

Penerapan *Demand Side Management* di Bengkel Mekanik Politeknik Negeri Semarang

Lukas Joko D¹, Sarjiya², Avrin Nur Widiastuti³

¹Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang

^{2,3}Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada

E-mail : lukasjoko@gmail.com

Abstrak

Kapasitas pasokan tenaga listrik dari PLN untuk Politeknik Negeri Semarang (Polines) pada keadaan tertentu tidak cukup. Sehingga diperlukan penataan pengoperasian beban-beban listrik agar pemanfaatan pasokan tenaga listrik cukup. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan profil beban secara nyata yang dapat digunakan untuk penataan operasi beban yang lebih efektif, koreksi faktor daya, perbaikan instalasi dan evaluasi efisiensi beban listrik terpasang. Untuk mendapatkan profil beban nyata dengan cara pengukuran nilai besaran-besaran listrik selama lima hari kerja. Dengan pengamatan operasi nyata beban-beban listrik dapat diperoleh peluang untuk dilakukan penataan pengoperasian beban agar lebih efektif, perbaikan instalasi listrik dan koreksi faktor daya. Hasil ini dapat digunakan sebagai rujukan dalam upaya penanggulangan keterbatasan pasokan tenaga listrik terpasang.

Kata kunci : keterbatasan pasokan daya listrik dari PLN, penataan sisi pemakai, koreksi faktor daya, perbaikan instalasi listrik.

Abstract

Power supply capacity with rating of 690 kVA from PLN to Politeknik Negeri Semarang in are not enough due to situation certain over load. So it is required the management of loads operation to get power efficiency hence capacity of power supply is sufficient. The purpose of the research is get real load profile so that can be used to configuration load operation and power factor correction. Real load profile is got by measurement electricity value during five days. From real data is known, that when does at peak loading at polines is 685 kVA power use and also got opportunity to done to configuration loads operation and power factor correction. Configuration load operation is done by simulation load shifting, with this simulation is when does at peak loading can be reduced up to 678 kVA power use, and with power factor correction simulation with various option, when does should be reduced up to 628 kVA power use. With demand side management implementation, that is shaped load shifting and power factor correction, so power capacity pair at Polines becomming sufficient or doesn't happen over load.

Key word : *restricted of supplied electric power from PLN, demand side management, power factor correction.*

I. PENDAHULUAN

Sekarang ini keberadaan tenaga listrik sangat vital. Bahkan, seperti apa yang dinyatakan oleh Nusyirwan, yaitu adalah fakta yang sulit dibantah, bahwa listrik sebagai suatu infrastruktur yang memainkan peran sangat penting dalam pembangunan ekonomi [1]. Namun tenaga listrik yang disediakan oleh PT PLN (Persero), selanjutnya disebut PLN, kapasitasnya belum cukup untuk pemenuhan kebutuhan listrik. Sampai saat ini untuk tambah daya bagi pelanggan berkapasitas besar belum dapat dipenuhi oleh PLN. Demikian pula yang terjadi di Polines, tenaga listrik yang digunakan sebagai catu daya utama adalah pasokan dari

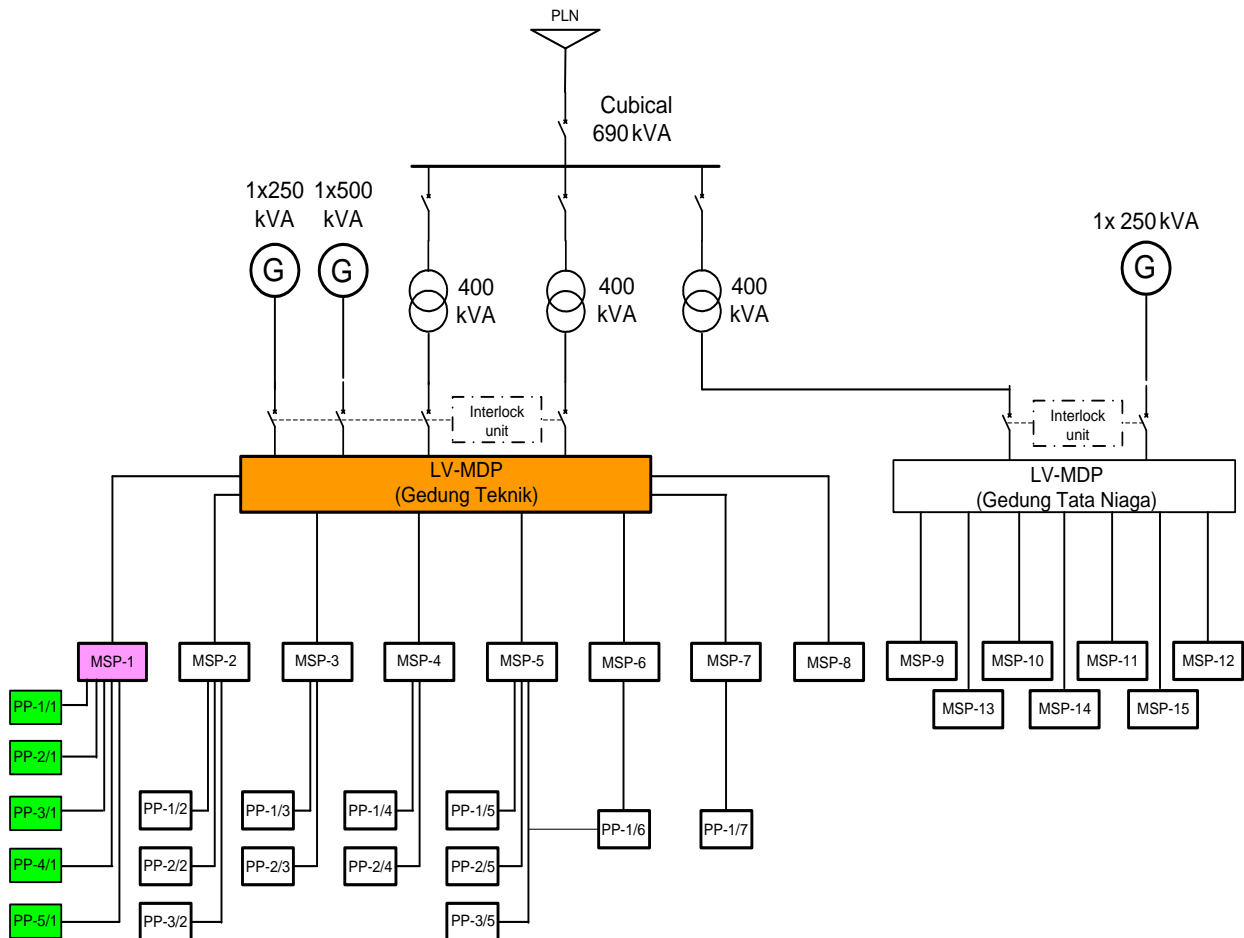
PLN, sedangkan sebagai catu daya cadangan adalah generator set.

