



**PENGARUH PEMASANGAN *CAPACITOR BANK*
TERHADAP TINGKAT PELAYANAN AIR BERSIH
DI PDAM TIRTA RAHARJA SOREANG
KABUPATEN BANDUNG**

TESIS

Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan
Program Magister Teknik Sipil

Oleh :
Maman Rakhman
L4A 002 143

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2005

**PENGARUH PEMASANGAN CAPACITOR BANK
TERHADAP TINGKAT PELAYANAN AIR BERSIH
DI PDAM TIRTA RAHARJA SOREANG
KABUPATEN BANDUNG**

Disusun Oleh

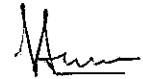
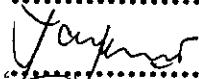
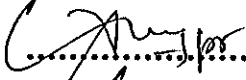
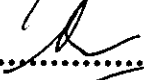

Maman Rakhman
L4A 002 143

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal:

10 Juni 2005

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil**

Tim Penguji

- | | | |
|----------------------|-----------------------------------|---|
| 1. Ketua | : Dr. Ir. Hermawan, DEA |  |
| 2. Sekretaris | : Ir. Sri Sangkawati, MS |  |
| 3. Anggota 1 | : Ir. Sumbogo Pranoto, MS |  |
| 4. Anggota 2 | : Dr. Ir. Suripin, M.Eng |  |
| 5. Anggota 3 | : Dr. Ir. Suharyanto, M.Sc |  |

Semarang, 10 Juni 2005

**Universitas Diponegoro
Program Pascasarjana
Magister Teknik Sipil**



Dr. Ir. Suripin, M.Eng
NIP. 131 668 511

ABSTRAKSI

Pendistribusian air ke pelanggan, debitnya berubah-ubah bergantung pada keperluannya. Dengan berubah-ubahnya keperluan air oleh pelanggan maka pengoperasian pompa pun berubah-ubah juga. Di Reservoir Sangkali terdapat 3 buah pompa, untuk pendistribusian air bersih yang dioperasikan 1 buah pompa atau 2 buah bergantung keperluannya. Karena tarif dasar listrik (TDL) terutama biaya daya reaktif Q (kVArh) yang mahal, maka untuk menurunkan biaya operasional pompa dipasang *Capacitor Bank*.

Sumber air baku PDAM Soreang berasal dari Sungai Cisangkuy dengan debit 2.500 l/det, lokasi intake 7 km dari Kota Soreang yaitu Desa Nagrak dengan elevasi + 744 m dpl, dari intake dipompa (40 l/det) ke WTP Banjaran 20 l/det dan ke WTP Soreang 20 l/det masuk ke reservoir Soreang (300 m³) dan ditransmisikan ke reservoir Sangkali (300 m³) dengan elevasi +717 m dpl, di reservoir Sangkali terdapat 3 buah pompa untuk mendistribusikan air bersih ke Kota Soreang.

Setelah dipasang *Capacitor Bank*, daya reaktif Q (kVArh) terpakai yang awalnya 19.618,63 kVArh / bulan menjadi 2.651,93 kVArh/ bulan. Penghematan biaya operasional pompa yang harus dibayar ke PLN per bulan adalah sebesar Rp 19.243.778. Kebutuhan air bersih hari rata-rata sebanyak 1.715 m³ /hari, sementara kebutuhan air bersih hari maksimum sebesar 1945 m³ yang terjadi pada tanggal 28 September, dan kebutuhan air bersih jam puncak adalah sebesar 120 m³ /jam pada tanggal 15 Agustus jam 06:00 (periode Bulan Juli 2003 sampai dengan Bulan September 2003).

Dengan asumsi Rp 12.694.984,95 untuk melayani 1009 SR, maka biaya operasional = Rp 12.582 / SR. Jadi dari penghematan biaya operasional Rp 19.243.778, maka dapat meningkatkan pelayanan sebanyak : $Rp\ 19.243.778 / Rp\ 12.582/SR = 1.529\ SR$. Peningkatan pelayanan sebanyak 1.529 SR ini dapat didistribusikan ke Kec. Soreang, atau ke Kec. Katapang yang belum mendapat pelayanan air bersih, yaitu ke Desa Cingcin 667 SR, Desa Parung Serab 515 SR, dan Desa Sekarwangi 347 SR.

Kata Kunci: - *Capacitor Bank* dapat menghemat biaya operasional PDAM Tirta Raharja Soreang.

- Daya reaktif yang harus dibayar sama dengan daya reaktif yang terpakai dikurangi daya reaktif yang dibebaskan.

ABSTRACT

Water supplies to consumer, its capacity always changes, it depends on the need.

By changes the consumer's need of water will give an influence to the pump operation. In Sangkali reservoir, there are 3 pumps used to distribute fresh water to Soreang consumer. Sometime it uses only one pump but at the order it needs two pumps, it depends on the situation. Because of the high cost of minimum rate, especially for reactive power (kVAh), so somebody has to use a set of *Capacitor Bank* to set down the operational cost.

The source of plain water for Soreang came from Cisangkuy River, that has a water debit of 2,500 liters per second, 7 Km from Soreang, the location is in Desa Nagrak. The elevation is 744 m and power intake 40 liters per second that will supply to Banjaran 20 liters per second and to Soreang 20 liters per second flow down to Soreang reservoir as much as (300 m³) and distributed to Sangkali reservoir as much as (300 m³) by elevation 717 m has three distributors pump to distribute fresh water to Soreang City.

After used a set of *Capacitor Bank*, the reactive power Q (kVAh) can be cut down from 19,618.63 kVAh per month to 2,651.93 kVAh per month. So the cost of pump operation is only Rp. 19,243,778. The average of fresh water demand per day as much as 1,715 m³, so maximum day demand as much as 1,945 m³ that occurs at September 28, and the peak hour as much as 120 m³/h at 6 o'clock, August 15 (period July 2003 until September 2003).

By using an assumption that we need Rp. 12,694,984.95 for supporting 1,009 customers (SR), it means Rp. 12,582 per customer. So from cutting down the operation cost as big as "Rp. 19,243,778 can be used to raise the new customer Rp. 19,243,778 / Rp. 12,582 = 1,529 new customer. The raised customers as much as 1,529 can be distributed to the Soreang and or Katapang Regency that has villages are Cingcin 667 SR, Parung Serab 515 SR, and Sekar Wangi 347 SR.

Keyword: - *Capacitor Bank* can be cut down operational cost of PDAM Tirta Raharja Soreang.

- Reactive power charged is equal to reactive power that has already consumed and subtract to reactive power that has subsidy (free charged until some limit that decided by PLN).

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karuniaNya Penulis telah berhasil menyelesaikan Tesis dengan judul “Pengaruh Pemasangan *Capacitor Bank* Terhadap Tingkat Pelayanan Air Bersih di PDAM Tirta Raharja Soreang Kabupaten Bandung”

Pembuatan Tesis ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menempuh ujian Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis menyadari bahwa isi dari penulisan ini masih kurang sempurna, maka dari itu kritik dan saran senantiasa penulis tunggu.

Selanjutnya pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada : Bapak Dr.Ir. Suripin, M.Eng, selaku Ketua Magister Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, juga sebagai penguji yang banyak memberikan koreksi. Bapak Dr.Ir. Bambang Riyanto, DEA, selaku Sekretaris Magister Teknik Sipil Program Pasca Sarjana UNDIP, yang banyak memberi nasihat dan semangat dalam penulisan Tesis ini. Bapak Dr.Ir. Hermawan, DEA , selaku Pembimbing Utama yang selalu menyediakan waktu untuk bimbingan dan konsultasi serta banyak memberikan pengarahan dan masukan pada pembuatan Tesis ini. Ibu Ir. Sri Sangkawati, MS, selaku Pembimbing Pendamping, yang juga selalu menyediakan waktu untuk bimbingan dan konsultasi serta memberikan pengarahan, saran, dan masukan kepada penulis. Bapak Ir. Sumbogo Pranoto, MS, sebagai Pembahas dan Penguji yang banyak memberikan koreksi dan masukan dalam penyelesaian Tesis. Bapak Dr. Ir. Suharyanto, M.Sc , sebagai Penguji yang banyak memberikan koreksi dan masukan dalam Perbaikan Tesis ini. Bapak-bapak serta Ibu-ibu Dosen Megister Teknik Sipil Program Pasca sarjana Universitas Diponegoro. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuannya selama proses penyelesaian Tesis ini.

Semarang, Juni 2005

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
ABSTRAKSI	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR ISTILAH.....	xi
DAFTAR PUSTAKA	86
DAFTAR LAMPIRAN	88
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.5 Lingkup Penelitian	5
BAB II DESKRIPSI DAERAH STUDI	6
2.1 Umum	6
2.2 Kondisi Fisik Kota	7
2.3 Air Bersih	8
2.4 Daerah Pelayanan Existing Kota Soreang	13
2.5 Prediksi Kebutuhan Air Bersih Kota Soreang Tahun 2010	18
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	19
3.1 Magnet	19
3.2 Arus Listrik	19
3.3 Tahanan	19
3.4 Tegangan	20
3.5 Daya Listrik	20
3.6 Rendemen Motor	21
3.7 Cycle	21
3.8 Capacitor	21
3.9 Faktor Daya dan Biaya kVARh	24

3.9.1	Faktor Daya	24
3.9.2	Biaya kVARh	26
3.10	Prinsip Kompensasi	26
3.11	Daya CWP (Centrifugal Water Pump) Hubungannya dengan Kapasitas Air Bersih	27
3.12	Pengoperasian Pompa	28
3.13	Kebijakan Pengembangan Air Bersih	29
3.13.1	Sistem Pelayanan Air Bersih	29
3.13.2	Sumber Air Baku	30
3.13.3	Ketersediaan Air Bersih	30
3.13.4	Kebutuhan Air	32
3.14	Langkah-langkah Pengembangan Air Bersih	33
3.15	Anggapan Dasar	34
BAB IV	METODE PENELITIAN	35
4.1	Metode Penelitian	35
4.2	Populasi dan Sampel	35
4.3	Variabel Penelitian	36
4.4	Paradigma Penelitian	36
4.5	Data dan Sumber Data	37
4.6	Teknik Pengumpulan Data	38
4.7	Teknik Analisis Data	38
4.8	Pola Beban CWP	41
4.9	Tingkat Pelayanan	41
BAB V	PENGOLAHAN DATA	43
5.1	Pola Debit Pompa Distribusi	43
5.2	Hubungan Head Pompa Dengan Daya Pompa	44
5.3	Debit Air Bersih Eksisting Pada Hari Maksimum dan Jam Puncak	44
5.4	Pengoperasian Pompa	55
5.5	Pola Daya Aktif	55
5.5.1	Analisis Daya Aktif	60
5.6	Pola Daya Reaktif	60
5.6.1	Analisis Daya Reaktif	71
5.7	Pola Penghematan	71
5.7.1	Analisis Penghematan	71

5.8 Pola Tingkat Pelayanan	72
BAB VI PEMBAHASAN DAN ANALISIS	76
6.1 Output SPSS	77
6.2 Analisis Output	78
BAB VI KESIMPULAN	85

