

ANALISIS BEBAN SISTEM CATU DAYA P3TM UNTUK KEPERLUAN LABORATORIUM AKSELERATOR

Suyamto, Yunanto

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju BATAN Yogyakarta

ABSTRAK

ANALISIS BEBAN SISTEM CATU DAYA LISTRIK P3TM UNTUK KEPERLUAN LABORATORIUM AKSELERATOR. Telah dilakukan perhitungan dan analisis faktor beban dan sisa daya catu daya listrik P3TM dengan tujuan untuk persiapan penyediaan catu daya listrik bagi laboratorium akselerator yang akan dibangun di masa yang akan datang. Perhitungan dilakukan dengan mengambil berbagai macam data yang ada yaitu rekening listrik, pemakaian energi bulanan serta arus beban puncak in-situ yang ditarik dari transformator di Gardu Induk. Dari perhitungan dapat diketahui bahwa besarnya faktor beban listrik P3TM

$F_b = 27,4 \%$, faktor daya beban $\cos \phi = 0,78$ dan daya terpakai rata-rata 189,6 KVA. Bila load forecasting factor 50 % maka optimasi daya terpakai adalah sekitar 300 KVA dan sisa daya terpasang yang aman 390 KVA. Dengan demikian bila daya maksimum untuk pengoperasian akselerator lebih kecil dari 390 KVA maka hanya diperlukan saluran baru khusus untuk akselerator dan perbaikan kualitas catu daya. Bila harus dilakukan peningkatan daya listrik maka yang paling ekonomis dan aman adalah dengan menaikkan daya dari 690 KVA ke level yang ada seoptimal mungkin mendekati daya trafo (2 x 500 KVA) yaitu 860 KVA, asalkan daya puncak untuk operasi akselerator lebih kecil dari 560 KVA.

ABSTRACT

LOAD FACTOR ANALYSIS OF P3TM'S POWER SUPPLY FOR ACCELERATOR LABORATORY. The computation and analysis of P3TM's power supply for accelerator laboratory has been carried out. The purpose of analysis is to prepare the electrical energy which will be used for accelerator laboratory in the future. The load factor and residual electrical power was computed by using several data i.e electrical bill, energy consumption from April 1998 up to March 1999 and the peak current load out from transformer which is measured inside electrical central box. From the analysis it is known that the electrical load factor of P3TM is 27.4 %, power factor 0.78 and the average power consumption is 189.6 KVA. If the load forecasting factor is 50 %, the maximum electric power requirement for P3TM is about 300 KVA and the residual power supply is 390 KVA. If maximum electrical demand for accelerator is less than 390 KVA, then the electrical power for accelerator itself can be served by new special line for accelerator and by improving the power supply quality. In case the power level has to be increased, the most economical can be achieved by increasing electric power from 690 KVA to the optimum level of 860 KVA with condition that peak operational power of accelerator is less than 560 KVA.

PENDAHULUAN

Pembangunan laboratorium akselerator merupakan pekerjaan yang besar baik ditinjau dari segi teknologi, kebutuhan dana maupun fisiknya. Untuk itu sebelum pembangunannya dilaksanakan perlu diadakan persiapan yang matang. Salah satu persiapan yang harus dilakukan adalah studi tentang sistem catu daya listrik. Hal ini penting agar bagi akselerator yang akan dibangun, tersedia daya listrik yang cukup memadai, aman dan handal sehingga dapat dioperasikan dengan baik.

Dalam makalah ini dibahas karakteristik atau pola dan faktor beban listrik P3TM. Dari faktor beban tersebut akan dapat diketahui besarnya daya terpakai rata-rata, daya terpakai maksimum dan sisa daya yang ada. Dari sisa daya yang ada diharapkan dapat diambil langkah perencanaan penaikan daya untuk keperluan akselerator yang akan dibangun.

Tujuan dari studi ini sangat terkait dengan persiapan pembangunan akselerator yaitu agar,

1. Pemakaian daya listrik P3TM dapat efisien dan ekonomis
2. Biaya investasi untuk penyediaan daya listrik dapat lebih ditekan
3. Biaya operasional dapat diminimalisir karena pemanfaatan daya terpasang lebih optimal.