Tenaga listrik dari PLN didistribusikan ke Polines dengan tegangan sistem dihasilkan lewat transformator daya. Hantaran masuk penyulang utama adalah sistem 20 kV kemudian diturunkan ke sistem 380 V. Penurunan tegangan ini melalui transformator daya yang ditempatkan di dalam ruang transformator dan ruang panel utama. Kapasitas transformator yang beroperasi adalah 2 x 400 kVA untuk gedung Teknik dan 1 x 400 kVA untuk gedung Tata Niaga dengan daya terpasang adalah 690 kVA. Diagram blok sistem distribusi tenaga listrik di Polines ditunjukkan pada Gambar 1. Dengan kapasitas terpasang ini pada waktu beban puncak (WBP) tidak cukup,

hal ini senada dengan yang diungkapkan oleh Branislav, yaitu terjadi ketaksimbangan antara penyediaan tenaga listrik dengan pemakaiannya [2].

Oleh karena tambah daya belum dapat dipenuhi oleh PLN, maka saat ini pengaturannya

pada saat WBP ialah dengan cara mematikan beban-beban yang tidak begitu signifikan. Mekanisme ini sangat sulit dilaksanakan, karena beban listrik yang terpasang, khususnya penambahan beban baru, instalasi listriknya tidak terencana dengan baik.



Keterangan :

- | | | |
|--|-------------------------------------|--|
| MSP-1 : Panel Bengkel Mekanik | MSP-6 : Panel Sekolah B | MSP-11 : Panel Sekolah Satu |
| MSP-2 : Panel Laboratorium Mekanik | MSP-7 : Panel Sekolah B | MSP-12 : Panel Sekolah Dua |
| MSP-3 : Panel Laboratorium/Bengkel Sipil 1 | MSP-8 : Panel Kantor Administrasi 2 | MSP-13 : Panel Kantor Administrasi 1 (Pusat) |
| MSP-4 : Panel Laboratorium/Bengkel Elektronika | MSP-9 : Panel Sekolah C | MSP-14 : Panel Gedung Serbaguna |
| MSP-5 : Panel Laboratorium/Bengkel Listrik | MSP-10 : Panel Bengkel Sipil 2 | MSP-15 : Panel Laboratorium Telekomunikasi |

Gambar 1 Diagram blok sistem distribusi tenaga listrik di Polines

Dengan demikian yang menjadi permasalahan di Polines, adalah pasokan listrik dari PLN pada saat WBP sering terputus. Beban-beban listrik yang menyerap daya tinggi terpasang di Bengkel Mekanik. Karena penonaktifan beban-beban yang tidak begitu signifikan sangat sulit, maka perlu diupayakan metode yang sistematis, yaitu penerapan *demand side management* (DSM). Hal ini sejalan dengan yang dinyatakan oleh Collin, dkk, yaitu disarankan kepada Pemerintah Indonesia untuk

penambahan pembangkit tenaga listrik dan agar dilakukan penghematan energi pada sisi pengguna, karena dalam penilaiannya pemakaian energi di sektor pemakai masih boros [3]. Karena itu untuk kasus di Polines perlu diteliti profil beban nyata di Bengkel Mekanik dan keseluruhan di Polines. Penerapan DSM ini diharapkan dapat bermanfaat bagi Polines sebagai acuan untuk penataan pengoperasian beban-beban listrik, khususnya di Bengkel

Mekanik agar pemanfaatan kapasitas daya terpasang dari PLN dapat cukup.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan terdiri atas bahan, alat, cara penelitian dan analisis hasil.

2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dijadikan obyek penelitian utama ialah beban-beban listrik yang terpasang di Bengkel Mekanik. Beban listrik yang dimaksud ialah kelompok mesin kerja bangku, kelompok mesin milling, kelompok mesin bubut, kelompok mesin gerinda, kelompok mesin CNC dan lampu-lampu penerangan. Selain itu juga panel-panel utama (MDP) untuk keseluruhan pemakaian listrik di Polines

2.2 Alat Penelitian

Alat-alat penelitian yang digunakan ialah alat ukur untuk besaran-besaran listrik umum, yaitu power meter merek Schneider Electric tipe PM810MG, tang meter merek GOERZ tipe 251103, lux meter merek HIOKI Lux Hi Tester. Dan juga alat-alat bantu seperti trafo arus, lead wire, komputer dan alat tulis kantor.

Power meter alat ukur utama yang digunakan untuk pengukuran besaran listrik seperti arus, tegangan, daya dan faktor daya yang dapat dibaca secara waktu nyata dengan komputer, dan tang meter digunakan hanya sebagai pembanding saja. Sedangkan lux meter digunakan untuk pengukuran iluminasi penerangan di dalam ruangan.

2.3 Cara Penelitian

Cara penelitian ialah dengan pengukuran besaran-besaran listrik secara langsung di dalam panel-panel listrik (MSP, PP dan LP) yang terpasang di dalam Bengkel Mekanik dan di dalam ruang panel utama untuk main distribution panel MDP. Algoritma proses penelitian ditunjukkan seperti Gambar 2, sedangkan pemasangan alat ukur ditunjukkan seperti Gambar 3.

2.4 Obyek Pengukuran

Obyek utama pengukuran besaran-besaran listrik ialah arus, tegangan, daya dan faktor daya yang berkaitan dengan kapasitas daya terpasang.

Obyek utama adalah beban-beban listrik yang terpasang di Bengkel Mekanik, sedangkan untuk pembebanan total di Polines obyeknya adalah pada panel MDP untuk gedung Teknik dan Tata Niaga. Pengukuran beban total di Polines ini perlu diketahui karena harus diketahui pula kontribusi nyata pemakaian listrik di Polines.

Kelompok-kelompok beban terpasang di Bengkel Mekanik adalah sebagai berikut :

- kelompok mesin kerja bangku (PP1)
- kelompok mesin milling (PP2)
- kelompok mesin bubut (PP3)
- kelompok mesin gerinda (PP4)
- kelompok mesin CNC (PP5)
- kelompok penerangan (LP)