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 : Jumlah Sambungan Untuk Tiap Reservoir	8
Tabel 2.2 : Data Teknis Pompa Distribusi	8
Tabel 5.1 : Hasil Pengamatan Harian Memakai <i>Capacitor Bank</i>	45
Tabel 5.2 : Hasil Perhitungan Harian Tanpa Memakai <i>Capacitor Bank</i>	47
Tabel 5.3 : Debit Air Rata-Rata Bulan Juli 2004 Memakai <i>Capacitor Bank</i>	49
Tabel 5.4 : Debit Air Rata-Rata Bulan Agustus 2004 Memakai <i>Capacitor Bank</i>	50
Tabel 5.5 : Debit Air Rata-Rata Bulan September 2004 Memakai <i>Capacitor Bank</i>	51
Tabel 5.6 : Daya Aktif Rata-Rata Bulan Juli 2004 Memakai <i>Capacitor Bank</i>	56
Tabel 5.7: Daya Aktif Rata-Rata Bulan Agustus 2004 Memakai <i>Capacitor Bank</i>	57
Tabel 5.8: Daya Aktif Rata-Rata Bulan September 2004 Memakai <i>Capacitor Bank</i>	58
Tabel 5.9: Daya Reaktif Rata-Rata Bulan Juli 2004 Tanpa <i>Capacitor Bank</i>	62
Tabel 5.10: Daya Reaktif Rata-Rata Bulan Agustus 2004 Tanpa <i>Capacitor Bank</i>	63
Tabel 5.11 : Daya Reaktif Rata-Rata Bulan September 2004 Tanpa <i>Capacitor Bank</i>	64
Tabel 5.12: Daya Reaktif Rata-Rata Bulan Juli 2004 Memakai <i>Capacitor Bank</i>	66
Tabel 5.13: Daya Reaktif Rata-Rata Bulan Agustus 2004 Memakai <i>Capacitor Bank</i>	67
Tabel 5.14: Daya Reaktif Rata-Rata Bulan September 2004 Memakai <i>Capacitor Bank</i>	68
Tabel 5.15: Perhitungan Biaya Operasional	75
Tabel 6.1 : Output SPSS Pada Analisa Penghematan Akibat Pemakaian <i>Capacitor Bank</i>	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Peta Wilayah Studi	10
Gambar 2.2 : Peta Penggunaan Lahan Existing	11
Gambar 2.3 : Peta Penyediaan Air Bersih	12
Gambar 2.4 : Skematik Daerah Pelayanan Existing	15
Gambar 2.5 : Skematik Daerah Pelayanan Eksisting Kota Soreang	16
Gambar 2.6 : Skematik Lokasi Pemasangan <i>Capacitor Bank</i> Eksisting	17
Gambar 3.1 : Diagram Konstruksi Capacitor	22
Gambar 3.2 : Capacitor Dihubungkan Paralel	23
Gambar 3.3 : Capacitor Dihubungkan Seri	23
Gambar 3.4 : Diagram Faktor Daya	23
Gambar 3.5 : Perubahan $\cos \phi$ Karena Bertambahnya Beban Induktif	25
Gambar 3.6 : Prinsip Kompensasi Sebelum Memakai <i>Capacitor Bank</i>	26
Gambar 3.7 : Prinsip Kompensasi Setelah Memakai <i>Capacitor Bank</i>	27
Gambar 3.8 : Pompa Distribusi Di Reservoir Sangkali	28
Gambar 3.9 : Pengoperasian Dua Buah Pompa	29
Gambar 3.10 : Pendekatan Umum Perhitungan Ketersediaan Air	31
Gambar 3.11 : Pendekatan Analisis Kebutuhan Air	33
Gambar 4.1 : Hubungan Antara Variabel Penelitian	36
Gambar 4.2 : Paradigma Penelitian	37
Gambar 4.3 : Diagram Alir Pengumpulan Dan Pengolahan Data	40
Gambar 5.1 : Kurva Head Pompa	44
Gambar 5.2 : Hasil Pengamatan Harian Memakai <i>Capacitor Bank</i>	46
Gambar 5.3 : Hasil Perhitungan Harian Tanpa Memakai <i>Capacitor Bank</i>	48
Gambar 5.4 : Debit Air Rarta-Rata Tiga Bulanan	52
Gambar 5.5 : Debit Air Rarta-Rata Tiga Bulanan Selama Setahun Memakai <i>Capacitor Bank</i>	53
Gambar 5.6 : Perbandingan Antara Debit Air Tahunan Dengan Tiga Bulanan Untuk Bulan Juli – September 2004	54
Gambar 5.7 : Daya Aktif Rata-Rata Tiga Bulanan Memakai <i>Capacitor Bank</i>	59
Gambar 5.8 : Daya Reaktif Rata-Rata Tiga Bulanan Tanpa <i>Capacitor Bank</i>	65
Gambar 5.9 : Daya Reaktif Rata-Rata 3 Bulanan Memakai <i>Capacitor Bank</i>	69
Gambar 5.10 : Perbandingan Daya Reaktif Tanpa <i>Capacitor Bank</i> Dengan Memakai	

<i>Capacitor Bank</i>	70
Gambar 5.11 : Skematik Penambahan Daerah Tingkat Pelayanan	74
Gambar 6.1 : Pengaruh Penghematan Terhadap Air Bersih	76
Gambar 6.2 : Uji Linieritas	81
Gambar 6.3 : Uji Homogenitas	82
Gambar 6.4 : Uji Normalitas	83

DAFTAR NOTASI

H	= Head	[meter]
I	= Arus	[Amper]
φ	= Sudut Power Faktor	[^o]
F	= Kapasitas Capacitor	[μ F]
η	= Efisiensi	[%]
P	= Daya aktif	[kW]
Q	= Daya Reaktif	[kVAr]
Q_{air}	= Debit Air	[m ³ /h]
γ	= Berat jenis	[kg/dm ³]
S	= Daya Nyata	[kVA]
V	= Tegangan	[Volt]

DAFTAR ISTILAH

Sambungan Langganan, saluran air bersih yang mencakup rumah tinggal, industri, dan keran umum.

SR (Sambungan Rumah), saluran air bersih yang masuk ke rumah. Sambungan rumah ada 2 yaitu :

1. **SL (Sambungan Langsung)**, pipanya langsung masuk ke dalam rumah.
2. **SH (Sambungan Halaman)**, kerannya hanya sampai halaman karena di dalam rumah belum ada fasilitas kamar mandi.

Sambungan tidak Langsung, saluran air bersih untuk umum yang mencakup Keran Umum, Hidran Umum, Terminal Air.

KU (Keran Umum), fasilitas air bersih untuk 100 orang.

HU (Hidran Umum) fungsinya sama dengan keran umum, tetapi bentuknya berupa tangki dan memakai kran-kran untuk membagi air.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan jangka panjang di Indonesia, titik beratnya yaitu pada pertumbuhan industri. Oleh karena itu perkembangan industri di Indonesia saat ini cukup pesat. Salah satu daerah industri yang cukup pesat di Indonesia adalah di daerah Jawa Barat yaitu di Kabupaten Bandung.

Sejalan dengan berkembangnya industri, maka kebutuhan akan energi listrik meningkat pula. Hal ini karena energi listrik merupakan energi pokok yang digunakan untuk melaksanakan proses produksi. Peningkatan kebutuhan energi listrik untuk industri tersebut tentunya membutuhkan pengelolaan dan pelayanan yang baik oleh pihak penjual jasa energi listrik yaitu PLN, dimana untuk Kabupaten Bandung dilayani oleh PLN Cabang Majalaya.

Kebutuhan energi yang lebih besar untuk industri perlu diperhatikan, karena pada umumnya energi listrik yang digunakan untuk beban-beban yang sifatnya induktif. Misalnya motor-motor induksi dan alat listrik yang memiliki rangkaian magnetik yang membutuhkan arus yang relatif besar sehingga pemakaian daya reaktif akan besar dan pada akhirnya akan menyebabkan menurunnya faktor daya ($\cos \phi$) dari sistem. PLN memberikan suatu aturan tertentu dalam tarifnya yaitu tarif daya reaktif yang harus dibayar apabila daya reaktif terpakai (Q) lebih besar dari daya reaktif yang dibebaskan, oleh karena itu PLN menganjurkan langganannya untuk memaksimalkan faktor daya bebannya yang terpasang untuk mengurangi rugi-rugi daya karena resistansi salurannya. Bertambahnya kebutuhan daya reaktif akibat beban induktif untuk daya akan sama mengakibatkan bertambah besarnya daya nyata, sehingga faktor dayanya akan turun

Kerugian akibat turunnya faktor daya bagi perusahaan listrik (PLN) adalah penurunan efisiensi peralatan. Hal ini karena efisiensi peralatan dipengaruhi oleh faktor daya terutama untuk mesin-mesin listrik dan trafo. Begitu juga turunnya faktor daya berakibat rugi-rugi pada kawat penghantar dan peralatan akan bertambah besar.

Kebutuhan serta peningkatan pemakaian daya listrik dari waktu ke waktu terus berkembang seiring dengan membanjirinya produk-produk bertenaga listrik hasil

perkembangan teknologi dan peranan listrik sendiri sebagai tenaga penggerak dan pemanas terbesar dalam kehidupan sehari-hari. Namun di sisi lain, kenaikan Tarif Dasar Listrik (TDL) juga tidak dapat dihindari akibat dari tuntutan perbaikan dan peningkatan servis yang lebih baik dari konsumen.

Capacitor Bank didesain khusus untuk mengoptimalkan pemakaian listrik dengan meningkatkan faktor daya (power factor), meyelaraskan tegangan dan menurunkan beban arus terutama pada saat tarikan pertama peralatan elektronik yang dapat mencapai 2-3 kali beban normal. Penggunaannya yang luas dari kapasitas rumah tangga, perkantoran, restoran, hotel sampai industri-industri kecil dan besar dimungkinkan karena *Capacitor Bank* diproduksi dengan 2 versi yaitu 1 phase dan 3 phase dari 30 ampere sampai dengan 300 ampere (per phase).

Capacitor Bank yang digunakan berkualitas tinggi dan memenuhi Standar Internasional IEC 439-3 tahun 1990-12. Meskipun alat ini diaktifkan terus menerus, tidak mengalami panas. *Capacitor Bank* tidak akan merusak jaringan listrik yang ada dan dipasang secara paralel dengan beban setelah MCB, agar dapat menjangkau semua peralatan listrik di rumah pelanggan PLN.

Mengingat faktor daya ($\cos \phi = 0,80$) di PDAM Tirta Raharja Soreang khususnya Reservoir Sangkali rendah sehingga terkena biaya pinalti (denda) yang tinggi karena daya reaktif yang terpakainya lebih besar daripada daya reaktif yang dibebaskan oleh PLN, maka untuk memperbaiki faktor daya yang rendah, $\cos \phi$ harus dinaikan menjadi 0,99, untuk itu dibutuhkan *Capacitor Bank* sehingga dapat terhindar dari biaya denda oleh karena itu daya reaktif yang harus dibayar menjadi minus (negatif).

Dengan pemasangan *Capacitor Bank* di PDAM Tirta Raharja Soreang, maka biaya operasional menjadi lebih rendah sehingga dapat meningkatkan tingkat pelayanan air bersih menjadi lebih baik dan sebaliknya apabila biaya operasional besar, maka tingkat pelayanan menjadi lebih rendah. Hal ini akan berdampak kepada nilai jual yang tinggi /mahal, apabila keuntungan yang ingin diperoleh lebih besar.

Di PDAM Tirta Raharja Soreang, power factor ($\cos \phi$) adalah 0,80. Nilai ini termasuk rendah karena $\cos \phi$ minimal dari PLN adalah 0,85, oleh karena itu daya reaktif (Q) yang harus dibayar lebih tinggi dari pada daya reaktif yang dibebaskan oleh PLN sehingga pada waktu membayar rekening listrik terkena biaya denda.

Pada Bulan Maret tahun 2003, PDAM Tirta Raharja Soreang khususnya di reservoir Sangkali memasang *Capacitor Bank* untuk menghindari biaya denda.

Bertitik tolak dari hal di atas, perlunya penelitian terkait dengan perbaikan faktor daya sehingga dapat meningkatkan pelayanan air bersih yang dipergunakan di PDAM Tirta Raharja Soreang Kabupaten Bandung, oleh karena itu penulis mengambil judul “PENGARUH PEMASANGAN *CAPACITOR BANK* TERHADAP TINGKAT PELAYANAN AIR BERSIH DI PDAM TIRTA RAHARJA SOREANG KABUPATEN BANDUNG”.

1.2 Rumusan Masalah

Akibat dari Tarif Dasar Listrik (TDL) yang terus naik setiap tahunnya sehingga subsidi untuk energi listrik berangsur-angsur akan hilang sehingga dana pemerintah bisa dialokasikan untuk sektor lain.

