang ada pada setiap SDP untuk melakukan pemasangan kapasitor bank sesuai dengan kebutuhan Sub Distribusi Panel. Daya semu dapat dihitung sebagai berikut :

$$S = 380 \times 400 = 152.000 \text{ VA} = 152 \text{ kVA}$$

Menentukan daya aktif sebelum perbaikan faktor

daya.

$$P_1 = 152.000 \times 0,80$$

$$P_1 = 121,6 \text{ kW}$$

Menentukan daya aktif sesudah perbaikan faktor

daya.

$$P_2 = 152.000 \times 0,95$$

$$P_2 = 144,4 \text{ kW}$$

Tabel 7. Beban pada panel MDP A (2000 A)

BEBAN	I (ampere)	V (Volt)	Cos φ ₁	Cos φ ₂	S (VA)	P1 (W)	P2 (W)
SDP A2	400	380	0,8	0,95	152000	121600	144400
SDP A1	630	380	0,8	0,95	239400	191520	227430
BMP3	1250	380	0,8	0,95	475000	380000	451250
COMP 1 dan 3	630	380	0,8	0,95	239400	191520	227430
PRESS	1000	380	0,8	0,95	380000	304000	361000
ATM 140	1250	380	0,8	0,95	475000	380000	451250

Menentukan daya reaktif Q₁ dan Q₂ sebagai berikut :

$$Q_1 = \sqrt{152^2 - 121,6^2}$$

$$Q_1 = \sqrt{23104 - 14786,56}$$

$$Q_1 = \sqrt{8317,44}$$

$$Q_1 = 91,2 \text{ kVAR}$$

$$Q_2 = \sqrt{152^2 - 144,4^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{23104 - 20851,36}$$

$$Q_2 = \sqrt{2252}$$

$$Q_2 = 47,45 \text{ kVAR}$$

$$Q_C = 91,2 - 47,45$$

$$Q_C = 43,7 \text{ kVAR}$$

Maka kapasitor yang dibutuhkan yaitu :

$$C = \frac{43.700}{2 \times 3,14 \times 50 \times 380^2} = 965 \mu\text{F}$$

Tabel 8. Penentuan Kapasitor bank MDP A (2000 A)

BEBAN	$\cos \phi_1$	$\cos \phi_2$	Q_c (VAR)	C (μF)
SDP A2	0,8	0,95	43.738,02	965
SDP A1	0,8	0,95	68.887,37	1519
BM P3	0,8	0,95	136.681,3	3014
COMP 1 dan 3	0,8	0,95	68.887,37	1519
PRESS	0,8	0,95	109.345	2412
ATM 140	0,8	0,95	136.681,3	3014
Jumlah			564.220,4	12.444

Untuk melakukan perbaikan faktor daya menjadi 0,95 membutuhkan kapasitas kapasitor bank sebesar 564.220,4 VAR, dapat dilihat tabel 8.

Setelah dilakukan pengukuran kapasitas kapasitor bank yang dibutuhkan, maka dapat diketahui harga kapasitor bank pada setiap bebannya. Harga kapasitor bank dapat dilihat pada tabel di bawah :

Tabel 9 Harga Kapasitor Bank

HARGA KAPASITOR BANK		
NO	BEBAN KAPASITOR BANK	Rp
1	Panel Kapasitor Bank 15kVAR 3 Step 400V	7.500.000
2	Panel Kapasitor Bank 30kVAR 4 Step 400V	10.000.000
3	Panel Kapasitor Bank 50kVAR 5 Step 400V	14.000.000
4	Panel Kapasitor Bank 90kVAR 6 Step 400V	19.500.000
5	Panel Kapasitor Bank 150kVAR 6 Step 400V	30.500.000
6	Panel Kapasitor Bank 250kVAR 8 Step 400V	40.000.000

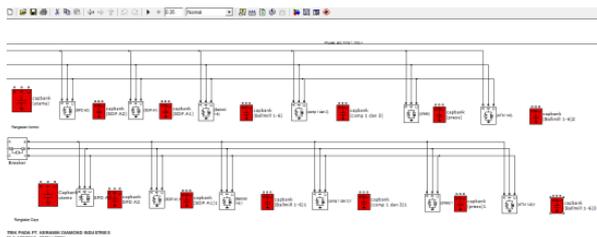
Tabel 10 Harga Kapasitor Bank Pada Setiap Panel