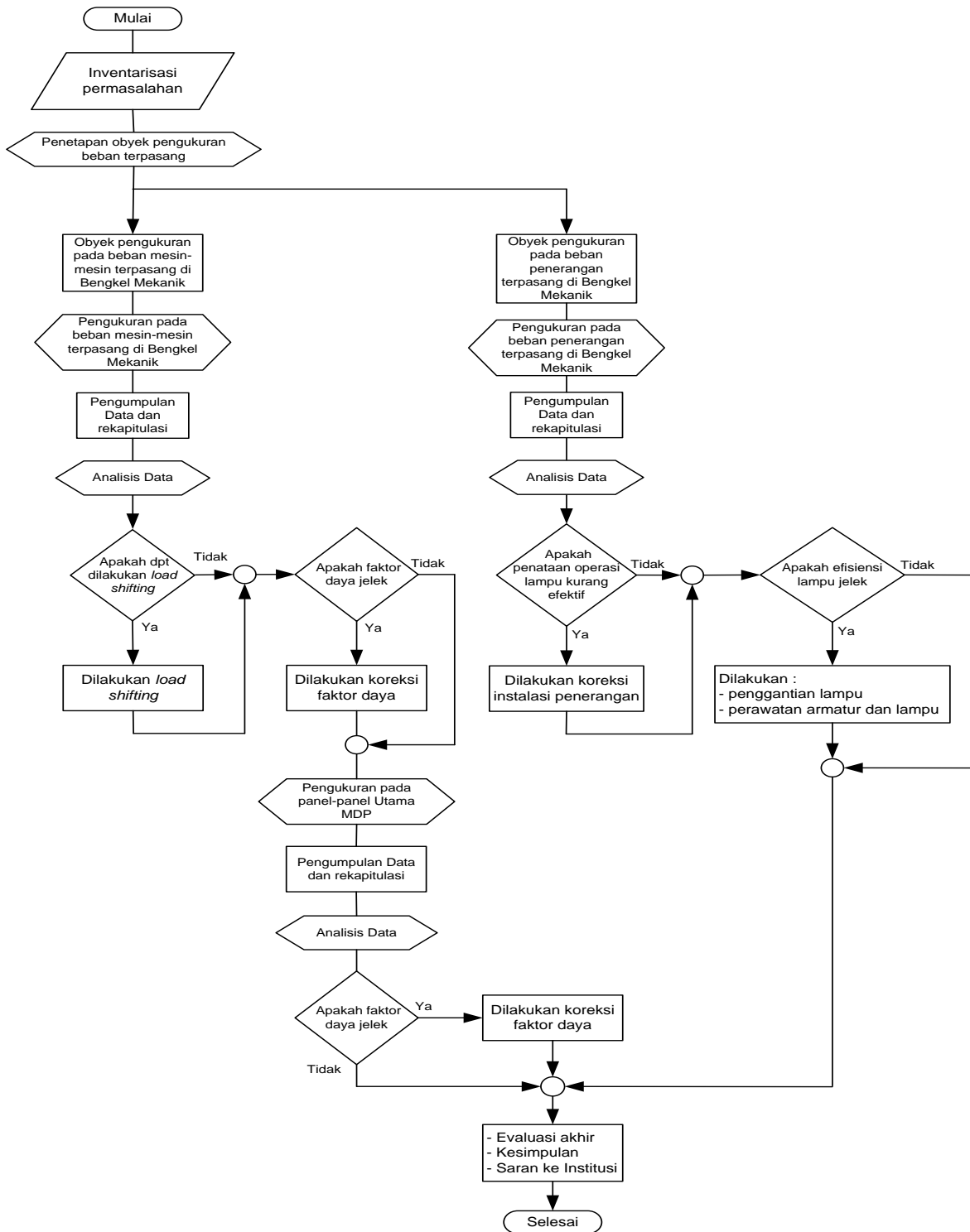
Sedangkan panel MSP menunjukkan pemakaian total di Bengkel Mekanik. Tabel-tabel berikut hasil pengukuran di setiap obyek.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

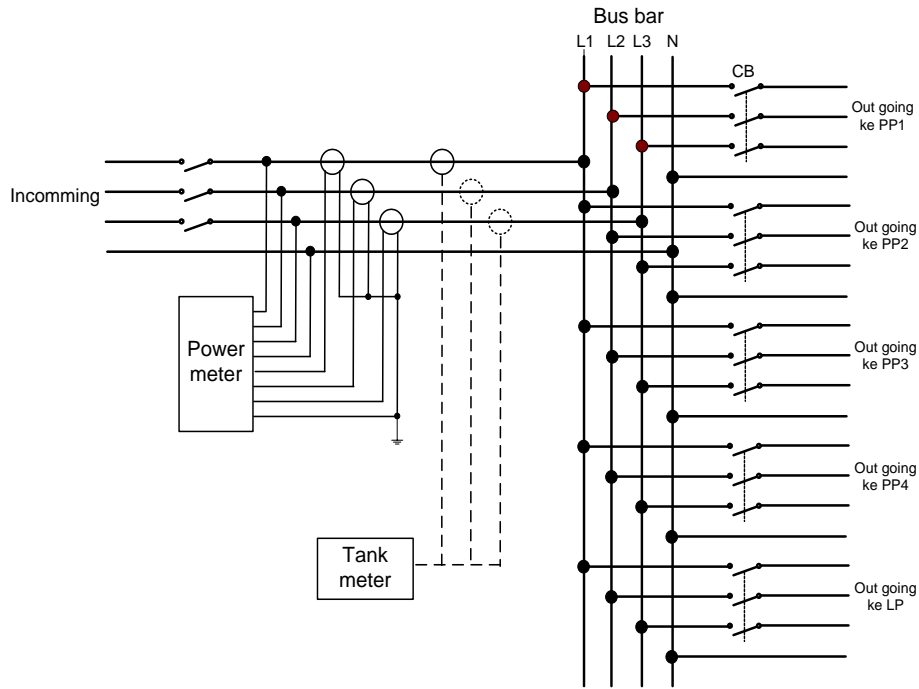
3.1 Hasil Pengukuran

Ringkasan hasil pengukuran listrik di Bengkel Mekanik ditunjukkan pada Tabel 1, yang ditampilkan pada tabel ini adalah pemakaian listrik yang tinggi dan yang dimungkinkan dapat disimulasi *load shifting*. Metode ini sejalan dengan yang dinyatakan oleh Mallela, dkk, yaitu perlu dilakukan regulasi yang ketat tentang pemakaian energi di semua pihak [4], jadi termasuk dalam skala kecil di Bengkel Mekanik Polines.

Dari Tabel 1 dan grafik profil daya yang ditunjukkan oleh Gambar 4 dan Gambar 5 memperlihatkan karakteristik operasi kerja kelompok-kelompok mesin. Sehingga dapat dibuat jadwal nyata operasi kelompok mesin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 2 Algoritma proses pengukuran



Gambar 3 Diagram panduan pengukuran besaran-besaran listrik di dalam panel listrik

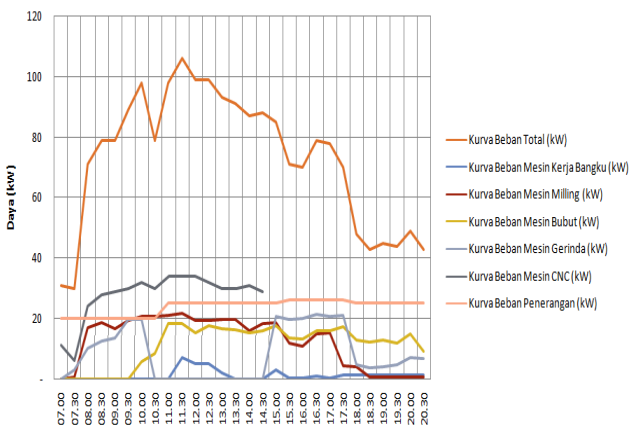
TABEL 1A
PENGUKURAN RABU 19-10-2011

Pkl	MSP (kW)	PP1 (kW)	PP2 (kW)	PP3 (kW)	PP4 (kW)	PP5 (kW)	LP (kW)
07.30	30	-	0.8	-	3.2	6	20
08.30	79	-	18.6	-	12.4	28	20
09.30	89	-	19.3	-	19.7	30	20
10.30	79	-	20.7	8.3	-	30	25
11.30	106	7.2	21.6	18.2	-	34	25
12.30	99	5.2	19.4	17.4	-	32	25
13.30	91	-	19.4	16.3	-	30	25
14.30	88	-	18.3	15.7	-	29	26
15.30	71	0.2	11.7	13.5	19.6	-	26
16.30	79	0.9	15.0	15.8	21.3	-	26
17.30	70	1.4	4.5	17.1	21.0	-	25
18.30	43	1.4	0.8	12.2	3.6	-	25
19.30	44	1.4	0.8	11.9	4.9	-	25
20.30	43	1.4	0.8	9.1	6.7	-	25