Keterbatasan dana pemerintah untuk membangun pusat-pusat pembangkit tenaga listrik sehingga pelanggan PLN dihimbau untuk menghemat pemakaian energi listrik terutama pada Peak Load (beban puncak) antara pukul pukul 18.00-22.00 (Sumber PLN 2003).

Untuk mendapatkan faktor daya yang diinginkan, tentu saja diperlukan besarnya capacitor-capacitor yang dapat memenuhi untuk semua beban di PDAM Tirta Raharja Soreang Kabupaten Bandung. Khususnya di Reservoir Sangkali, capacitor-capacitor yang dipasang adalah pada motor-motor listrik induksi 3 fasa, yaitu pemakaian CWP No. 1 - 3, sebab induktif yang terbesar sehingga menghasilkan daya reaktif pusat pada motor-motor Induksi 3 fasa. Besaran ini dapat dilihat dari besarnya arus-arus pada motor, tegangan, daya-daya kerja dari KWH meter juga dapat dilihat dari besarnya denda pada rekening pembayaran, selain itu akan diteliti perubahan kapasitas pompa air akibat adanya perubahan daya reaktif.

1.2 Pembatasan Masalah

Agar permasalahan yang diteliti tidak terlalu luas dan sesuai dengan maksud dan tujuan yang ingin dicapai, maka penulis membatasi aspek-aspek dalam masalah sebagai berikut:

1. Perhitungan biaya operasional hanya di Reservoir Sangkali saja dan membandingkan pemakaian energi listrik setelah memakai *Capacitor Bank* dengan tanpa memakai *Capacitor Bank* pada periode yang sama dan pompa yang sama.
2. Biaya rekening listrik yang dibayar ke PLN hanya untuk operasional pompa distribusi saja. biaya lainnya misalnya biaya meterai, penerangan jalan umum tidak dihitung karena jumlahnya relatif kecil. Penambahan tingkat pelayanan air bersih hanya diperoleh dari penghematan pembayaran rekening listrik yang dikonversikan ke debit air kemudian dikonversikan lagi ke penambahan Sambungan Rumah (SR).

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Membandingkan pemakaian energi listrik yang menggunakan *Capacitor Bank* dan tanpa menggunakan *Capacitor Bank*, pada pengoperasian pompa distribusi air bersih .
2. Meneliti pemakaian arus listrik (amper), Volt, $\cos \phi$, head Centrifugal Water Pump (CWP) pada waktu beroperasi yang berhubungan dengan kapasitas pompa air bersih .

Manfaat dari penelitian adalah :

1. Penghematan pengeluaran uang belanja dalam Operasional dan Pemeliharaan (OP) PDAM.
2. Informasi tentang pemanfaatan *Capacitor Bank* pada pengoperasian CWP air bersih di PDAM.

1.5 Lingkup Penelitian

Penelitian ini mencakup kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

1. Kajian sistem pelayanan PDAM Soreang ke konsumen sesuai dengan kemampuan dan fasilitas yang ada.
2. Kajian pengoperasian sistem pompa distribusi yang dilengkapi "*Capacitor Bank*".
3. Kajian pengaruh pemasangan *Capacitor Bank* terhadap tingkat pelayanan air bersih.

BAB II

DESKRIPSI DAERAH STUDI

2.1 Umum

Kecamatan Soreang merupakan salah satu dari 38 kecamatan yang termasuk dalam wilayah Kabupaten Bandung, lihat Gambar 2.1.

Wilayah Perencanaan Rencana Terperinci/Detail Tata Ruang Kawasan Kota Soreang berpedoman pada Perda Kabupaten Bandung No.1 Tahun 2001 tentang RTRW Kabupaten Bandung Tahun 2001 sampai 2010 sebagaimana telah diubah dengan PERDA Kabupaten Bandung No.12 Tahun 2001 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Kabupaten Bandung No. 1 Tahun 2001 tentang RTRW Kabupaten Bandung Tahun 2001 sampai 2010, adalah meliputi 2 kecamatan dan 8 desa yaitu:

Kecamatan Soreang:

1. Desa kramat Mulya
2. Desa Pamekaran
3. Desa Soreang
4. Desa Sadu
5. Desa Panyirapan

Kecamatan Katapang:

1. Desa Parung Serab
2. Desa Sekarwangi
3. Desa Cingcin

Dengan pertimbangan bahwa Desa Gandasari secara fisik telah menjadi satu kesatuan dengan Kota Soreang dan secara administrasi sebagai pemekaran dari Desa Cingcin, maka wilayah perencanaan Kota Soreang termasuk Desa Gandasari. Dengan demikian wilayah perencanaannya meliputi luas 1.678 ha seperti diperlihatkan pada Gambar 2.2 dengan jumlah penduduk 98.630 jiwa (pada tahun 2004 - Lampiran 2).

Kebanyakan penduduk Kota Soreang dalam pemenuhan air bersihnya bersumber dari air permukaan dan air tanah. Untuk meningkatkan pelayanan sistem perpipaan ini dapat dilakukan dengan mengambil sumber-sumber air baku dari Sungai Cisangkuy dan mata air lainnya yang ada di sekitar Kota Soreang.

Daerah studi yang diteliti dalam penelitian ini adalah Kota Soreang, terutama yang telah dilayani oleh PDAM Cabang Soreang seperti terlihat pada Gambar 2.3.

Menurut Sumber: PEMKAB Bandung Tahun 2001 pada Lampiran 2, Kondisi eksisting tahun 2004 tingkat pelayanan air bersih untuk setiap penduduk masih rendah yaitu 45 % dengan jumlah penduduk terlayani 44.380 jiwa.

Menurut Sumber: PEMKAB Bandung Tahun 2001: IV-31, perencanaan pengembangan tingkat pelayanan air bersih untuk setiap penduduk pada tahun 2010 harus sudah meningkat menjadi 80 % dengan cara membangun intake baru ke bagian atas lokasi PLTA, yaitu di Desa Cikalong di dekat lokasi pengambilan air baku oleh PDAM Kota Bandung sebesar 2.500 l/dtk .

2.2 Kondisi Fisik Kota

a. Geografi

Kabupaten Bandung secara geografis terletak antara 107° - 108° Bujur Timur dan $6^{\circ} 30'$ - $7^{\circ} 06'$ Lintang Selatan, sedangkan Kecamatan Soreang terletak pada $107^{\circ} 36'$ Bujur Timur dan $7^{\circ} 25'$ Lintang Selatan.

Batas-batas administrasi Kecamatan Soreang :

- Sebelah Timur : Kecamatan Ketapang dan Kecamatan Banjaran.
- Sebelah Selatan : Kecamatan Pasir Jambu.
- Sebelah Barat : Kecamatan Cililin.
- Sebelah Utara : Kecamatan Cililin dan Kecamatan Marga Asih.

b. Tofografi

Kecamatan Soreang terletak pada ketinggian 675 – 969 meter di atas permukaan laut, wilayah yang datar sampai bergelombang 35%, bergelombang sampai berbukit

15%, berbukit sampai bergunung 50%. Sedangkan ketinggian Kota Soreang 700 meter di atas permukaan laut (Sumber: Larona S. Engineering)

c. Klimatologi

Dipengaruhi iklim tropis :

- Temperatur tertinggi 33 °C
- Temperatur terendah 22 °C
- Curah hujan rata-rata 1500 mm/tahun – 2000 mm/tahun terjadi pada Bulan September sampai dengan Bulan Mei.

2.3 Air Bersih

Sambungan pelanggan dari PDAM dapat dikelompokkan menjadi:

1. Kelompok rumah tangga dengan 4057 sambungan.
2. Kelompok dagang atau jasa dengan 56 sambungan.
3. Rumah Ibadat atau Kran Umum dengan 42 sambungan.

Kebutuhan akan air bersih tersebut dilayani oleh tiga reservoir :

- Reservoir PERUMNAS dengan kapasitas 1000 m³
- Reservoir Soreang dengan kapasitas 200 m³
- Reservoir Sangkali dengan kapasitas 200 m³

Banyaknya sambungan untuk tiap reservoir dapat dilihat pada tabel 2-1

Tabel 2-1. Jumlah Sambungan Untuk Tiap Reservoir.

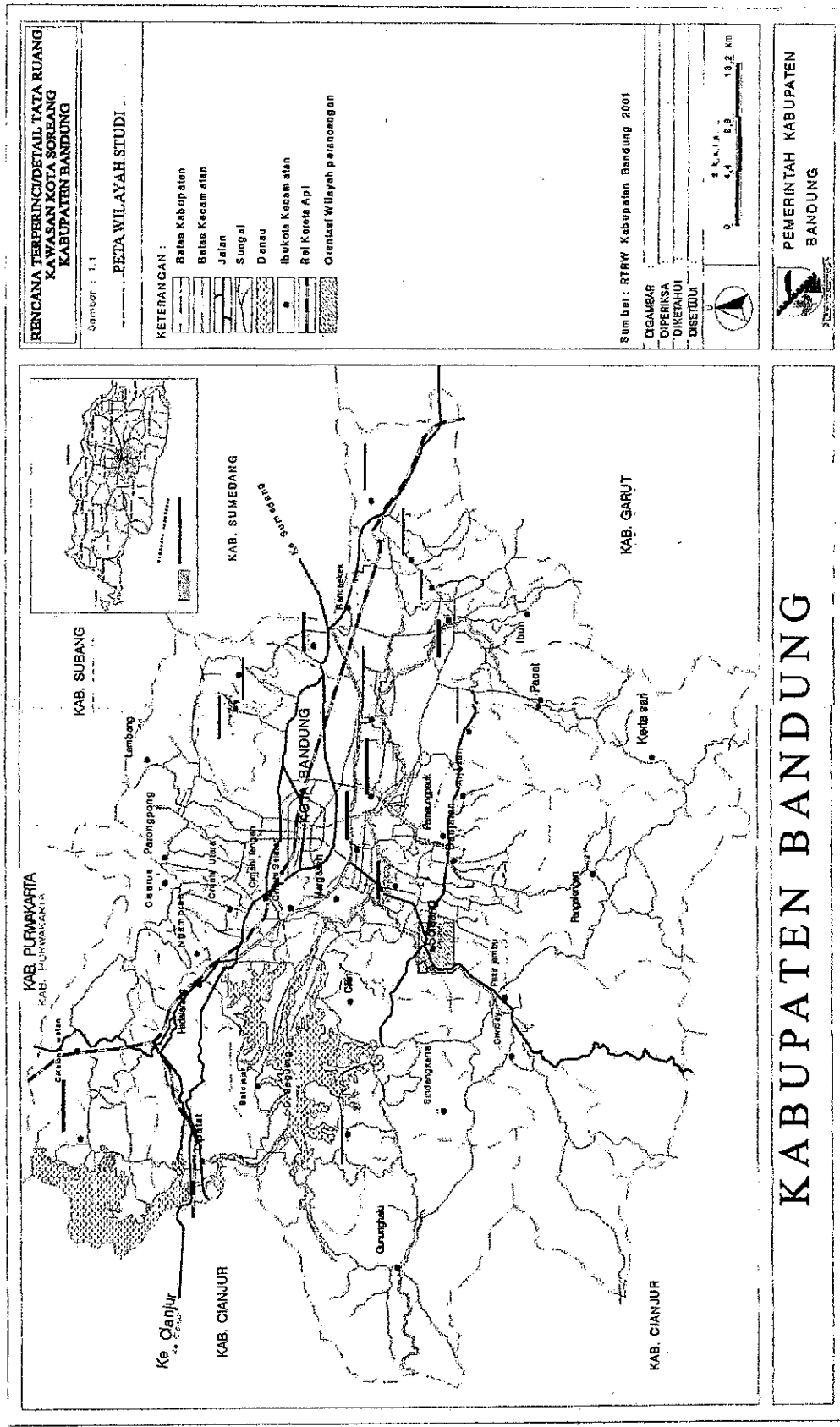
	Rumah Tangga (Sambungan)	Dagang/jasa (Sambungan)	Kran umum (Sambungan)
Reservoir PERUMNAS	2634	14	9
Reservoir Soreang	414	20	16
Reservoir Sangkali	1009	22	17
Jumlah	4057	56	42