TEORI

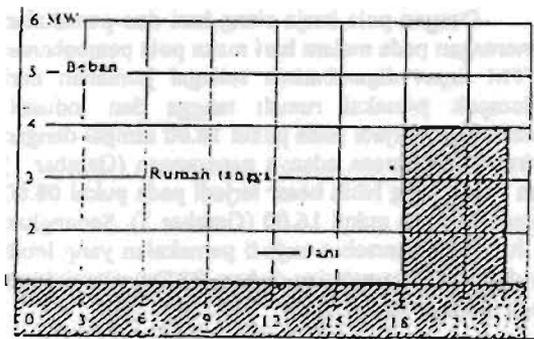
Klasifikasi Beban

Beban listrik pada suatu catu daya sangat tergantung pada pola kerja dari pemakai. Jenis-jenis pemakai seperti rumah tangga (pedesaan maupun perkotaan), sosial, industri dengan/tanpa *shift* dan sebagainya sangat berbeda karakteristiknya karena kondisinya sangat berlainan. Pola pembebanan dari

berbagai macam pemakai, dapat diketahui dari bentuk beban hariannya yang pada umumnya dibagi dalam 3 kelompok dasar pemakai sebagai berikut :

Rumah tangga

Pemakaian listrik untuk kebutuhan rumah tangga biasanya banyak persamaannya yaitu adanya beban puncak antara pukul 18.00 sampai dengan pukul 23.00. Di luar waktu tersebut beban akan lebih datar dan rendah (Gambar 1).



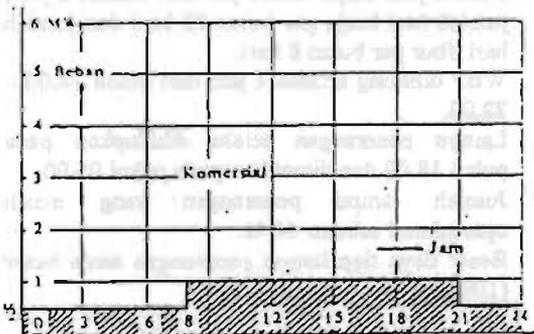
Gambar 1. Pola pemakaian listrik oleh rumah tangga.

Usaha atau komersial

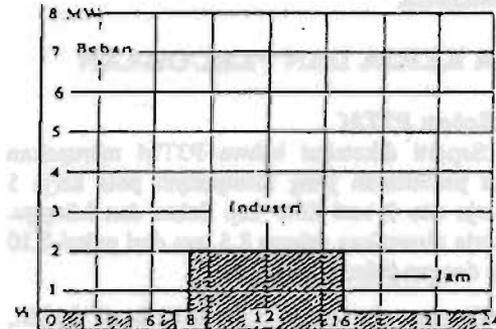
Pemakai listrik seperti restoran, bank, toko dan lain-lain mempunyai sifat dan pola pembebanan yang hampir sama. Pada kelompok ini beban yang lebih besar terjadi lebih memanjang yaitu antara pukul 08.00 sampai dengan pukul 21.00 (Gambar 2).

Industri

Sektor industri tanpa *shift* biasanya bekerja pada siang hari sehingga pola pembebanannya mirip dengan perkantoran (Gambar 3), sedangkan pada industri yang bekerja secara *shift* atau 24 jam penuh, pola bebannya hampir sama pada setiap waktu.



Gambar 2. Pola pemakaian listrik untuk usaha.



Gambar 3. Pola pemakaian listrik untuk industri.

Faktor Beban

Faktor beban listrik (*electric load factor*) merupakan suatu ukuran pemanfaatan dari suatu sistem listrik, baik pada tingkat sentral, jaringan maupun konsumen. Faktor beban didefinisikan sebagai perbandingan antara beban rata-rata pada suatu periode waktu terhadap beban puncak yang terjadi pada periode waktu tersebut. Besar faktor beban dapat dinyatakan dalam bentuk pecahan atau persen, dirumuskan sebagai berikut.

$$F_b = \text{KWH} / (8760 N_p) \times 100 \%$$

dengan :

F_b = faktor beban (%), KWH : energi yang dipakai oleh konsumen dalam satu tahun, 8760 : jumlah jam dalam satu tahun (365 x 24), N_p : besar beban puncak.

Rumusan tersebut di atas berlaku secara umum yang juga dapat dinyatakan dalam satuan waktu yang lain misalnya bulanan atau harian. Sedangkan beban puncak N_p dapat berupa beban maksimum sesaat pada periode waktu tertentu, beban maksimum rata-rata pada periode waktu tertentu maupun kebutuhan daya maksimum atau daya terpasang. Besarnya faktor beban lebih besar dari nol atau lebih kecil dari satu. Bila faktor bebannya rendah maka pemakaian daya-nya tidak optimal, tidak efisien dan tidak ekonomis. Demikian juga sebaliknya apabila faktor bebannya tinggi, pemakaian listriknya akan optimal dan efisien. Suatu beban yang bersifat konstan akan mempunyai faktor beban satu atau 100 % sebab beban rata-ratanya sama dengan beban puncak, namun biasanya besar faktor beban baik pada tingkat sentral, jaringan maupun konsumen jauh lebih kecil dari satu.

Perhitungan faktor beban sangat penting dalam sistem kelistrikan karena dengan diketahuinya faktor beban akan dapat diketahui besarnya sisa daya yang ada dan ekonomis tidaknya suatu sistem catu daya. Dengan demikian akan dapat diambil langkah-

langkah perencanaan optimalisasi pemakaian daya yang ekonomis.