TABEL 1B
PENGUKURAN KAMIS 20-10-2011

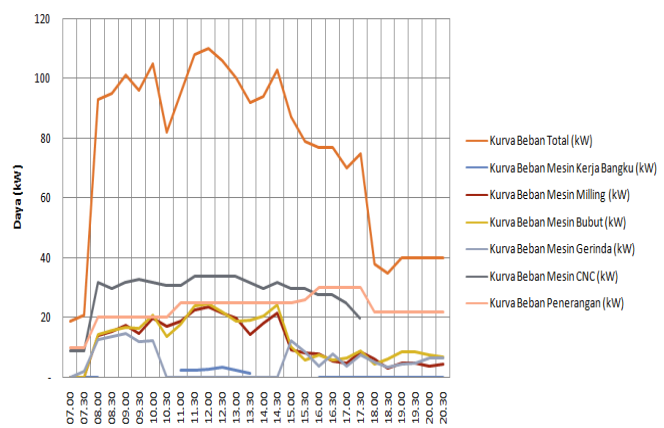
Pkl	MSP (kW)	PP1 (kW)	PP2 (kW)	PP3 (kW)	PP4 (kW)	PP5 (kW)	LP (kW)
07.30	21	-	-	-	2.0	9	10
08.30	95	-	15.3	16.0	13.7	30	20
09.30	96	-	14.5	16.4	12.1	33	20
10.30	82	-	17.1	13.9	-	31	20
11.30	108	2.5	22.5	24.0	-	34	25
12.30	106	2.4	21.6	22.0	-	34	25
13.30	92	1.4	14.4	19.2	-	32	25
14.30	103	-	21.4	24.6	-	32	25
15.30	79	-	8.3	6.0	-	30	26
16.30	77	-	5.4	5.7	-	28	30
17.30	75	-	8.5	9.1	-	20	30
18.30	35	-	3.1	6.3	-	-	22
19.30	40	-	4.6	8.5	-	-	22
20.30	40	-	4.5	6.8	-	-	22

Profil Daya di Bengkel Mekanik pada Hari Rabu 19-10-2011

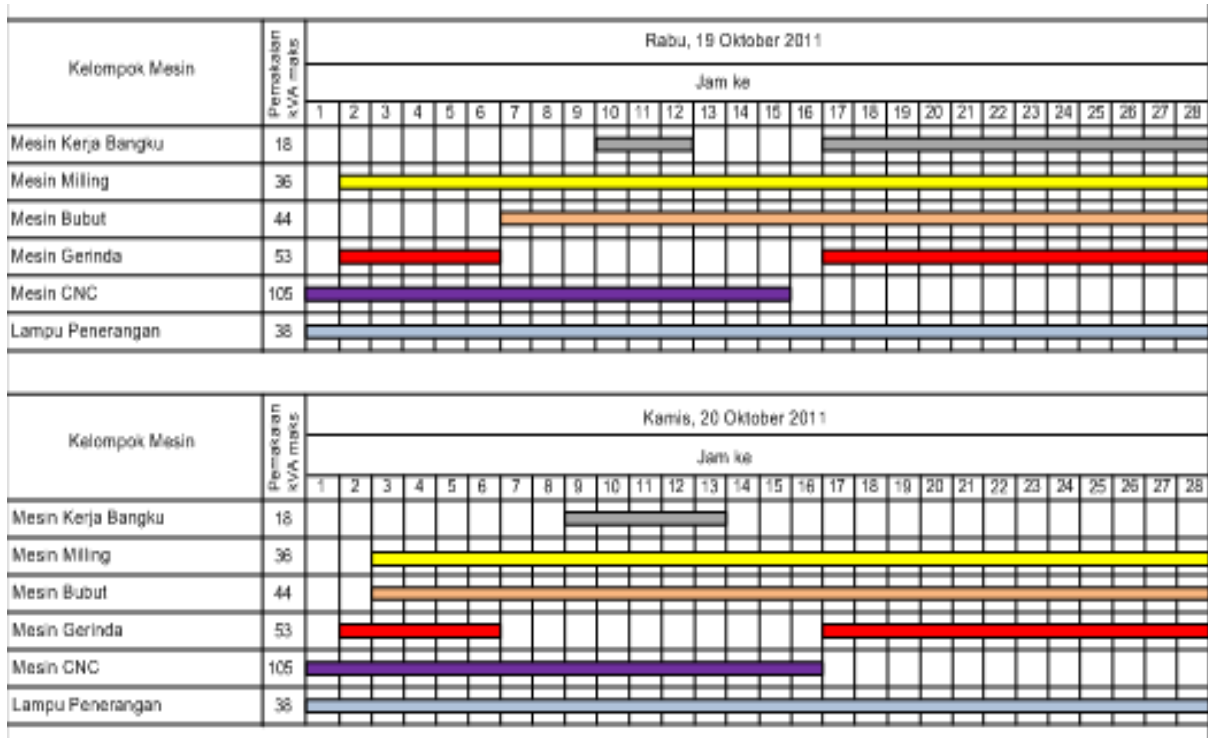


Gambar 4 Grafik profil daya di Bengkel Mekanik untuk hari Rabu 19-10-2011.

Profil Daya di Bengkel Mekanik pada Hari Kamis 20-10-2011



Gambar 5 Grafik profil daya di Bengkel Mekanik untuk hari Kamis 20-10-2011



Gambar 6 Jadwal nyata operasi kelompok mesin

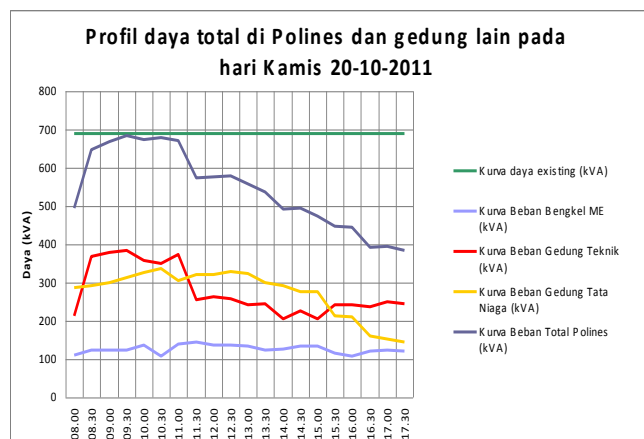
TABEL 2
PENGUKURAN KAMIS 20-10-2011

Jadwal nyata operasi kelompok mesin di Bengkel Mekanik ditunjukkan pada Gambar 6 dibuat untuk setiap 30 menit, artinya jam ke 1 ialah 30 menit pertama dan seterusnya. Dari Gambar 6 terdapat peluang untuk dilakukan *load shifting*, agar pada WBP di Polines pasokan listrik terpasang cukup atau tidak terjadi beban lebih. Metode ini seperti juga yang disarankan oleh Chebbi [5].