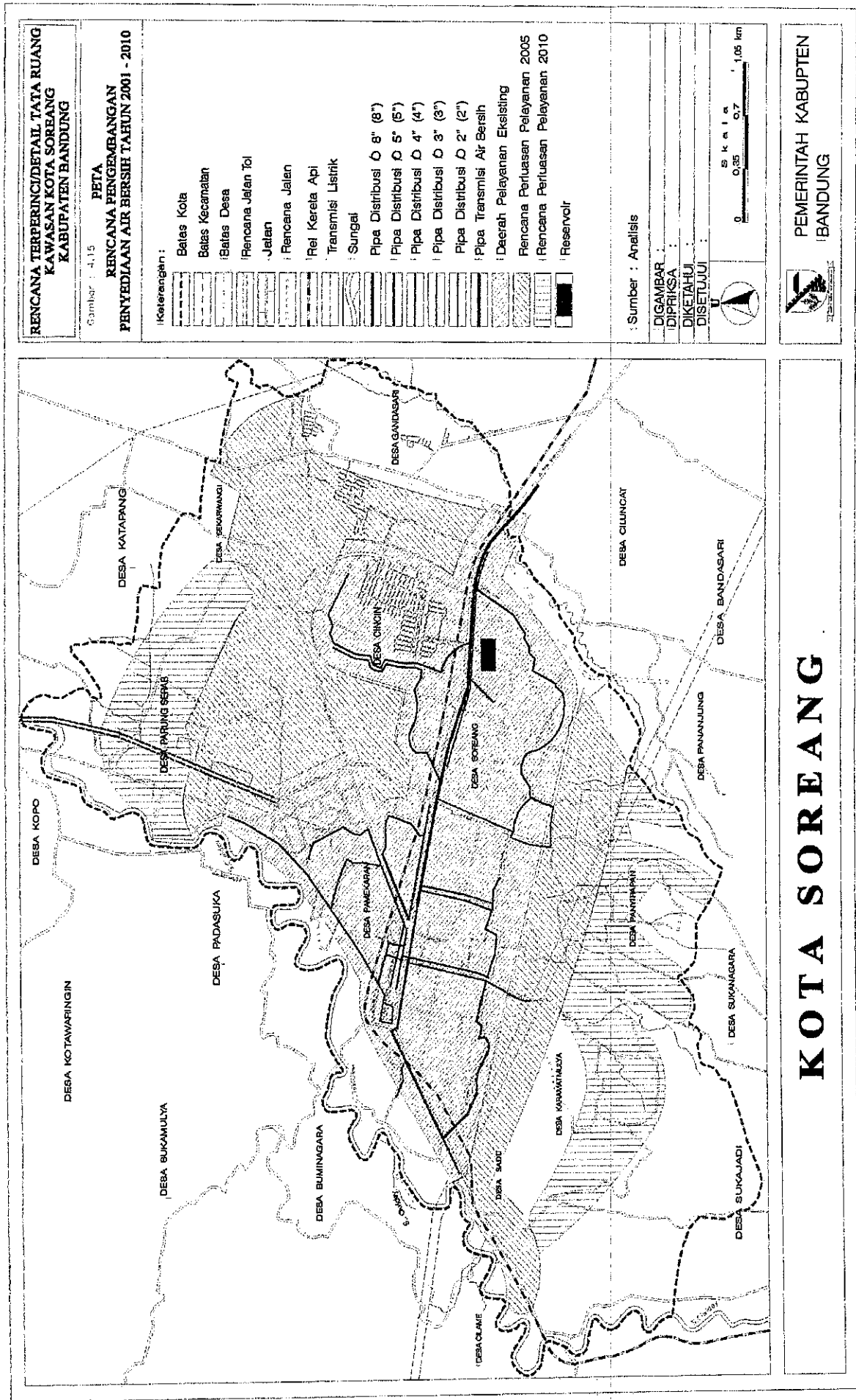
Ketiga Reservoir tersebut melayani 4057 Sambungan Rumah (SR), dimana kalau dapat dianggap tiap sambungan digunakan oleh 6 orang (Sumber: PDAM Soreang), maka jumlah orang yang dapat terlayani : $4057 \times 6 \text{ orang} = 24.342 \text{ orang}$, sedangkan pada tahun 2004 jumlah penduduk di Kecamatan Soreang adalah 98.630 jiwa (termasuk kota sedang karena mendekati 100000 jiwa, yang pada tahun 2005 jumlah penduduknya 100820 jiwa).

Air baku dari Sungai Cisangkuy masuk ke intake di Desa Jatisari, lalu dipompa dengan dua buah pompa centrifugal dan sebuah pompa submersible ke WTP Lama dan WTP Baru di Desa Nagrak dengan elevasi 744 m.

Dari WTP Lama lalu disalurkan 20 l/det ke Reservoir Soreang (200 m^3) dan 20 l/det ke Reservoir Banjaran (200 m^3). Dari WTP Baru disalurkan ke Reservoir PERUMNAS (1000 m^3) kemudian didistribusikan oleh tiga buah pompa. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Air bersih dari Reservoir Soreang dipompakan disalurkan oleh dua buah pompa 20 l/det ke Reservoir Sangkai (300 m^3). Di Reservoir Sangkai didistribusikan oleh tiga buah pompa yang menggunakan *Capacitor Bank* ke Soreang Kota. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.6.





Gambar 2.3 Peta Penyediaan Air Bersih

2.4 Daerah Pelayanan Existing Kota Soreang

Air Baku PDAM Tirta Raharja Soreang kabupaten Bandung berasal dari Sungai Cisangkuy yang mengalir dari selatan ke utara yang bermuara di Sungai Citarum, dengan mata air dari Kecamatan Pangalengan sebelah selatan kota Bandung. Skematik Daerah Pelayanan Kota Soreang dapat dilihat pada Gambar 2.5. Saat ini Sungai Cisangkuy tersebut digunakan untuk:

1. Petani irigasi.
2. PDAM kota Bandung.
3. PDAM Soreang.
4. PLN.

Debit air rata-rata Sungai Cisangkuy $10,8 \text{ m}^3/\text{det} - 5,6 \text{ m}^3/\text{det}$ (Sumber data PEMKAB Bandung tahun 2001). Air dari intake masuk ke rumah pompa yang mempunyai 3 buah pompa, dengan data teknik sebagai berikut:

Tabel 2.2 Data Teknik Pompa Intake

No CWP	Daya (kW)	Debit (l/s)	Arus (A)	Head (m)
1	55	60	90	55
2	55	60	65	55
3	48	60	68	37

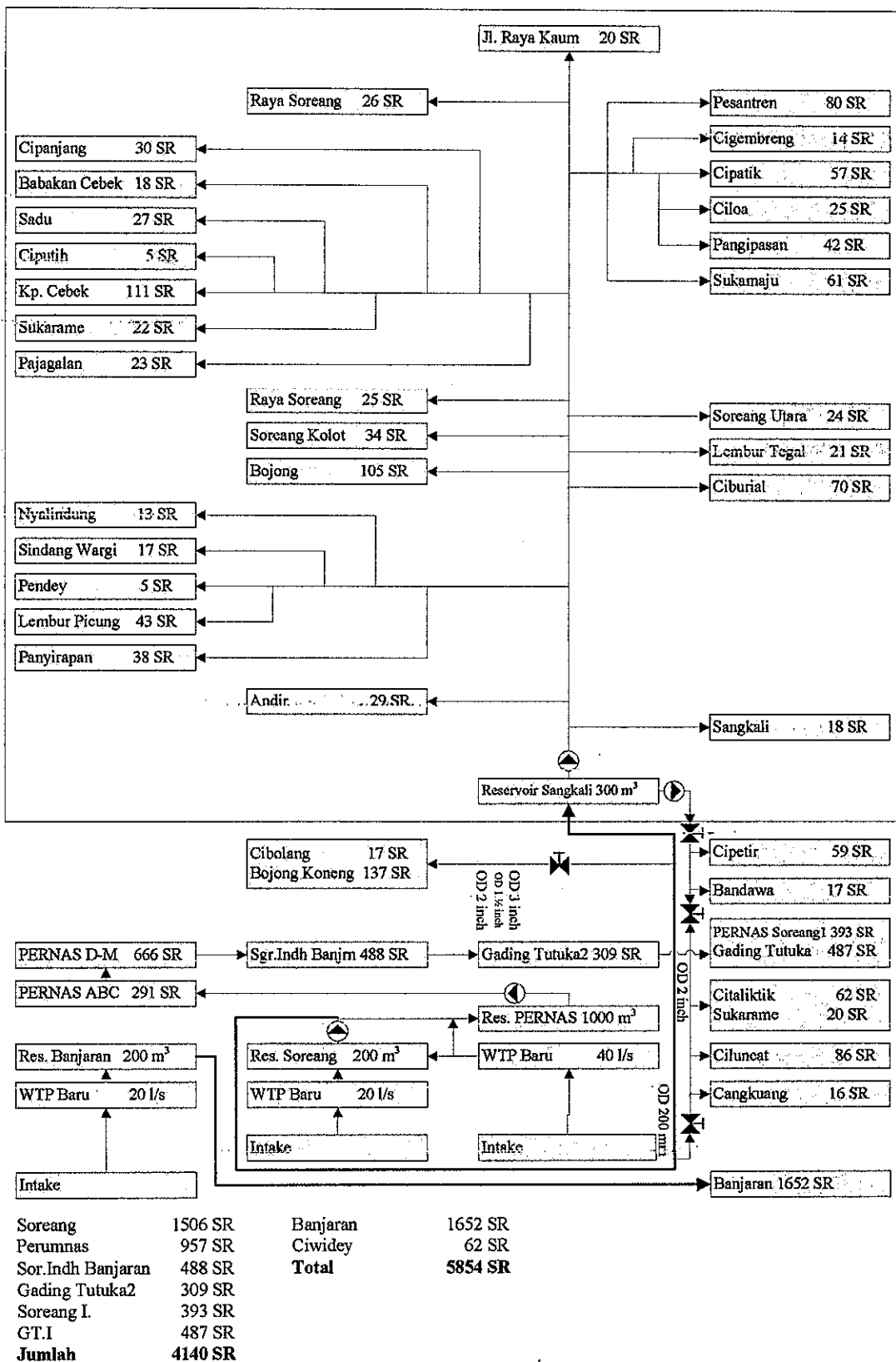
Kemudian air baku tersebut di olah di WTP Nagrak Baru untuk Reservoir Perumnas Nagrak. WTP Lama (Soreang) dengan kapasitas 40 l/det , masuk ke Reservoir Banjaran 20 l/det kapasitas Reservoir dan ke Reservoir Soreang 20 l/det kapasitas Reservoir 200 m^3 dan di transmisikan melalui pipa diameter 200 mm , masuk ke Reservoir Sangkali dengan kapasitas Reservoir 300 m^3 . dari Reservoir Sangkali didistribusikan ke kota Soreang dengan debit 20 l/det .