TATA KERJA DAN PERCOBAAN

Pola Beban P3TM

Seperti diketahui bahwa P3TM merupakan instansi pemerintah yang mempunyai pola kerja 5 hari kerja dan 2 hari libur tiap Sabtu dan Minggu. Hari kerja ditentukan selama 8,5 jam dari pukul 7.30 sampai dengan pukul 16.00.

Dengan mengamati sistem kerja di P3TM, maka pola pembebanannya akan mirip dengan jumlahan dari kelompok pemakai rumah tangga dan industri.

Faktor Beban P3TM

Dari teori tentang faktor beban besarnya faktor beban di P3TM dapat dihitung dengan memakai berbagai macam data. Ada 4 macam data yang dapat diperoleh dan digunakan untuk memperkirakan besarnya faktor beban listrik P3TM. Keempat macam data tersebut adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan jumlah biaya yang dibayarkan ke PLN

Pada lembar biaya yang dibayarkan setiap bulan tercantum jumlah energi listrik yang terpakai. Dengan menjumlahkan energi yang terpakai kemudian dibagi dengan jumlah jam pemakaian akan diperoleh daya rata-ratanya sehingga faktor bebannya akan dapat dihitung.

2. Berdasarkan pengamatan KWH dan KVARH meter *in-situ* di gardu induk

Pada tanggal 1 atau 2 setiap bulan, besar pemakaian KWH dan KVARH P3TM selalu dicatat oleh petugas dari PLN dan hasilnya sesuai dengan yang tertera pada meter diserahkan ke P3TM selaku pengguna atau konsumen. Untuk mengetahui besarnya faktor beban dan daya rata-rata terpakai selama satu tahun dapat dilakukan seperti pada nomor 1 di atas.

3. Berdasarkan arus beban harian secara grafis.

Grafik beban harian dapat diperoleh dengan pengamatan pemakaian arus beban yang ditarik dari trafo dengan menggunakan rekorder untuk seluruh fase. Bila hanya dilakukan terhadap salah satu fase harus dipilih fase yang arusnya paling besar. Untuk mengetahui arus fase yang paling besar dapat dilakukan pengukuran secara numeris menggunakan tang amper meter. Dengan mengalikan arus beban tersebut dengan tegangan saluran akan dapat diketahui besarnya faktor beban dan sisa daya yang ada.

4. Data berdasarkan pada pengamatan beban per fase secara numerik

Dengan melakukan pengukuran keluaran arus dari trafo pada tiap fase tiap hari tiap jam, dapat diketahui besar dan pola pembebanan harian P3TM. Pengamatan dan pengukuran arus harus dilakukan pada saat-saat tertentu yang diperkirakan terjadi puncak-puncak beban harian. Bila dikalikan dengan besaran tegangan saluran akan diperoleh daya beban.

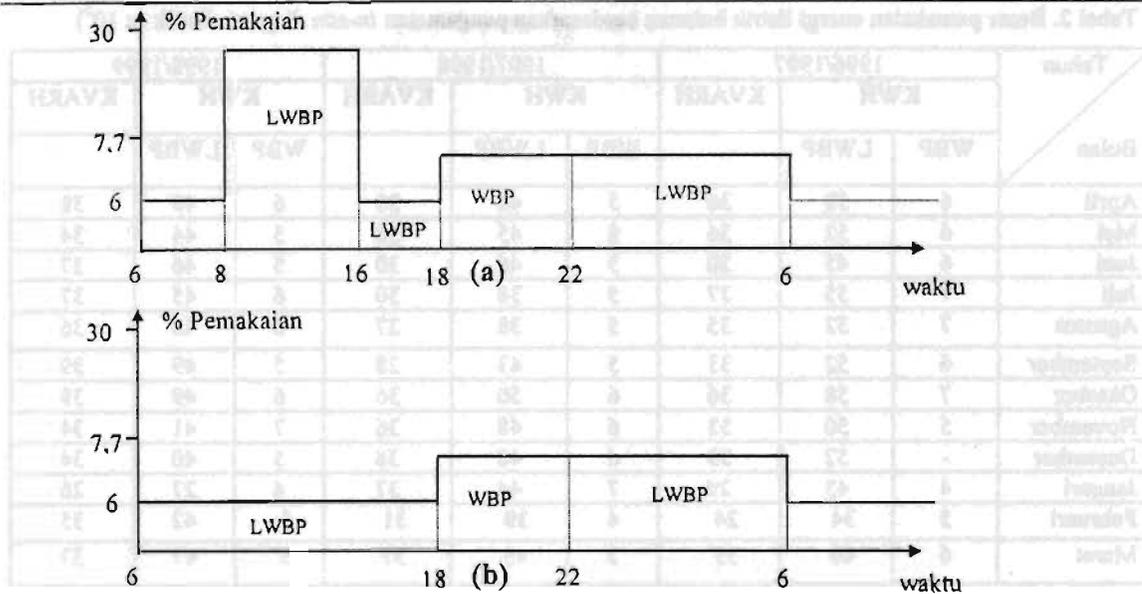
HASIL, PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Dengan pola kerja siang hari dan pemakaian penerangan pada malam hari maka pola pembebanan P3TM dapat digambarkan sebagai jumlahan dari kelompok pemakai rumah tangga dan industri. Beban besar terjadi pada pukul 18.00 sampai dengan pukul 06.00 karena adanya penerangan (Gambar 1) dan beban yang lebih besar terjadi pada pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.00 (Gambar 3). Sedangkan di luar waktu tersebut terjadi pemakaian yang lebih rendah. Pola pemakaian beban P3TM ditunjukkan pada Gambar 4a dan 4b.