No.	MSP – ME		MDP Teknik		MDP - TN		Total Polines	
	kVA	PF	kVA	PF	kVA	PF	kVA	PF
08.30	124	0.82	368	0.75	292	0.95	648	0.85
09.30	125	0.76	385	0.75	313	0.94	685	0.85
10.30	125	0.76	351	0.75	337	0.93	678	0.85
11.30	108	0.76	256	0.75	322	0.91	573	0.85
12.30	145	0.75	257	0.75	329	0.91	580	0.85
13.30	137	0.74	244	0.74	300	0.92	537	0.85
14.30	125	0.77	226	0.74	276	0.92	495	0.85
15.30	135	0.67	241	0.77	212	0.92	447	0.86
16.30	117	0.64	237	0.76	161	0.94	391	0.86
17.30	121	0.61	245	0.76	146	0.96	384	0.85
Rata2		0.69		0.75		0.93		0.85

Tabel 2 menunjukkan ringkasan hasil pengukuran listrik di panel-panel MDP yang menunjukkan profil beban di Polines. Yang ditampilkan disini adalah pemakaian listrik yang tinggi dan rata-rata faktor daya (PF).

Dari Gambar 7 dapat dilihat, bahwa WBP di Polines terjadi pukul 08.00 s/d 11.00. Sedangkan pembebanan keseluruhan di Polines yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 7. Pemakaian daya tertinggi di Bengkel Mekanik adalah 145 kVA dengan faktor daya rata-rata 0,69, di gedung Teknik 385 kVA dengan faktor daya rata-rata 0,75, di gedung Tata Niaga 337 kVA dengan faktor daya rata-rata 0,93, dan pemakaian total daya di Polines adalah 685 kVA dengan faktor daya rata-rata 0,85. Karena kapasitas daya terpasang di Polines adalah 690 kVA, maka tersedia cadangan daya 5 kVA. Sementara pembebanan bersifat fluktuatif, maka tidak tertutup kemungkinan terjadi beban lebih dan pasokan listrik dari PLN dapat terputus.



Gambar 7 Grafik profil daya di Polines

3.2 Pembahasan Hasil

Dari data seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 di atas, penerapan DSM yang mungkin dapat dilakukan di Bengkel Mekanik dan atau keseluruhan di Polines adalah dengan metode :

- a. penggeseran operasi mesin (*load shifting*)
- b. koreksi faktor daya

3.2.1 Penggeseran Operasi Mesin

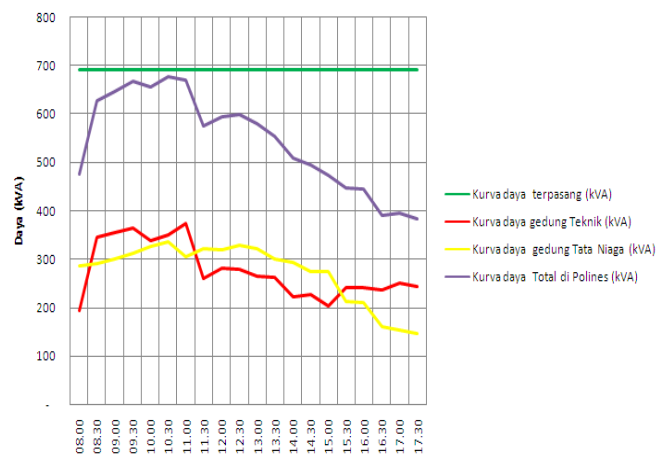
Perlu disampaikan di sini, bahwa jam kerja akademis dalam sehari di Polines ada dua periode. Periode pertama untuk kelas pagi mulai pukul 07.00 s/d 14.00 atau jam ke 1 s/d 14, dan periode kedua mulai pukul 14.00 s/d 21.00 atau jam ke 15 s/d 28. Dari Gambar 6 terdapat peluang untuk dilakukan *load shifting*, yaitu hanya kelompok mesin gerinda saja. Kelompok mesin ini yang semula mulai beroperasi dari jam ke 2 s/d 6 dimungkinkan dapat digeser mulai jam ke 10 s/d 14. Dengan penerapan metode ini, maka operasi kelompok mesin yang bekerja bersama-sama pada WBP dapat dikurangi, sehingga pemakaian daya total dapat direduksi.

Mekanisme simulasi penggeserannya dengan interval setiap 30 menit hingga pada titik waktu maksimum atau tidak dapat digeser-geser lagi. Ringkasan pemakaian daya setelah disimulasi *load shifting* ditunjukkan pada Tabel 3.

TABEL 3
RINGKASAN PEMAKAIAN DAYA SETELAH SIMULASI
LOAD SHIFTING.

Waktu	Daya terpasang (kVA)	Daya di gedung Teknik (kVA)	Daya di gedung Tata Niaga (kVA)	Total daya di Polines (kVA)
08.30	690	347	292	628
09.30	690	366	313	667
10.30	690	351	337	678
11.30	690	260	322	575
12.30	690	278	329	599
13.30	690	263	300	555
14.30	690	226	276	495
15.30	690	241	212	447
16.30	690	237	161	391
17.30	690	245	146	384

Profil daya kVA pada hari Kamis setelah *load shifting* ke empat kelompok mesin gerinda