Jumlah Sambungan Rumah (SR) yang dilayani Reservoir Sangkali 1009 SR dengan perincian sebagai berikut:

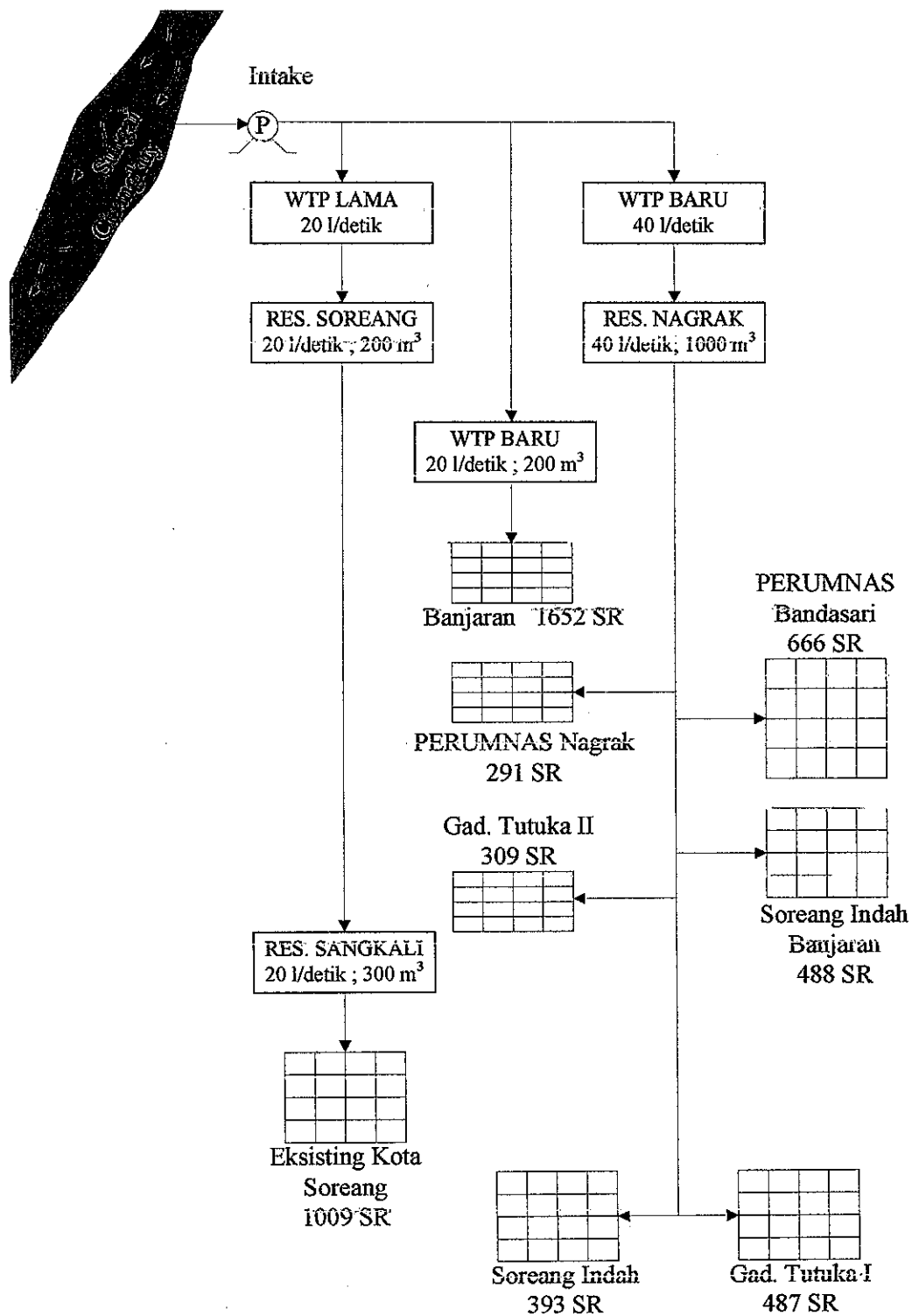
- | | | | |
|-------------|---------------|-------|----------------------|
| 1. Blok I | Sangkalani | 18 SR | dengan pipa OD 75 mm |
| 2. Blok II | Andir | 29 SR | dengan pipa OD 75 mm |
| 3. Blok III | Panyirapan | 38 SR | dengan pipa OD 75 mm |
| | Nyalindung | 13 SR | dengan pipa OD 50 mm |
| | Sindangwargi | 17 SR | dengan pipa OD 50 mm |
| | Lembur Picung | 43 SR | dengan pipa OD 50 mm |
| | Peundeuy | 5 SR | dengan pipa OD 50 mm |

4. Blok IV	Ciburial	70 SR	dengan pipa OD 75 mm
5. Blok V	Bojong	105 SR	dengan pipa OD 75 mm
6. Blok VI	Lembur Tegal	21 SR	dengan pipa OD 75 mm
7. Blok VII	Soreang Kolot	34 SR	dengan pipa OD 75 mm
8. Blok VIII	Soreang Utara	24 SR	dengan pipa OD 75 mm
9. Blok IX	Raya Soreang	25 SR	dengan pipa OD 75 mm
10. Blok X	Pajagalan	23 SR	dengan pipa OD 75 mm
	Cipanjang	30 SR	dengan pipa OD 50 mm
	BBk Cebek	18 SR	dengan pipa OD 50 mm
	Sukarame	22 SR	dengan pipa OD 50 mm
	Sadu	27 SR	dengan pipa OD 50 mm
	Ciputih	5 SR	dengan pipa OD 50 mm
	Kp. Cebek	111 SR	dengan pipa OD 75 mm
11. Blok XI	Sukamaju	61 SR	dengan pipa OD 75 mm
	Pasantren	80 SR	dengan pipa OD 50 mm
	Cigembreg	14 SR	dengan pipa OD 50 mm
	Ciloa	25 SR	dengan pipa OD 50 mm
	Pangipasan	42 SR	dengan pipa OD 50 mm
	Cipatik	57 SR	dengan pipa OD 50 mm
30. Blok XII	Raya Soreang	26 SR	dengan pipa OD 75 mm
31. Blok XIII	Jl. Raya Kaum	26 SR	dengan pipa OD 75 mm

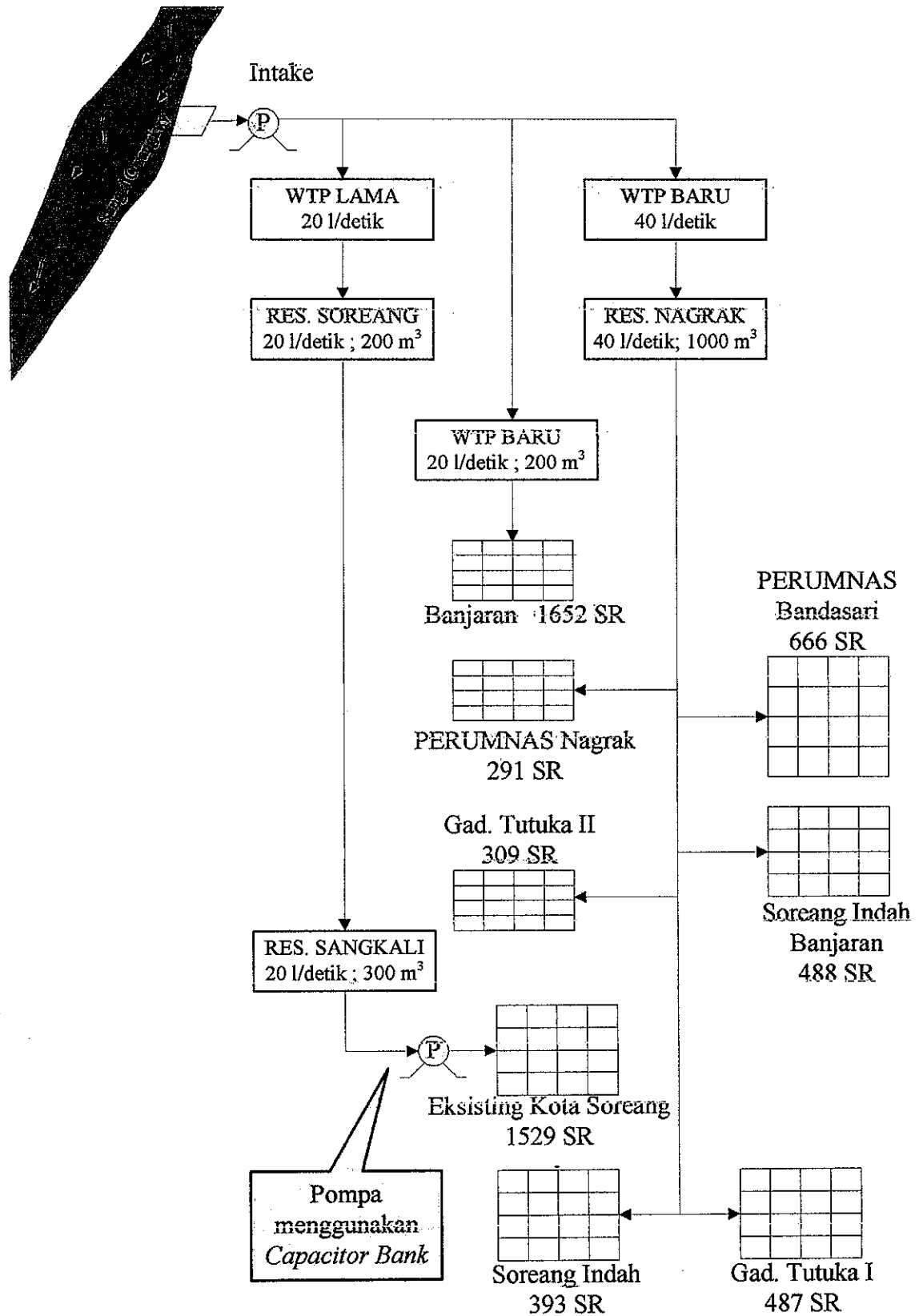
Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Skematik Daerah Pelayanan Eksisting



Gambar 2.5 Skematik Daerah Pelayanan Eksisting Kota Soreang



Gambar 2.6 Skematik Lokasi Pemasangan Capacitor Bank Eksisting

2.5 Prediksi Kebutuhan Air Bersih Kota Soreang Tahun 2010

Dari Tabel Kriteria Perencanaan Air Bersih (Lampiran 1) diketahui data: (Sumber: Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum)

Konsumsi unit Sambungan Rumah (SR)	150	l/orang/hari
Konsumsi unit Kran Umum (KU)	30	l/orang/hari
Konsumsi unit non domestik	20 - 30	%
Kehilangan air	20 - 30	%
Faktor max day	1,1	
Faktor peak-hour	1,5	
Jumlah jiwa per SR	6	jiwa
Jumlah jiwa per KU	100	jiwa
Sisa tekan di jaringan distribusi	10	(mka)
Jam operasi	24	Jam
Volume reservoir (% max day demand)	20	%
SR : KU	80 : 20	
Cakupan Pelayanan	90	%

Jumlah penduduk Soreang tahun 2010 (PEMKAB Bandung) 112.670 jiwa

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Jumlah penduduk yang dilayani: (0,9) (112.670) jiwa = 101.403 jiwa

Kebutuhan Domestik:

Sambungan langsung : (0,8) (101.403) (150)l/orang/hari = 12.168.360 l/hari

Sambungan kran umum: (0,2) (101.403) (30) l/orang/hari = 608.418 l/hari

Sub total kebutuhan domestik 12.776.778 l/hari

Kebutuhan non domestik 25% dari kebutuhan domestik: 3.194.195 l/hari

Sub total kebutuhan domestik dan non domestik = 15.970.973 l/hari

Kehilangan air 25 % dari kebutuhan rata-rata = 5.323.658 l/hari

Total kebutuhan air rata-rata = 21.294.630 l/hari

Kebutuhan debit air pada hari maksimum: (1,1) (21.294.630) = 23.424.093 l/hari

= 271,11 l/det

Kebutuhan debit air pada jam puncak: (1,5) (21.294.630) = 31.941.945 l/hari

= 369,70 l/det

Jadi, kebutuhan air bersih untuk daerah tersebut pada tahun 2010 adalah sebesar 271,11 l/det

Jadi Volume resevoir = 0,20 X 23.424.093 l/hari = 4.684,819 m³/hari

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Magnet

Semua magnet mempunyai 2 kutub : Kutub utara dan Kutub Selatan. Bumi adalah magnet, ujung utara adalah magnet, ujung Utara sebagai Kutub Utara dan ujung Selatan sebagai Kutub Selatan.