Dari pemakaian energi listrik P3TM pada tahun 1998/1999 yang ditunjukkan pada Tabel 1, dapat dihitung dan dianalisis faktor beban dan sisa daya yang tersedia dari daya terpasang sebesar 690 KVA. Sebelumnya perlu diketahui bahwa besar KWH dan KVARH yang terdapat pada data tersebut tidak sama dengan KWH dan KVARH yang dicatat oleh petugas dari PLN tiap bulan. Hal ini disebabkan karena KWH dan KVARH yang tercantum dalam pembayaran listrik sudah dibulatkan dan dikelompokkan sesuai dengan peraturan yang ada di PLN.

Perhitungan dan dianalisis faktor beban maupun daya yang tersisa dilakukan dengan mengambil beberapa ketentuan atau asumsi sebagai berikut :

1. Pola beban P3TM mengikuti pola beban seperti pada Gambar 4a dan 4b.
2. Jumlah jam kerja efektif per hari adalah 8 jam, jumlah hari kerja per bulan 22 hari dan jumlah hari libur per bulan 8 hari.
3. WBP dihitung selama 4 jam dari pukul 18.00 – 22.00.
4. Lampu penerangan selalu dihidupkan pada pukul 18.00 dan dimatikan pada pukul 06.00.
5. Jumlah lampu penerangan yang masih operasional sebesar 60 %.
6. Besar daya tiap lampu penerangan sama besar (100 watt).



Gambar 4. Pola pemakaian listrik harian P3TM, (a) hari kerja (b) hari libur

Tabel 1. Pemakaian energi listrik bulanan P3TM berdasarkan biaya yang dibayarkan pada tahun 1998/1999

No	Bulan, tahun	LWBP		WBP		SPL	
		KWH (x 10 ³)	Rp. (x 10 ³)	KWH (x 10 ³)	Rp. (x 10 ³)	KVARH (x 10 ³)	Rp. (x 10 ³)
1	April, 98	48	6.264	6	605	4,52	1.059
2	Mei, 98	44	5.324	5	725	3,62	724
3	Juni, 98	46	5.566	5	725	5,38	1.076
4	Juli, 98	45	5.445	6	605	5,38	1.076
5	Agustus, 98	45	5.445	6	605	4,38	676
6	September, 98	49	5.929	5	725	5,52	1.104
7	Oktober, 98	48	5.808	6	605	4,52	904
8	November, 98	42	5.082	5	725	5,86	1.172
9	Desember, 98	40	4.840	5	725	5,10	1.020
10	Januari, 99	28	3.388	4	580	6,16	1.232
11	Februari + Maret, 99	84	10.164	12	1.740	18,48	3.696
Jumlah		519	63.255	65	8.365	68,92	13.739