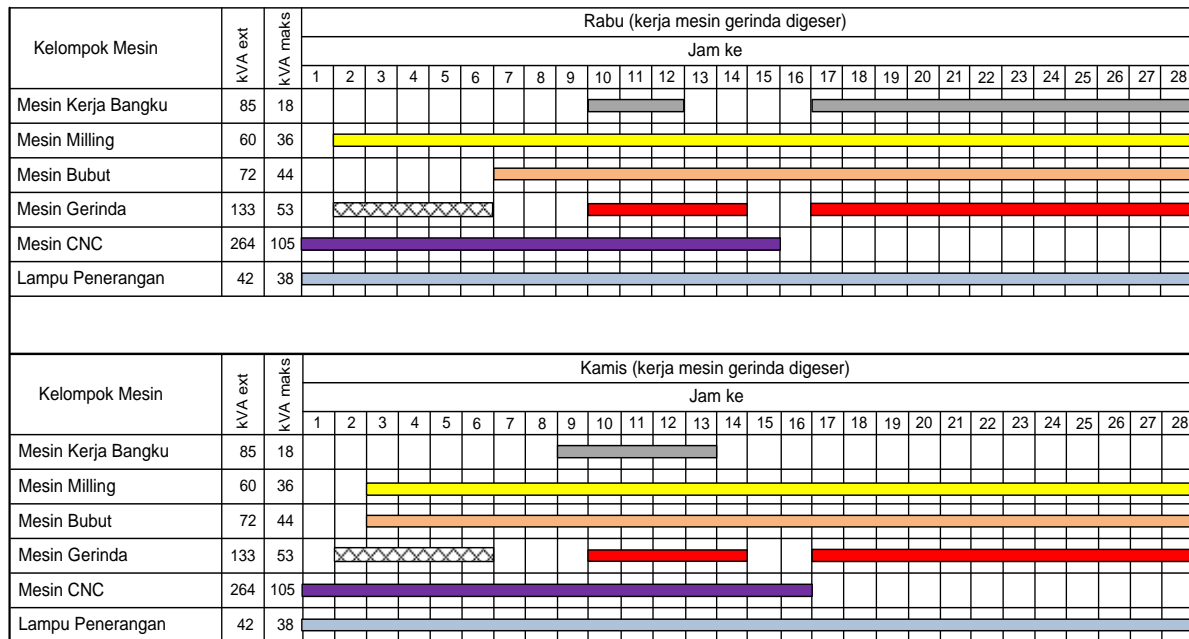
Gambar 8 Grafik profil daya setelah dibuat simulasi *load shifting*.

Grafik profil daya di Polines setelah dibuat *load shifting* seperti ditunjukkan pada Gambar 8. Dengan penggeseran jadwal operasi kelompok mesin gerinda ini, pemakaian daya pada WBP dapat direduksi, yaitu pemakaian daya tertinggi pada WBP adalah 685 kVA direduksi menjadi 678 kVA. Sehingga terdapat cadangan daya 12 kVA, maka dimungkinkan tidak terjadi beban lebih. Dengan demikian dapat dibuat usulan skema jadwal sesuai dengan simulasi *load shifting* seperti Gambar 9.

3.2.2 Koreksi Faktor Daya

Menurut Wildi, koreksi faktor daya dapat berbagai cara, yaitu secara individu di setiap beban, atau bersama-sama di kelompok mesin atau secara terpusat [6], selain itu juga memberikan keuntungan teknis dan ekonomis. Faktor daya rata-rata data pengukuran adalah di Bengkel Mekanik 0,69, di gedung Teknik 0,75, di gedung Tata Niaga 0,93 dan total di Polines adalah 0,851. Jadi Polines tidak terkena pinalti tarif kVArH dari PLN, namun faktor daya perlu dikoreksi.

Koreksi faktor daya dapat dilakukan dengan dua opsi. Opsi pertama penempatan korektor terpusat di MSP untuk Bengkel Mekanik, dan opsi ke dua terpusat di MDP untuk gedung-gedung Teknik. Opsi koreksi faktor daya yang terpusat dijadikan pilihan, karena beban-beban berkapasitas kecil yang bekerja serentak secara total dapat dipandang sebagai sebuah beban berkapasitas besar dan bekerja kontinyu.



Gambar 9 Usulan jadwal operasi kelompok mesin berdasarkan simulasi load shifting.

3.2.2.1 Koreksi Faktor Daya Terpusat di Bengkel Mekanik.

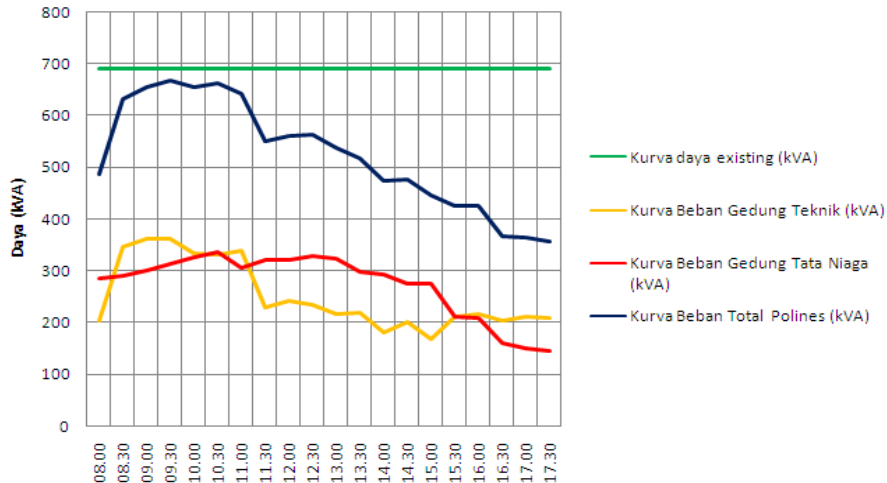
Koreksi faktor daya opsi pertama, yaitu terpusat di Bengkel Mekanik akan berpengaruh terhadap perbaikan faktor daya total di Polines. Faktor daya di Bengkel Mekanik dari 0,69 dikoreksi menjadi 0,90, sesuai dengan simulasi penghitungan diperlukan kapasitas kapasitor terkecil 12 kVAr dan terbesar 96 kVAr. Ringkasan penghitungannya ditampilkan di Tabel 4. Dengan bantuan katalog pabrikan kapasitor daya, yaitu Matsushita [7], dipilih

rating 7,5 kVAr sebanyak dua belas buah dan dirancang kapasitor tersebut bekerja secara otomatis.

Grafik profil daya sesuai dengan Tabel 4, ditunjukkan pada Gambar 10, dari grafik ini dapat diketahui, bahwa pemakaian daya listrik dapat direduksi. Pemakaian daya total tertinggi sebelum dikoreksi 685 kVA, setelah dikoreksi dapat direduksi menjadi 668 kVA. Dengan demikian tersedia cadangan daya 22 kVA, sehingga tidak akan terjadi beban lebih.

TABEL 4 RINGKASAN PENGHITUNGAN KOREKSI FAKTOR DAYA OPSI PERTAMA

Pukul	Profil di gedung Teknik				Profil di gedung		Profil total di Polines			
	Daya awal (kVA)	PF awal	PF baru	Daya setelah dikoreksi (kVA)	Tata Niaga (kVA)	PF	Daya awal (kVA)	PF awal	PF baru	Daya setelah dikoreksi (kVA)
08.30	368	0.75	0.79	347	292	0.95	648	0.85	0.87	631
09.30	385	0.75	0.79	363	313	0.94	685	0.85	0.87	668
10.30	351	0.75	0.79	332	337	0.93	678	0.85	0.87	662
11.30	256	0.75	0.84	229	322	0.91	573	0.85	0.89	550
12.30	257	0.75	0.82	235	329	0.91	580	0.85	0.88	562
13.30	244	0.75	0.83	220	300	0.92	537	0.85	0.88	517
14.30	226	0.74	0.83	203	276	0.92	495	0.85	0.89	477
15.30	241	0.77	0.87	213	212	0.92	447	0.85	0.90	424
16.30	237	0.76	0.88	205	161	0.94	391	0.85	0.91	365
17.30	245	0.76	0.89	211	146	0.96	384	0.85	0.92	356



Gambar 10 Grafik profil daya dengan korektor faktor daya terpusat di Bengkel Mekanik.