Telah kita ketahui, kutub-kutub yang senama akan tolak menolak dan kutub-kutub yang tidak senama akan tarik-menarik. Garis-garis yang menghubungkan Kutub Utara dan Kutub Selatan dari magnet, dinamakan Flux. Lapangan dimana Flux ini bekerja dinamakan medan magnet. Fluks ini dapat melalui semua benda-benda dan isolasi-isolasi seperti : gelas, mica, kayu, udara atau benda-benda lain yang lazim dipakai sebagai isolasi alat-alat listrik. Besi lunak adalah benda yang paling baik sebagai penghantar fluks dari pada semua benda-benda yang lain, karena itu besi lunak banyak dipakai sebagai bagian-bagian dari alat motor listrik.

3.2 Arus Listrik

Arus listrik satu ampere adalah jumlah elektron (diukur dengan coulomb) yang mengalir selama satu detik. Untuk mengukur besarnya ampere digunakan Amper-Meter, memakainya disambung seri dengan salah satu kabel. Amper-Tang (Clamp-on ammeter) juga suatu alat yang dipakai untuk mengukur besarnya ampere, memakainya ujung amper-tang dililitkan pada salah satu kabel, bekerjanya berdasarkan induksi.

3.3 Tahanan

Tahanan adalah hasil bagi antara beda potensial antara ujung-ujung penghantar dan kuat arus yang mengalir melalui kawat tersebut.

Dengan rumus :

$$R = \frac{V}{I}$$

Di mana R adalah resistansi dalam ohm (Ω), V adalah beda potensial dalam volt (V), I adalah kuat arus dalam ampere (A)

3.4 Tegangan

Tegangan listrik yang diperlukan untuk mengalirkan arus listrik sebesar 1 Ampere dengan tahanan sebesar 1 Ohm, dinamakan 1 volt. Untuk mengukur besarnya Volt dipakai Volt-meter, memakainya dihubungkan dengan paralel dengan kedua kabel.

Tegangan yang banyak dipakai : 100 – 125 Volt, 200 – 240 Volt dan 380 – 440 Volt. Menurut rumus hukum Ohm : $\text{Amp} = \text{Volt}/\text{Ohm}$ atau $I = V/R$ di mana:

I = Intensity = aliran (A)

V = Tegangan (V)

R = Resistance = Tahanan (Ω)

3.5 Daya Listrik

Daya listrik yang mempunyai arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt, dinamakan 1Watt.

Pada arus searah : $W = V \times I$

Pada arus bolak-balik : $W = V \times I \times \text{Cos } \phi$

Phasa (Ph)

3 phasa ada 4 kabel : 3 phasa dan 1 netral atau 0

Pada aliran listrik 3 phase kita mempunyai 4 buah kabel, dimana 1 buah dinamakan O atau netral dan yang tiga buah dinamakan R, S dan T, dimana

R = phasa ke-1, S = phasa ke-2, T = phasa ke-3.

3.6 Rendemen Motor (Motor efficiency)

Rendemen atau hasil guna adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan oleh motor pada porosnya (output), dengan daya yang diperlukan oleh motor pada terminal (input) pada satuan yang sama, dan dinyatakan dalam %

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100 \%$$

3.7 Cycle

Cycle sering juga disebut frekuensi. Jumlah perubahan lengkap pada aliran tukar yang terjadi dalam satu detik, dinamakan 1 cycle. Satuannya:

Cycle per second (cps)

Period per second (pps)

Hertz (Hz)

3.8 Capacitor

Capacitor sering juga disebut Condensor atau Condensator. Capacitor adalah alat listrik yang dapat menyimpan muatan listrik. Capacitor terdiri atas dua lapis logam tipis yang mempunyai penghantar listrik yang baik, diantaranya diberi isolasi atau dielectric. Isolasi atau dielectric tersebut dapat terdiri atas : ruangan udara, mica, kertas, gelas, minyak dan sebagainya. Luas dari logam tipis dan kualitas dari dielectric adalah yang menentukan daya simpan listriknya. Daya simpan listrik tersebut atau kapasitasnya diukur dengan Farad (F), atau Micro Farad (MFD = μF)

1 Farad = 1.000.000 Micro Farad.

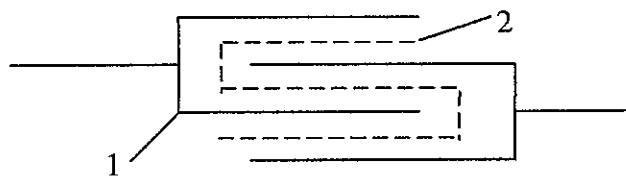
1 Micro Farad = 1.000.000 Pico Farad

Capacitor juga dinilai dengan Volt, yaitu menentukan daya tahannya terhadap tegangan yang melalui kedua logam tipis, tanpa membuat bunga api pada isolasinya. Janganlah menghubungkan capacitor dengan aliran listrik, jika tegangan yang diukur pada kedua terminal Capacitor tersebut, lebih tinggi 110 % dari pada Volt yang tertera pada capacitor.

Keterangan mengenai Micro Farad, Volt dan untuk listrik AC dan DC, selalu disebutkan dan dicetak pada capacitor. Prinsip kerja dari Capacitor adalah sebagai berikut: Jika kedua terminal dari Capacitor dihubungkan dengan aliran listrik bolak-balik (AC), maka Capacitor tersebut akan diisi, selama Volt dan Amper dari aliran listrik positif, maka salah satu terminal dan logam tipis di dalamnya menjadi jenuh dengan elektron, sedangkan logam tipis yang lain jumlah elektronnya berkurang dan protonnya bertambah.

Jika aliran listrik bertukar dengan adanya perubahan cycle, muatan listrik tersebut akan dibuang kembali pada waktu Volt dan Ampere dari aliran listrik negatif. Waktu elektron tersebut dibuang, maka muatannya yang disimpan dapat menimbulkan sumber tenaga baru dan dapat menyebabkan tambahan arus pada lilitan pembantu dari motor listrik. Capacitor ada 2 macam :

1. Start Capacitor atau Dry Capacitor.
2. Run Capacitor atau Electrolytic Capacitor.

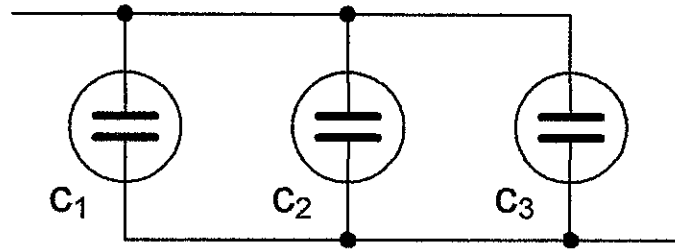


1. Logam tipis , 2. Isolasi

Gambar 3.1 Diagram konstruksi capacitor

Jumlah kapasitas dari capacitor yang dihubungkan secara paralel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

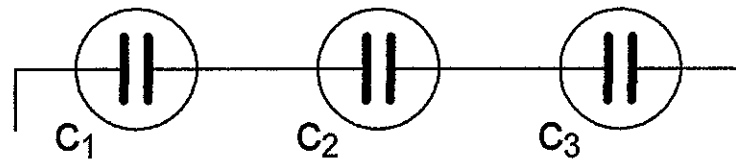
$$C_t = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$



Gambar 3.2 Capacitor dihubungkan secara paralel

Capasitansi total dari beberapa capacitor yang dihubungkan secara seri dapat dihitung dengan rumus:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



Gambar. 3.3 Capacitor dihubungkan secara seri

Keterangan:

C_t = Jumlah efektif kapasitansi (μf)

C_1 = Kapasitas dari capacitor No 1 (μf)

C_2 = Kapasitas dari capacitor No.2 (μF)

C_3 = Kapasitas dari capacitor No 3 (μF)

C_n = Kapasitas dari capacitor No.n (μF)

3.9 Faktor Daya dan Biaya kVArh

3.9.1 Faktor Daya

Penjumlahan vektor dari daya aktif dan daya reaktif akan menghasilkan daya nyata.

Faktor daya (PF) adalah perbandingan antara daya aktif P dengan daya nyata S, jadi Faktor Daya sama dengan $\cos \varphi$.

$$PF = \frac{\text{daya aktif}}{\text{daya nyata}}$$

$$PF = \frac{P}{S} = \cos \varphi$$

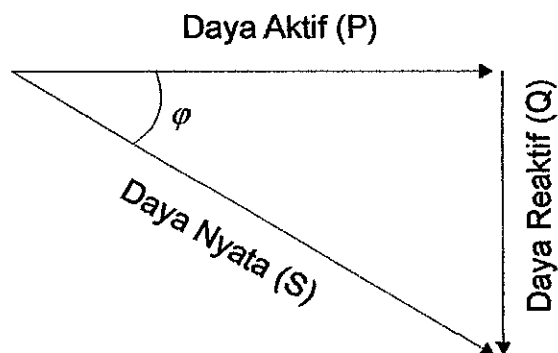
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Dimana:

S = daya nyata (kVA)

P = daya aktif (kW)

Q = daya reaktif (kVArh)

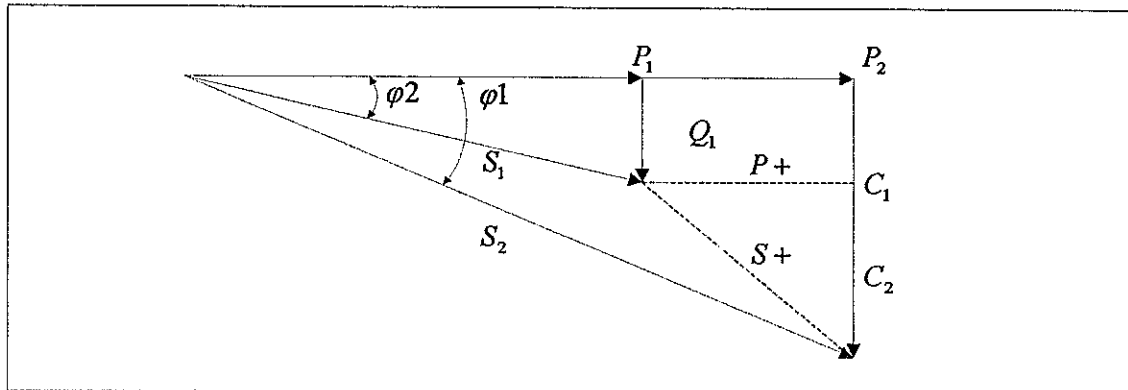


Gambar 3.4 Diagram Faktor Daya

Untuk mencari harga daya reaktif Q dapat dilakukan dengan cara mengalikan daya nyata S dengan $\sin \varphi$, atau dengan cara daya aktif P dikalikan $\tan \varphi$.

$$Q = S \times \sin \varphi \text{ atau } Q = P \times \tan \varphi$$

Apabila dipasang capacitor, faktor dayanya $\cos \varphi$ akan berubah menjadi lebih besar atau dengan kata lain besar sudut φ menjadi kecil mendekati garis daya aktif (P), hal tersebut dapat dianalisa dari gambar di bawah ini.



Gambar. 3.4 Perubahan Faktor Daya karena bertambahnya beban induktif

Dari Gambar 3.4 di atas terlihat bahwa dengan bertambahnya beban induktif, maka komponen $I \cos \varphi$ bertambah besar dan komponen arus $I \sin \varphi$ juga bertambah besar. Hal ini akan mengakibatkan perubahan daya nyata dan juga perubahan sudut Q tersebut sehingga berakibat faktor dayanya berkurang. Terlihat bahwa pada kondisi ke-1 besarnya masing-masing daya tersebut sebagai berikut.

$$P_1 = V_1 I_1 \cos \varphi_1$$

$$Q_1 = V_1 I_1 \sin \varphi_1$$

$$S_1 = V_1 I_1$$

Setelah dilakukan penambahan beban induktif, maka akan mengakibatkan $\cos \varphi_2$ lebih kecil dari $\cos \varphi_1$, dimana pada keadaan kedua berlaku persamaan:

$$P_2 = V_2 I_2 \cos \varphi_2$$

$$Q_2 = V_2 I_2 \sin \varphi_2$$

$$S_2 = V_2 I_2$$

Dengan menganggap $V_2 = V_1$ dan arus $I_2 = I_1$, maka:

$$I_1 \cos \varphi_1 < I_2 \cos \varphi_2$$

$$I_1 \sin \varphi_1 < I_2 \sin \varphi_2$$

sehingga didapatkan:

$$S_1 < S_2 \text{ dan } Q_1 < Q_2$$

dengan demikian sistem telah mengalami perubahan dalam pembebanannya, sehingga $\cos \phi_1 < \cos \phi_2$ atau terjadi penurunan faktor daya dari sistem yang disebabkan bertambahnya daya induktif.