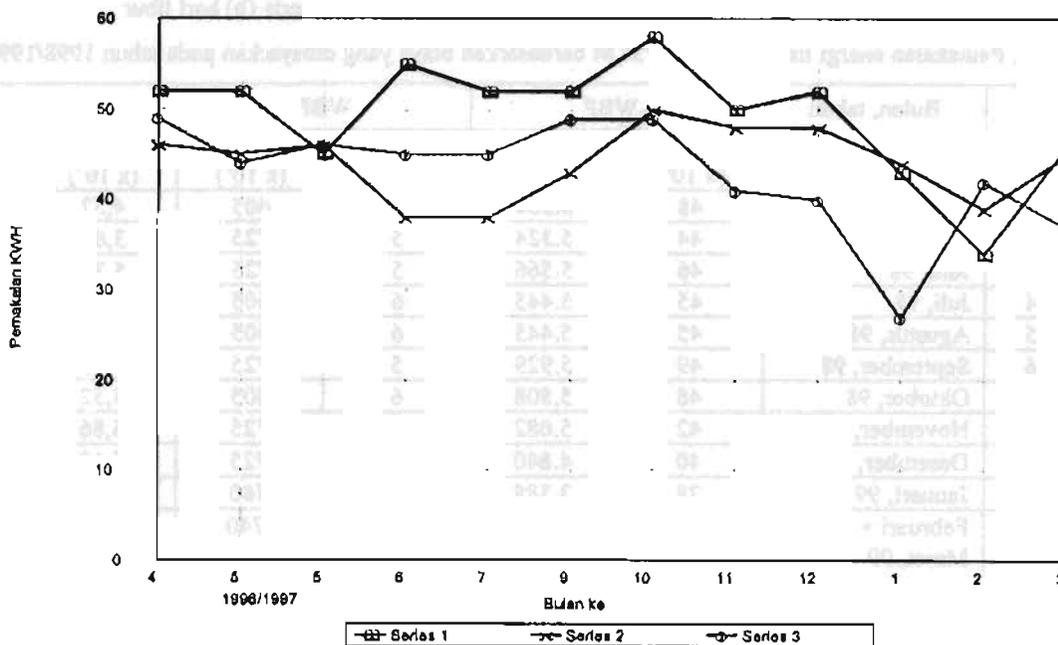
Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan diketahui bahwa ternyata pemakaian daya rata-rata pada waktu jam kerja hanya sebesar 147,9 KW. Selanjutnya bila dimisalkan besar *load forecasting factor*-nya 50 % maka hanya diperlukan daya terpasang sebesar 147,9 KW x 1,5 = 221,85 KW atau dibulatkan 225 KW. Apabila kontrak daya terpasang diturunkan menjadi 300 KVA maka akan dapat dihemat Rp 6.240.000,-perbulan atau Rp. 74.880.000,- pertahun. Jadi sisa daya yang masih

tersedia yang dapat dialokasikan untuk memenuhi kebutuhan listrik laboratorium akselerator adalah sebesar 390 KVA atau 56,5 %.

Bila faktor beban, daya terpakai rata-rata dan sisa daya dihitung dengan menggunakan data pemakaian energi listrik P3TM selama 3 tahun dari tahun 1996 sampai dengan tahun 1999 (Tabel 2), juga akan dapat diperoleh hasil yang mirip dengan perhitungan di atas.

Tabel 2. Besar pemakaian energi listrik bulanan berdasarkan pengamatan *in-situ* di gardu listrik ($\times 10^3$)

Tahun Bulan	1996/1997			1997/1998			1998/1999		
	KWH		KVARH	KWH		KVARH	KWH		KVARH
	WBP	LWBP		WBP	LWBP		WBP	LWBP	
April	6	52	36	5	46	30	6	49	38
Mei	6	52	36	8	45	30	5	44	34
Juni	6	45	30	3	46	30	5	46	37
Juli	7	55	37	5	38	30	6	45	37
Agustus	7	52	35	5	38	27	6	45	36
September	6	52	33	5	43	28	5	49	39
Oktober	7	58	36	6	50	36	6	49	39
November	5	50	33	6	48	36	7	41	34
Desember	-	52	33	6	48	38	5	40	34
Januari	4	43	29	7	44	37	4	27	26
Februari	5	34	24	4	39	31	5	42	35
Maret	6	46	33	5	45	37	6	47	37



Gambar 5. Pemakaian KWH bulanan tahun 1996/1997 - 1998/1999

Kemudian berdasarkan pemakaian arus beban secara grafis dan numeris juga dapat diperkirakan besar dan waktu terjadinya puncak-puncak beban harian sebagai berikut.

1. Dari grafik beban harian pada Gambar 5 yang dibuat berdasarkan pada pemakaian energi selama 3 tahun pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa puncak pemakaian energi selalu terjadi pada bulan Oktober. Hal ini logis karena tahun anggaran baru dimulai pada bulan April. sehingga bahan maupun peralatan penelitian

diperkirakan baru dapat direalisasikan pada triwulan II atau sekitar bulan Agustus - September. Dengan demikian kegiatan penelitian mengalami peningkatan pada sekitar bulan Oktober. Untuk itu apabila diketahui arus beban harian pada bulan Oktober maka akan dapat diketahui besarnya pemakaian daya puncak bulanan. Dengan demikian pemakaian pada bulan-bulan yang lain akan selalu lebih kecil dari pemakaian pada bulan Oktober dan sisa daya aman dapat dihitung