RINCIAN HARGA KAPASITOR BANK PADA SETIAP PANEL				
NO	PANEL	Q_c (VAR)	BEBAN KAPASITOR BANK	Rp
1	SDP A2	43.738,02	50 kVAR 5 Step 400V	14.000.000
2	SDP A1	68.887,37	90kVAR 6 Step 400V	19.500.000
3	BM P3	136.681,3	150kVAR 6 Step 400V	30.500.000
4	COMP 1 dan 3	68.887,37	90kVAR 6 Step 400V	19.500.000
5	PRESS	109.345	150kVAR 6 Step 400V	30.500.000
6	ATM	136.681,3	150kVAR 6 Step 400V	30.500.000
	Jumlah			144.500.000

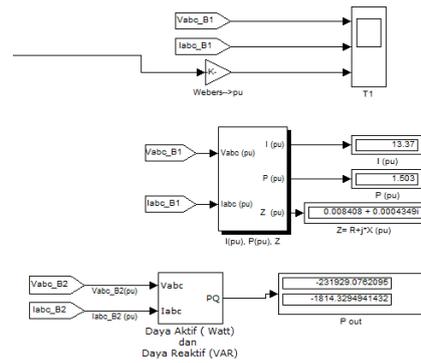
Harga dari kapasitor bank yang dibutuhkan untuk perbaikan faktor daya dari 0,80 – 0,95 yaitu Rp 144.500.000 sedangkan penghematan perbulan jika setelah pemasangan kapasitor bank yaitu Rp 239.106.955 maka perusahaan dapat lebih hemat pengeluaran biaya untuk penggunaan energi listrik.

Simulasi Matlab

a. Perbaikan faktor daya pada panel MDP A dapat disimulasikan menggunakan Matlab. Tanpa menggunakan Kapasitor Bank Dapat dilihat pada gambar rangkaian berikut ini :



Gambar 8. Simulasi Tanpa Kapasitor Bank

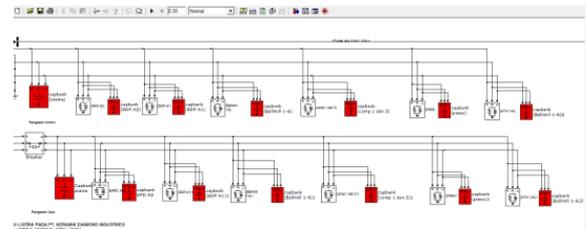


Gambar 9. Hasil Simulasi Tanpa Kapasitor Bank

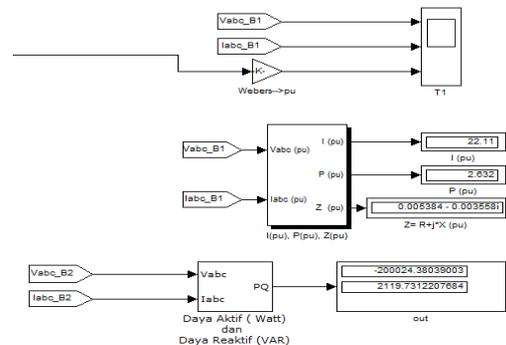
Hasil simulasi tanpa kapasitor bank dapat dilihat pada gambar 9.

b. Menggunakan Kapasitor Bank pada MDP A dan pada setiap SDP

Dapat dilihat pada gambar rangkaian berikut ini :



Gambar 10. Simulasi Kapasitor Bank pada MDP A dan Setiap SDP



Gambar 11. Hasil Pemasangan Kapasitor Bank pada MDP A dan SDP

Hasil dari pemasangan kapasitor bank pada MDP A dan setiap SDP dapat dilihat pada gambar 11.

Hasil Perhitungan Faktor Daya Menggunakan Matlab

Setelah dilakukan analisa dan simulasi faktor daya menggunakan matlab maka didapatkan diketahui besar error pada tabel 11 dan tabel 12 :

Tabel 11. Hasil Perbaikan Faktor Daya

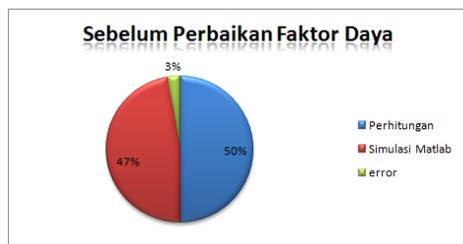
BEBAN	$\cos \phi_1 (0,80)$ VA	$\cos \phi_2 (0,95)$ VA
SDP A2	19.000	16.000
SDP A1	29.925	25.200
BM P3	59.374,99	50.000
COMP 1 dan 3	29.925	25.200
PRESS	47.500	40.000
ATM 140	59.374,99	50.000
TOTAL	245.100	206.400