3.9.2 Biaya kVARh

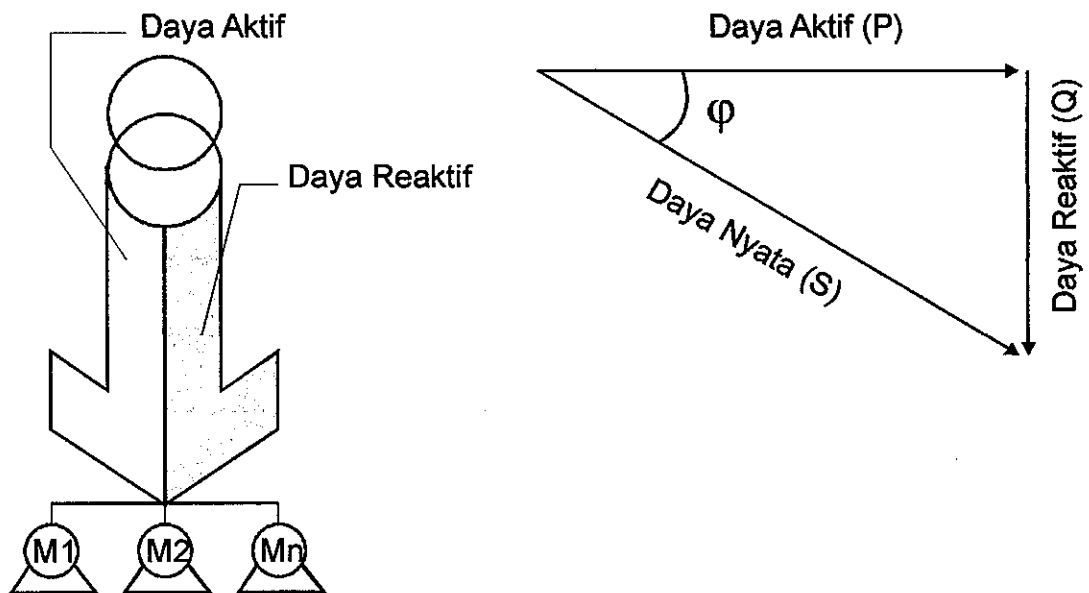
PLN membebankan biaya kelebihan pemakaian kVARh apabila :

1. Faktor daya ($\cos \phi$) < 0.85
2. Pemakaian kVARh total $> 0.62 \times$ pemakaian kWh total (LWBP + WBP)

PLN akan membebaskan biaya pemakaian kVARh sebesar ($0.62 \times \text{kWh}_{\text{total terpakai}}$)
 $= 0.62 (\text{kWh}_{\text{LWBP}} + \text{kWh}_{\text{WBP}})$

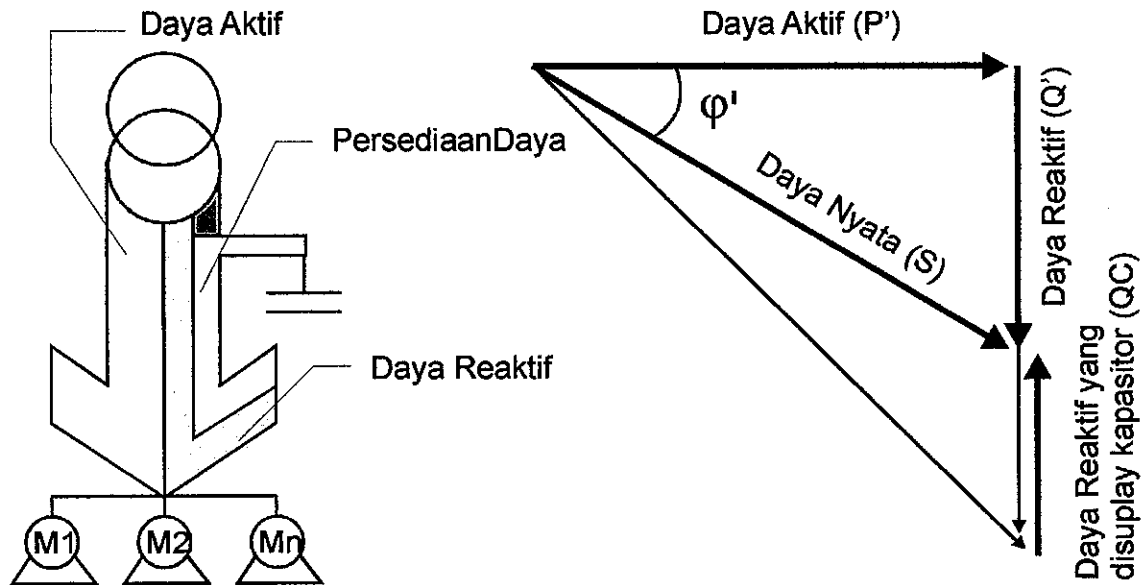
3.10 Prinsip kompensasi

Prinsip Kompensasi Sebelum Memakai *Capacitor Bank*



Gambar 3.6 Prinsip kompensasi sebelum memakai *Capacitor Bank*

Apabila pompa nomor 1, nomor 2, sampai nomor n beroperasi tanpa *Capacitor Bank*, maka daya reaktifnya akan besar, hal ini disebabkan oleh sudut ϕ yang besar seperti terlihat pada gambar di atas.



Gambar 3.7 Prinsip kompensasi setelah memakai *Capacitor Bank*

Akibat $Q' < Q$, maka $S' < S$

Apabila pompa beroperasi memakai *Capacitor Bank*, maka daya reaktifnya akan kecil, karena ada persediaan daya dari *Capacitor Bank* atau sebagian daya reaktifnya disuplai oleh *Capacitor Bank* (Q_C) maka sudut ϕ nya mengecil sehingga daya nyatanya (S) akan berubah menjadi S' yang mendekati daya aktif (P') seperti terlihat pada gambar di atas.

3.11 Daya CWP (Centrifugal Water Pump) Hubungannya Dengan Kapasitas Air Bersih

Power input dari pompa (CWP) adalah energi mekanik pada kopling atau shaft pompa yang diserap dari penggerak.

Power input dari CWP dapat dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{Q_{air} \cdot H \cdot \gamma}{367 \cdot \eta} \quad (\text{kW}) \quad \text{atau} \quad P = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{270 \cdot \eta} \quad (\text{hp})$$

dimana : P = Daya aktif (kW)

Q_{air} = kapasitas pompa (m^3/jam)

H = Total head (meter)

γ = Berat jenis air (kg/dm^3)

η = efisiensi pompa (%)

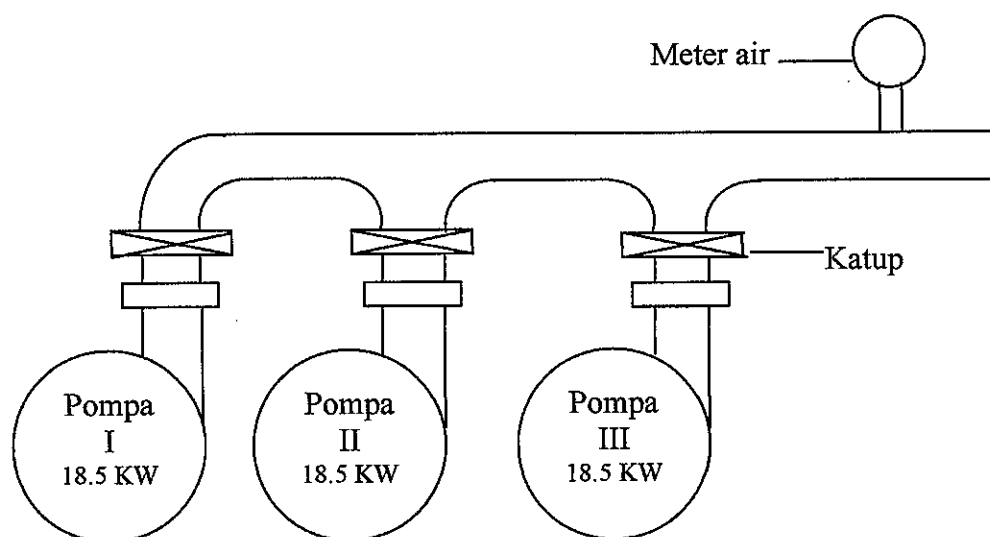
367 = faktor konversi

270 = faktor konversi

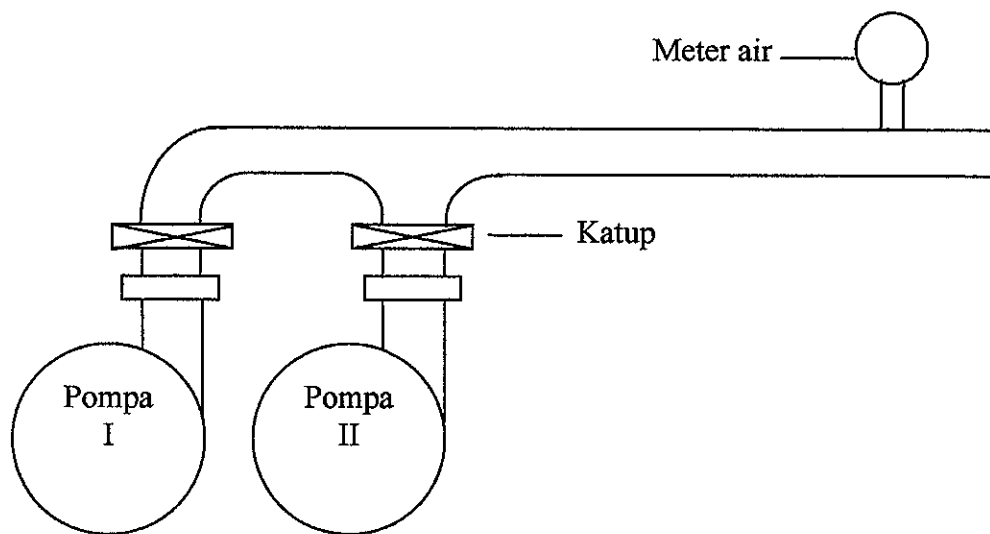
$$\text{Daya air} = \frac{P}{Q_{\text{air}}} \left[\text{Wh} / \text{m}^3 \right]$$

3.12 Pengoperasian Pompa

Di reservoir Sangkali, terdapat tiga buah pompa (CWP) untuk mendistribusikan air bersih ke tiap Sambungan Rumah (SR). Pada pengoperasian pompa dengan memakai *Capacitor Bank* digunakan 2 buah pompa yang bekerja bersama-sama bila kebutuhan SR besar, sedangkan apabila kebutuhan SR rendah hanya dioperasikan satu pompa. Khusus untuk penggunaan dua buah pompa, maka pengoperasiannya dilakukan secara berganti pasangan, misalnya CPW nomor 1 dengan CPW nomor 2, CPW nomor 1 dengan CPW nomor 3, atau CPW nomor 2 dengan CPW nomor 3. Pertukaran pasangan tersebut dilakukan dengan maksud agar jam operasi ketiga pompa dicapai secara bersamaan, misalnya CPW nomor 3 sudah mencapai 100 jam operasi, apabila CPW nomor 1 dan CPW nomor 2 belum mencapai 100 jam operasi, maka pasangan tersebut harus dioperasikan supaya mencapai 100 jam operasi seperti terlihat pada Gambar 3.8 dan 3.9.