2. Dari grafik beban yang diambil melalui rekorder, secara jelas dapat diketahui saat-saat terjadinya beban puncak harian pada bulan Oktober. Bila pada saat-saat tersebut dilakukan pengukuran arus beban maka akan dapat mewakili besarnya daya puncak harian (Gambar 6).
3. Karena P3TM merupakan instansi yang bekerja pada siang hari maka puncak beban juga akan terjadi pada siang hari. Dengan demikian apabila pengukuran arus beban dilakukan pada siang hari, pada bulan Oktober dan pada waktu terjadi beban puncak maka hasilnya akan dapat mewakili beban puncak dari P3TM harian atau bulanan. Hasil pengukuran arus beban pada jam-jam beban puncak, pada hari kerja di bulan Oktober 1999 ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 7

Jadi grafik arus beban yang diperoleh dari rekorder hanya dipakai untuk menentukan saat-saat terjadinya arus beban harian maksimum. Selanjutnya besarnya arus beban pada saat itu diukur secara numerik menggunakan meter arus. Apabila besaran arus tersebut kemudian dikalikan dengan tegangan saluran (220 V) akan diperoleh daya beban harian rata-rata pada bulan Oktober. Hasil yang diperoleh dengan cara ini adalah besar beban rata-rata 189 KVA dan *load factor*-nya 27,4 %

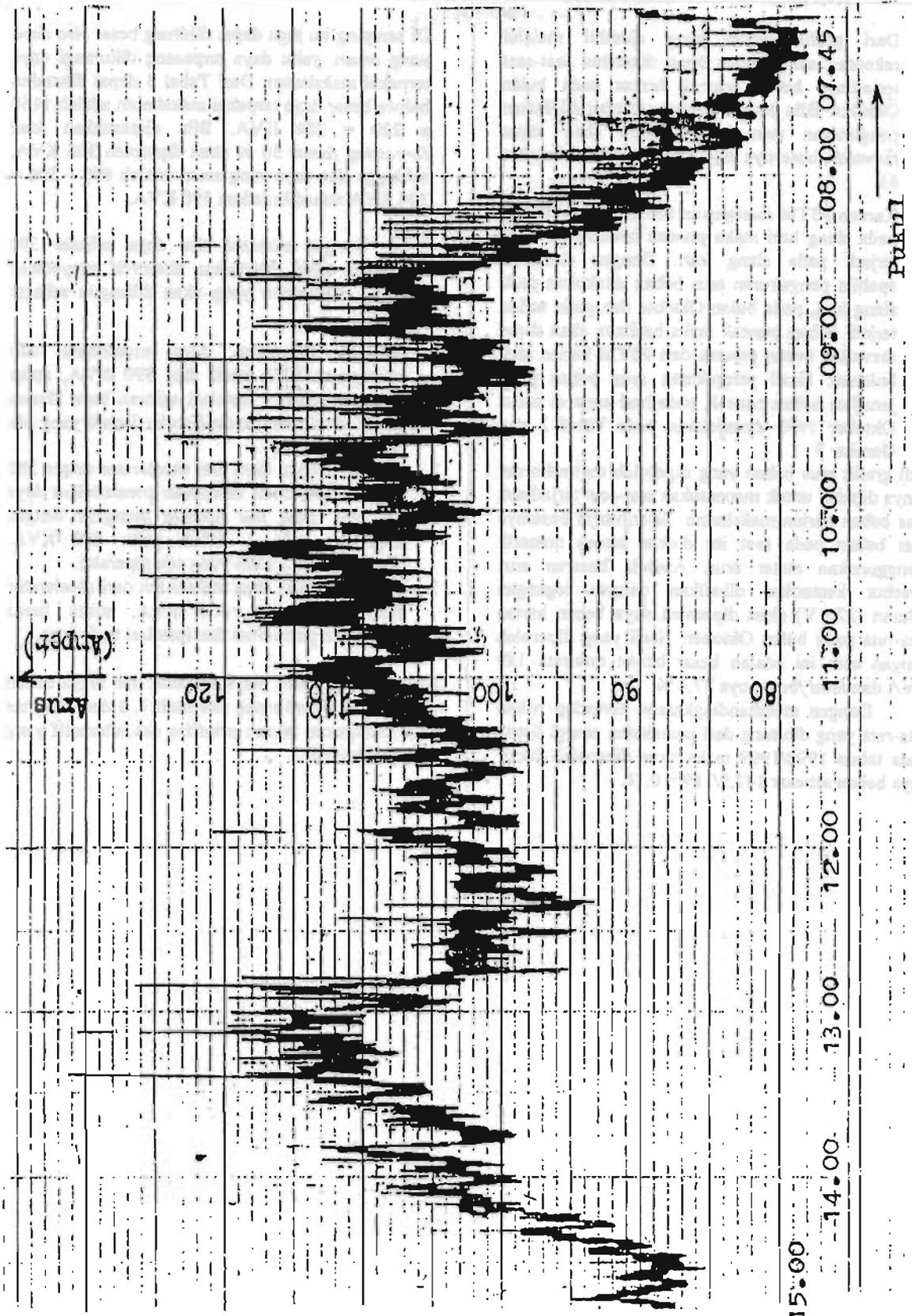
Dengan membandingkannya terhadap beban rata-rata yang dihitung dari pemakaian energi listrik pada tahun 1998/1999 maka akan diperoleh faktor daya beban sebesar $147,9/189 = 0,78$.