3.2.2.2 Koreksi Faktor Daya Terpusat di MDP untuk Gedung Teknik.

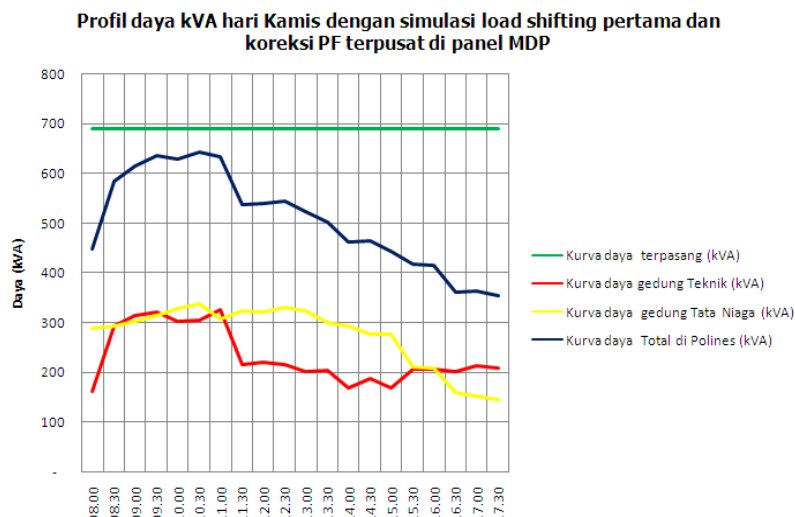
Koreksi faktor daya opsi ke dua, korektor terpusat di panel MDP untuk gedung Teknik, metode ini akan langsung berpengaruh terhadap faktor daya total di Polines. Faktor daya di gedung Teknik dari 0,75 dikoreksi menjadi 0,90, sesuai dengan simulasi penghitungan diperlukan kapasitas kapasitor terkecil 23 kVAr dan terbesar 116 kVAr. Ringkasan penghitungannya ditampilkan pada Tabel 5. Dengan bantuan katalog pabrikan kapasitor daya dipilih rating 12 kVAr

sebanyak dua belas buah dan dirancang kapasitor tersebut bekerja secara otomatis

Grafik profil daya sesuai dengan Tabel 5, ditunjukkan pada Gambar 11, dari grafik ini dapat diketahui, bahwa pemakaian daya listrik dapat direduksi. Pemakaian daya total tertinggi sebelum dikoreksi 685 kVA, setelah dikoreksi dapat direduksi menjadi 632 kVA. Dengan demikian tersedia cadangan daya 58 kVA, sehingga pada WBP tidak akan terjadi beban lebih.

TABEL 5
RINGKASAN PENGHITUNGAN KOREKSI FAKTOR DAYA OPSI KE DUA

Pukul	Profil di gedung Teknik				Profil di gedung		Profil total di Polines			
	Daya awal (kVA)	PF awal	PF Req.	Daya setelah dikoreksi (kVA)	Tata Niaga (kVA)	PF	Daya awal (kVA)	PF awal	PF baru	Daya setelah dikoreksi (kVA)
08.30	368	0.75	0.90	306	292	0.95	648	0.85	0.92	597
09.30	385	0.75	0.90	320	313	0.94	685	0.85	0.92	632
10.30	351	0.75	0.90	292	337	0.93	678	0.85	0.92	628
11.30	256	0.75	0.90	214	322	0.91	573	0.85	0.91	536
12.30	257	0.75	0.90	214	329	0.91	580	0.85	0.91	544
13.30	244	0.75	0.90	202	300	0.92	537	0.85	0.91	502
14.30	226	0.74	0.90	187	276	0.92	495	0.85	0.91	462
15.30	241	0.77	0.90	206	212	0.92	447	0.85	0.91	417
16.30	237	0.76	0.90	201	161	0.94	391	0.85	0.92	361
17.30	245	0.76	0.90	208	146	0.96	384	0.85	0.93	353

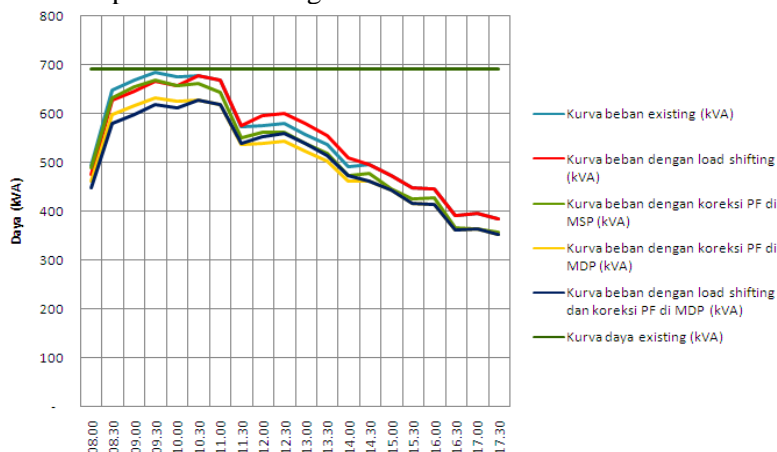


Gambar 11 Grafik profil daya dengan korektor faktor daya terpusat di panel MDP gedung Teknik.

3.3 Perbandingan Profil Daya Sebelum dan Setelah Dibuat Simulasi

Dengan simulasi load shifting dan koreksi faktor daya, ternyata keterbatasan pasokan tenaga listrik dari PLN dapat teratasi. Dengan

demikian dapat dibuat perbandingan profil daya antara sebelum dengan setelah dibuat simulasi, perbandingannya ini ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12 Grafik perbandingan profil daya di Polines sebelum dan setelah penerapan metode DSM di Bengkel Mekanik

TABEL 6
PERBANDINGAN PEMAKAIAN DAYA SEBELUM DAN SESUDAH DIBUAT SIMULASI

No.	Uraian	Pemakaian daya tertinggi	Cadangan daya dari kapasitas terpasang	Presentasi cadangan daya dari kapasitas terpasang	Keterangan
1	Sebelum dibuat simulasi	685 kVA	5 kVA	0,73 %	sangat dimungkinkan dapat terjadi beban lebih.
2	Dengan simulasi <i>load shifting</i>	678 kVA	12 kVA	1,74 %	dimungkinkan tidak terjadi beban lebih
3	Dengan simulasi koreksi faktor daya di MSP Bengkel Mekanik	668 kVA	22 kVA	3,19 %	dimungkinkan tidak terjadi beban lebih
4	Dengan simulasi koreksi faktor daya di MDP untuk gedung Teknik.	632 kVA	58 kVA	8,41 %	dimungkinkan tidak terjadi beban lebih
5	Dengan simulasi koreksi faktor daya setelah dibuat simulasi <i>load shifting</i>	628 kVA	62 kVA	8,99 %	dimungkinkan tidak terjadi beban lebih

Dari Tabel 6 dapat diketahui, bahwa cadangan daya terbesar adalah 62 kVA, yaitu dengan dilakukan koreksi faktor daya dengan dibuat *load shifting* operasi kelompok mesin gerinda di Bengkel Mekanik. Jadi dengan beberapa opsi simulasi ini dapat dicegah terjadinya beban lebih, sehingga pasokan tenaga listrik dari PLN tidak terputus.