Tabel 12. Nilai Error dari Analisa dan Simulasi

Faktor Daya	Simulasi Matlab S (VA)	Perhitungan S (VA)	Error
$\cos \phi_1 (0,80)$	231.936,16	245.100	3%
$\cos \phi_2 (0,95)$	200.035,6	206.400	2%

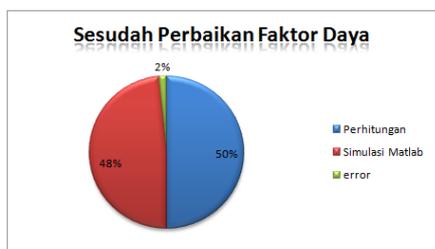
Analisa nilai error dari perbandingan analisa dan simulasi dapat dilihat pada gambar 12 dan gambar 13.

Hasil Analisa dan Simulasi tanpa menggunakan kapasitor bank dan untuk simulasi setelah menggunakan kapasitor bank dapat dilihat gambar dibawah ini :



Gambar12. Analisa dan Simulasi Sebelum Perbaikan Faktor Daya

Dari Gambar 12. analisa dan simulasi sebelum faktor daya, nilai error sebesar 3%.



Gambar 13. Analisa dan Simulasi Sesudah Perbaikan Faktor Daya

Pada Gambar 13. analisa dan simulasi sesudah perbaikan faktor daya, nilai error menjadi 2%.

V. KESIMPULAN

Energi pada PT. Keramik Diamond Industries sebelum dilakukan perbaikan faktor daya 0,80 pada periode 1 bulan yaitu 1.185.779,54 kWh dengan pembagian waktu LWBP = 765.910,14 kWh dan WBP = 428.394,01 kWh dengan biaya setiap bulannya yaitu sebesar Rp 1.547.641.716, Setelah dilakukan perbaikan

faktor daya 0,95 yaitu 999.418,65 kWh dengan waktu LWBP = 645.483,69 kWh dan WBP = 361.056,88 kWh dengan biaya setiap bulan nya yaitu sebesar Rp 1.309.240.904. Penghematan dari melakukan perbaikan faktor daya yaitu sebesar Rp 243.304.278, Sedangkan untuk melakukan perbaikan faktor daya 0,95 dibutuhkan Kapasitor Bank Q_c sebesar 564.220,4 VAR dan biaya untuk pembelian kapasitor bank sebesar Rp 144.500.000. Hasil dari analisa dan simulasi menunjukkan adanya penurunan daya dengan nilai error sebelum perbaikan faktor daya sebesar 3% dan setelah perbaikan faktor daya sebesar 2%. Hal ini memberikan bukti bahwa setelah dilakukan perbaikan faktor daya, energi pada PT. Keramik Diamond Industries menjadi lebih efisien dibandingkan sebelum dilakukan perbaikan faktor daya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B G Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs.712", Jurnal Teknologi, Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang, *orbith* vol.12, no.1, 17-23, 2016.
- [2] Rinaldo Jaya Sitorus, Eddy Warman, "Studi Kualitas Listrik Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor", Jurnal Teknologi, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU), vol. 1, no. 1, 2013.
- [3] Khadafi Alland, Efrita Arfah, 2014, "Perancangan Kebutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Line Mess I Di Pt. Bumi Lamongan Sejati (Wbl)", Jurnal Teknologi, Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, ITATS, vol. 1, no. 1, 2014.
- [4] Budi Agung Raharjo, Unggul Wibawa, Hadi Suyono, "Studi Analisis Konsumsi dan Penghematan Energi di PT. P.G. Krebet Baru I", Jurnal Teknologi, Universitas Brawijaya, vol. 1, no. 1, 2013.
- [5] Sylvia Handriyani, Adi Soeprijanto, Sjamsjul Anam, "Analisa Perbaikan Faktor Daya Untuk Penghematan Biaya Listrik Di Kud Tani Mulyo Lamongan", Jurnal Teknologi, Jurusan Teknik Elektro FTI – ITS, vol. 1, no. 1, 2013.
- [6] Nur Yulianti Hidayah, Desi Rahmawaty, "Analisis Perbaikan Power Quality Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Rs. X", Jurnal Sistem Industri, Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pancasila, vol. 7, no. 1, 2013.