Di samping itu juga dapat dihitung besar *sisa daya yang aman*, yaitu daya terpasang dikurangi daya terpakai maksimum. Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa besar daya terpakai maksimum adalah $1160 \times 220 = 204$ KVA. Bila dimasukkan *load forecasting factor* 50 % akan diperoleh 306 KVA, sehingga *sisa daya yang aman* adalah $690 - 306 = 384$ KVA atau dibulatkan 390 KVA.

Dengan estimasi *sisa daya* sebesar 390 KVA maka dapat ditentukan alternatif penyediaan daya bagi akselerator yang akan dibangun sebagai berikut.

1. Apabila kebutuhan daya maksimum dari akselerator lebih kecil dari 390 KVA, maka cukup dilakukan instalasi saluran baru khusus untuk akselerator, kemudian ke 2 trafo yang ada diparalel.
2. Bila kebutuhan daya dari akselerator antara 390 - 560 KVA, maka dilakukan penambahan daya ke level yang ada sedekat mungkin dengan kapasitas trafo 1 MVA yaitu 860 KVA. Kemudian ke 2 trafo yang ada diparalel.
3. Bila kebutuhan daya maksimum dari akselerator lebih besar dari 560 KVA, maka harus dilakukan pembelian dan instalasi trafo baru.

Karena harga trafo, biaya instalasi dan biaya beban tetap sangat mahal maka alternatif 1, 2 dan 3 di atas juga merupakan urutan prioritas dan alternatif yang paling ekonomis.

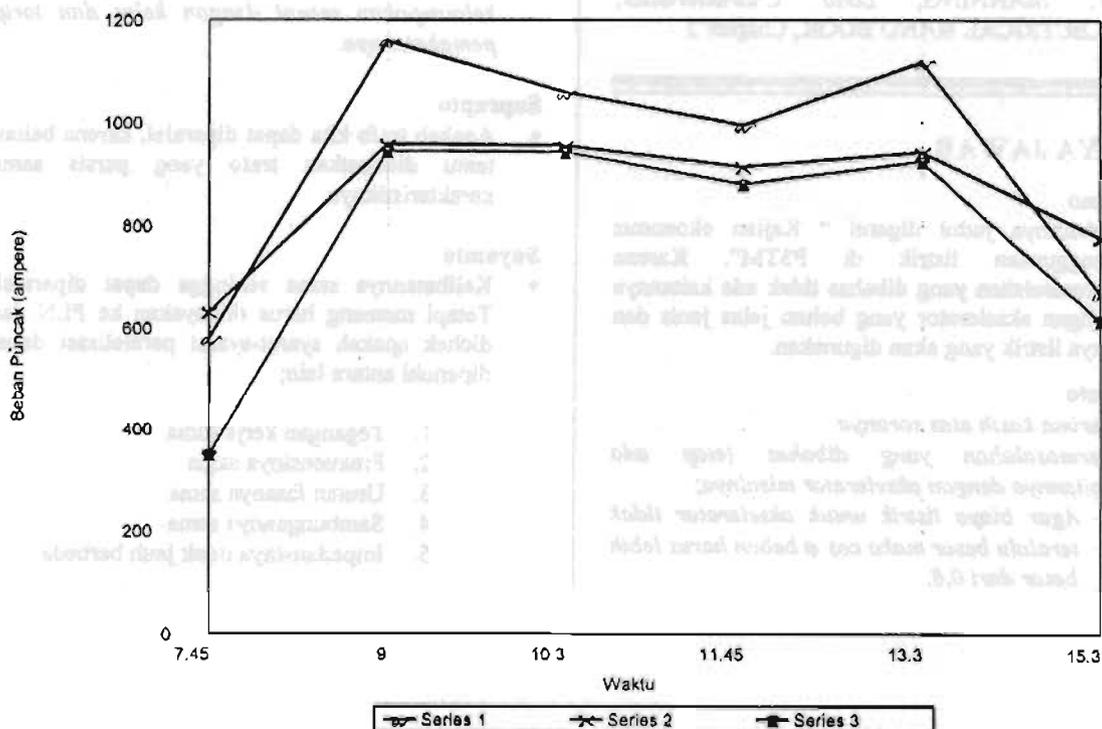


Gambar 6: Besar arus beban puncak harian

Tabel 3. Pemakaian arus (ampere) beban harian *in-situ* P3TM pada bulan Oktober 1999