3.4 Analisis Ekonomi

Untuk mengatasi keterbatasan pasokan listrik dari PLN ke Polines, selain metode *load shifting* dan koreksi faktor daya ialah dengan penambahan kapasitas pasokan daya, metode terakhir ini yang paling mudah dan praktis.

Sedangkan untuk koreksi faktor daya diperlukan pengadaan dan pemasangan korektor dan sarananya. Namun demikian, baik opsi koreksi faktor daya maupun tambah daya semuanya diperlukan biaya, karena itu perlu analisis ekonomi di antara keduanya.

a. Koreksi PF terpusat di MSP Bengkel Mekanik (opsi 1)

Komponen biaya untuk koreksi PF opsi 1 ini adalah :

- kapasitor bank @ 7,5 kVAr, 12 set
- *automatic power factor regulator* 12 step
- perangkat *switching* dan pengamanan
- kotak panel, dll

Estimasi teknis untuk opsi ini dibutuhkan biaya sebesar Rp. 50.120.000,-

b. Koreksi PF terpusat di MDP untuk gedung Teknik (opsi 2)

Komponen biaya untuk koreksi PF opsi 2 ini adalah :

- kapasitor bank @ 10 kVAr, 12 set
- *automatic power factor regulator* 12 step
- perangkat *switching* dan pengamanan
- kotak panel, dll

Estimasi teknis untuk opsi ini dibutuhkan biaya sebesar Rp. 69.770.000,-

c. Estimasi teknis biaya untuk penambahan kapasitas daya PLN.

Kapasitas daya terpasang sekarang di Polines adalah 690 kVA jika ditingkatkan setingkat lebih tinggi menjadi 865 kVA diperlukan biaya untuk tambah daya. Komponen teknis untuk tambah daya adalah :

- biaya penyambungan dan jasa
- transformator daya 630 kVA, 1 unit
- kabel daya tegangan menengah
- pemasangan, perlengkapan, dll

Estimasi teknis tambah daya biaya yang diperlukan adalah sebesar Rp.406.956.000,-

Berdasarkan analisis ekonomi di atas, maka dapat dipilih pemasangan korektor faktor daya dari pada tambah daya karena pertimbangan ekonominya lebih murah.

IV. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Dari uraian di atas dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut.

a. Dengan penerapan *load shifting* untuk operasi mesin gerinda di Bengkel Mekanik pemakaian daya dapat direduksi. Berdasarkan simulasi *load shifting* beban puncak tertinggi sebesar 685 kVA direduksi menjadi 678, sehingga ada cadangan daya 12 kVA, jadi dimungkinkan tidak terjadi beban lebih.

b. Untuk pencegahan terjadinya beban lebih pada WBP di Polines dapat dilakukan koreksi faktor daya dengan dua opsi. Opsi pertama, korektor terpusat di panel MSP Bengkel Mekanik atau opsi ke dua, korektor terpusat di panel MDP untuk gedung Teknik. Dengan simulasi koreksi faktor daya opsi pertama, beban puncak tertinggi sebesar 685 kVA dapat direduksi menjadi 668, sehingga ada cadangan daya 22 kVA. Untuk opsi pertama ini dibutuhkan biaya sebesar Rp. 50.120.000,-. Sedangkan simulasi koreksi faktor daya opsi ke dua, beban puncak tertinggi sebesar 685 kVA dapat direduksi menjadi 632 kVA, sehingga ada cadangan daya 58 kVA. Untuk opsi kedua ini dibutuhkan biaya sebesar Rp. 69.770.000,-. Selain dengan koreksi faktor daya untuk pencegahan beban lebih, dapat pula dengan tambah daya menjadi 865 kVA, namun biaya yang diperlukan sangat mahal, yaitu sebesar Rp. 406.956.000,-.

Jadi dengan penerapan metode DSM, yaitu berupa *load shifting* dan koreksi faktor daya, pemakaian daya listrik dapat direduksi, sehingga permasalahan yang berkaitan dengan keterbatasan pasokan listrik dari PLN di Polines dapat diatasi.

4.2 Saran-saran

Berdasarkan kesimpulan dapat disarankan antara lain sebagai berikut.

a. Untuk implementasi jadwal operasi mesin berdasarkan simulasi *load shifting* hendaknya diperlukan penjadwalan ulang untuk pelaksanaan praktek mahasiswa di Bengkel Mekanik.

b. Hendaknya dalam waktu dekat segera dipasang korektor faktor daya terpusat opsi

pertama di panel MSP Bengkel Mekanik atau opsi ke dua terpusat di panel MDP untuk gedung Teknik, pilihan ini bergantung pada ketersediaan dana yang ada. Namun usulan kami, hendaknya dipilih opsi ke dua, karena cadangan daya masih tersisa cukup besar, yaitu 58 kVA.

- c. Namun jika dipilih opsi tambah daya, hendaknya dilakukan terlebih dahulu penelitian tentang pertumbuhan pemakaian tenaga listrik yang diprediksi dalam 5 sampai 10 tahun ke depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nursyiwani, *Manajemen Pembangkit Tenaga Listrik*, Program Pasca Sarjana Institut Sains dan Teknologi, Jakarta, 2010.
- [2] Branislav Dobrucky, dkk, "Electric Energy Critical Infrastructure Management, Faculty of Electrical Engineering", *University of Zilina, SK-010 26 Zilina, Slovak Republic*, www.iis.org/CDs2010/CD2010SCI/RMCI...2010.../RA149ZK.pdf, 2010.
- [3] Collin Green, dkk, *Indonesia Energy Sector Assessment*, USAID Jakarta dan Washington, 2008.
- [4] Mallela Venateswara Sarma, dkk, "Regulation of Energy Demand via DSM : A Case Study in Oman", *Canadian Journal on Electrical and Electronic Engineering Vol. 1, No.1*, 2010.
- [5] Chebi S, dkk, "Electric Energy Management by Adaptive Load Shedding", *ACSE Journal, Volume (5), Issue (3)*, 2005.
- [6] Wildi Theodore, "Electrical Power Technology", Sperika Enterprises Ltd, Canada, 1985.
- [7] Matsushita Electric Trading Co. Ltd, *Dry-type Low Voltage Power Capacitor*, PO. Box 288 Central, Osaka 530-91, Japan, 1991.