Hari/pukul	Trafo I			Trafo II			Jumlah
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
Senin							
07.45	100	100	90	70	100	100	580
09.00	200	200	210	160	180	210	1160
10.30	210	240	220	110	110	170	1060
11.45	190	190	170	110	165	170	995
13.30	230	220	200	120	160	190	1120
15.30	106	115	88	90	120	150	669
Selasa/Rabu/ Kamis (rata-rata)							
07.45	127	94	120	80	110	100	631
09.00	183	169	155	135	158	158	958
10.30	190	175	157	120	153	160	955
11.45	175	165	154	110	135	175	914
13.30	158	175	155	140	155	160	943
15.30	135	135	145	118	125	120	778
Jum'at							
07.45	75	35	50	80	42	68	350
09.00	160	165	144	150	165	160	944
10.30	170	182	170	130	140	150	942
11.45	160	160	170	100	140	150	880
13.30	160	180	150	150	125	160	925
15.30	85	90	90	100	120	130	615

Catatan : Besarnya arus beban pada hari Selasa, Rabu dan Kamis ternyata tidak jauh berbeda



Gambar 7. Besar beban puncak harian P3TM bulan Oktober 1999

KESIMPULAN

Dari pembahasan dapat disimpulkan bahwa

1. Faktor beban listrik P3TM sangat rendah yaitu berkisar antara 27,4 % sehingga tidak ekonomis karena biaya tetapnya tinggi.
2. Besar daya terpakai harian adalah 189 KVA dengan faktor daya beban 0,78
3. Bila *load forecasting factor* diambil 50 % maka daya terpakai adalah 283,5 KVA. Bila dialokasikan sebesar 300 KVA maka terdapat sisa daya terpasang sebesar 390 KVA.
4. Penambahan daya untuk keperluan akselerator yang paling ekonomis dan aman adalah dengan menaikkan daya terpasang ke level 860 KVA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penulisan makalah ini kami mengucapkan terima kasih kepada staf Balai Instrumentasi, khususnya Sdr. Sutarjo dan staf Keuangan yang telah membantu dalam penyediaan data.

DAFTAR ACUAN

1. Gambar Instalasi Penerangan P3TM – BATAN
2. Lembar CATATAN METER Gardu Listrik PPNY BATAN YOGYAKARTA tahun 1996 sampai dengan 1999
3. Lembar REKENING LISTRIK PPNY bulan April 1998 sampai dengan Maret 1999
4. ADDUL KADIR, *Energi*, Bab 4 :Tarif Listrik
5. W. MANNING, *Load Characteristics*, ELECTRICAL HAND BOOK, Chapter 2

TANYA JAWAB

Paryitno

- * Sebaiknya judul diganti “ Kajian ekonomis penggunaan listrik di P3TM”. Karena permasalahan yang dibahas tidak ada kaitannya dengan akselerator yang belum jelas jenis dan daya listrik yang akan digunakan.

Suyamto

- * Terima kasih atas saranya
- * Permasalahan yang dibahas tetap ada kaitannya dengan akselerator misalnya; Agar biaya listrik untuk akselerator tidak terlalu besar maka $\cos \phi$ beban harus lebih besar dari 0,8.

Adanya informasi sisa daya yang dapat dipakai untuk keperluan akselerator yaitu sebesar 390 kVA.

Adanya alternatif yang dapat diambil untuk penyediaan daya bagi akselerator.

Aminus Salam

- * Berapa Mega Watt sebuah akselerator memerlukan beban energi, hubungannya dengan makalah bapak.

Suyamto

- * Untuk di Wakasa Bay 10 mVA.
- * Untuk di P3TM belum tahu, tetapi bila daya maksimum yang dibutuhkan akselerator lebih besar dari 560 kVA, maka harus direalisasikan trafo dan gardu baru terpisah dengan trafo milik P3TM.

Subari Santoso

- * Mengapa penunjukkan meter listrik dinyatakan salah apakah sistem ukurnya tidak eksak, mengapa tergantung perhitungan PLN dan sub. Bagian keuangan.

Suyamto

- * Penunjukkan meter listrik tidak salah, tetapi tidak sama dengan yang tercantum dalam lembar pembayaran listrik P3TM yang ada di sub. Bagian keuangan. Hal ini terjadi karena pemakaian listrik yang ada dan tercantum dalam lembar pembayaran sudah di kelaompokan sesuai dengan kelas dan tarip penakaiannya.

Suprpto

- * Apakah trafo kita dapat diparalel, karena belum tentu didapatkan trafo yang persis sama karakteristiknya.

Suyamto

- * Kelihatannya sama sehingga dapat diparalel. Tetapi memang harus ditanyakan ke PLN dan dicek apakah syarat-syarat paralelisasi dapat dipenuhi antara lain;

1. Tegangan kerja sama
2. Frekuensinya sama
3. Urutan fasanya sama
4. Sambungannya sama
5. Impedansinya tidak jauh berbeda.