Gambar 3.8 Pompa Distribusi di Reservoir Sangkali



Gambar 3-8 Pengopersian Dua Buah Pompa

3.13 Kebijakan Pengembangan Air Bersih

3.13.1 Sistem Pelayanan Air Bersih

Sesuai dengan RTRW Kabupaten Bandung, pengembangan sistem penyediaan air bersih Kota Soreang akan dilakukan dengan sistem regional, yaitu suatu sistem yang terpadu (terkoneksi) antara sistem pelayanan air bersih kota Soreang / Katapang, Banjaran, Margahayu, dan Dayeuhkolot. Sistem tersebut dapat juga dipecah menjadi sistem Soreang / Katapang dan Banjaran serta sistem Margahayu dan Dayeuhkolot.

Berdasarkan studi Rencana Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih 6 kota di Kabupaten Bandung (Larona S. Eng, 1993), pelayanan air bersih kota Soreang dikembangkan dalam satu sistem pelayanan dengan kota Banjaran dengan menggunakan sumber air baku dari Sungai Cisangkuy.

Berdasarkan arahan RTRW dan studi tersebut, maka direkomendasikan untuk suatu sistem penyediaan air bersih terpadu bagi kota Soreang / Katapang dengan kota Banjaran.

3.13.2 Sumber Air Baku

Mengacu pada perkiraan kebutuhan pelayanan air bersih perpipaan sampai tahun 2005 (tahap I) dan sampai tahun 2010 (tahap II), berarti total kebutuhan air rata-rata khusus bagi kota Soreang sebesar 116,6 l/dtk tahap satu dan 173,7 l/dtk tahap II (lihat Lampiran 2) Kondisi eksisting (tahun 2000) tersedia WTP 30 l/dtk, masing-masing 30 l/dtk untuk kota Soreang dan 30 l/det Kecamatan Banjaran. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut diperlukan tambahan air baku.(Sumber PEMKAB Bandung).

Hasil analisis Pemerintah Kabupaten Bandung tahun 2001, ketersediaan air tanah dalam ternyata sangat terbatas, hanya dapat diperoleh sekitar 5 l/dtk tiap sumur bor pada kedalaman 100 m. Sedangkan sumber mata air juga terbatas (1 sampai 3 l/dtk). Berdasarkan data RTRW Kabupaten Bandung 2001, total kapasitas sumber mata air di Kecamatan Soreang sekitar 37 l/dtk.

Sumber air baku potensial adalah air permukaan dari Sungai Cisangkuy, sebagaimana yang dipergunakan saat ini dengan lokasi intake di Desa Jatisari Kecamatan Banjaran , sekitar 7 km dari kota Soreang. Kualitas air pada lokasi intake tersebut sangat keruh (berlumpur) akibat adanya PLTA di bagian hulu.

Untuk itu, berdasarkan studi pengembangan oleh PT Lorona, direkomendasikan lokasi intake dikembangkan ke bagian atas dari lokasi PLTA, yaitu di Desa Cikalong di dekat lokasi pengambilan air baku oleh PDAM Kota Bandung .

Dengan debit sungai rata-rata 10,8 m³/dtk dengan minimum 5,6 m³/dtk, maka pengambilan air baku untuk keperluan Kota Soreang / Katapang dan Kota Banjaran diperkirakan tidak menjadi masalah.

3. 13.3 Ketersediaan Air

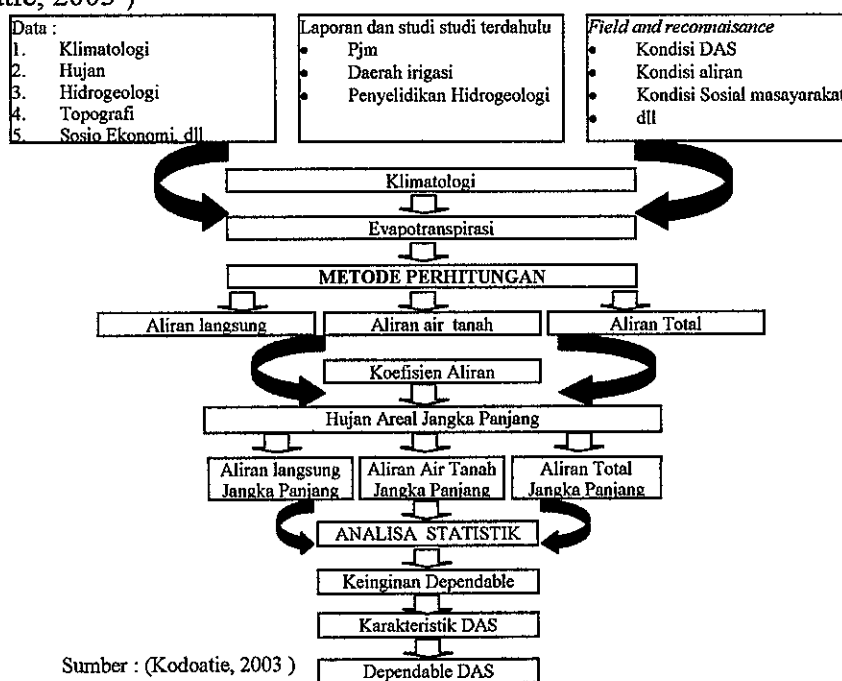
Sumber air beserta seluruh potensinya adalah salah satu sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya sepanjang masa. Sumber air tersebut dapat berupa sungai, danau, waduk, mata air dan sumber-sumber air lainnya mempunyai nilai sosial dan ekologi serta potensi ekonomi yang harus dikembangkan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat (Pasal 33 ayat (3) UUD 1945).

Wilayah Indonesia yang di dalamnya terdapat 5.590 sungai utama sejalan dengan Peraturan Menteri PU No.39/PRT/1989 dikelompokkan menjadi 90 satuan wilayah sungai (SWS), yang pada kenyataannya saat ini Wilayah Sungai atau Daerah Aliran Sungai (DAS) atau daerah pengaliran sungai (DPS) atau river basin yang merupakan bagian dari SWS dapat dikategorikan sangat kritis, DAS kritis dan DAS kurang kritis. (Mohd. Ali, 2000).

Pada beberapa DAS di pulau Jawa, penurunan kualitas air sangat mengkhawatirkan misalnya di DAS Citarum Hulu. Peningkatan ketersediaan air sehat (*safe water*) menjadi harapan masyarakat. Ketersediaan air bersih, yang biasa diartikan sebagai air yang terbebas dari limbah kimia industri dan limbah cair lainnya, mungkin masih mengandung kontaminasi lainnya. Reservoir air bersih diperlukan karena adanya fluktuasi pemakaian air harian didaerah pelayanan. Air bersih hasil pengolahan akan ditampung oleh reservoir sebesar Qmd (debit harian maksimum) dan harus didistribusikan sewaktu-waktu dengan debit puncak. Volume air (v) direservoir harus dapat memenuhi pada saat kebutuhan puncak, dengan adanya tambahan fluktuasi pemakaian air sebesar 15% - 20%. Volume air yang tersedia di reservoir dihitung sebagai berikut:

$$V = (15-20)\% \times Q_{md} \times 86.400 \text{ liter} = (15-20)\% \times 86,4 Q_{md} \text{ m}^3$$

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat pendekatan umum perhitungan ketersediaan air (Robert J. Kodoatie, 2003)



Sumber : (Kodoatie, 2003)

Gambar 3.9 Pendekatan Umum Perhitungan Ketersediaan Air

3.13.4 Kebutuhan Air

Yang dimaksud dengan kebutuhan air ialah kebutuhan air sehari-hari yang diperlukan oleh manusia dalam menjalani hidup ini, meliputi air bersih domestik dan non domestik, air irigasi untuk pertanian, air kolam untuk perikanan dan air untuk penggelontoran saluran drainase.

1) Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik, untuk keperluan rumah tangga ditentukan oleh jumlah penduduk dan konsumsi perkapita. Pertumbuhan (*Growth Rate Trends*) bergantung juga pada populasi dan rencana pengembangan dari RTRW Kabupaten/Kota.

Parameter utama dalam menentukan kebutuhan air domestik ialah estimasi populasi untuk masa yang akan datang. Kebutuhan air di daerah perkotaan, semi perkotaan atau daerah rural perlu dianalisis karena karakteristik kebutuhan airnya berbeda.

2) Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik ialah untuk industri, pariwisata, tempat ibadah (Mesjid, Gereja, Kelenteng), tempat sosial, tempat-tempat komersial dan tempat/fasilitas umum kebutuhan air komersial ini cenderung meningkat sejalan dengan pertambahan penduduk dan perubahan tata guna lahan, besarnya antara 20%-25% dari jumlah produksi air.

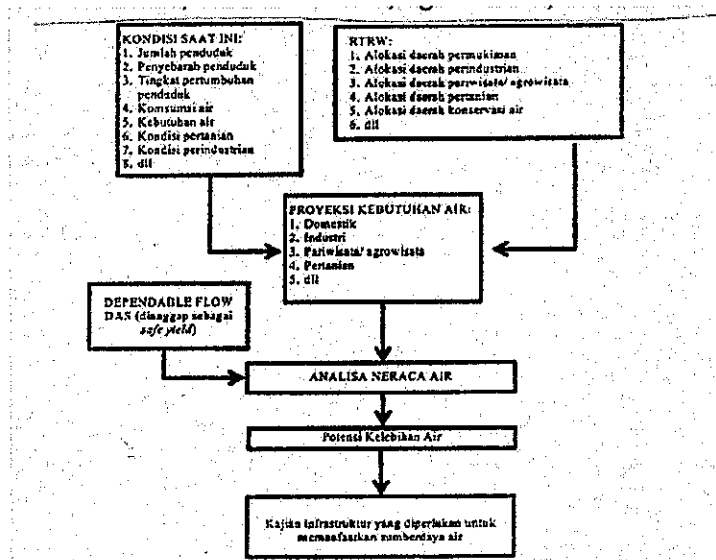
Dari Tabel Kriteria Perencanaan Air Bersih (Lampiran 1) diketahui data: (Sumber: Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum)

Konsumsi unit Sambungan Rumah (SR)	150	l/orang/hari
Konsumsi unit Kran Umum (KU)	30	l/orang/hari
Konsumsi unit non domestik	20 - 30	%
Kehilangan air	20 - 30	%
Faktor max day	1,1	
Faktor peak-hour	1,5	
Jumlah jiwa per SR	6	jiwa
Jumlah jiwa per KU	100	jiwa
Sisa tekan di jaringan distribusi	10	(mka)
Jam operasi	24	Jam
Volume reservoir (% max day demand)	20	%
SR : KU	80 : 20	
Cakupan Pelayanan	90	%

Jumlah penduduk Soreang tahun 2010 (PEMKAB Bandung) 112.670 jiwa

Kebutuhan air untuk fasilitas umum (fasum), fasilitas sosial (fasos), fasilitas pendidikan, fasilitas ibadah dan gedung-gedung pemerintahan, besarnya sekitar 5% dari total produksi kebutuhan air untuk industri, dapat diestimasi sebesar 2% dari total produksi.

Pada Gambar 3.10 dapat dilihat Pendekatan Umum Analisis Kebutuhan Air (Kodoatie, 2003).



Sumber : (Kodoatie, 2003).

Gambar 3.11 Pendekatan Analisis Kebutuhan Air

3.14 Langkah-langkah Pengembangan Air Bersih

Untuk mencapai sasaran dan kebijakan pengembangan penyediaan air bersih sebagaimana diuraikan, perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Penyiapan pengambilan sumber air baku dari Sungai Cisangkuy di lokasi Desa Cikalong, ke arah hulu dari lokasi intake yang digunakan saat ini, yang diperlukan adalah izin pemanfaatan, pembangunan intake, pipa transmisi air baku, bangunan prasedimentasi serta pompa dan gensetnya.
- Penambahan kapasitas produksi (Lampiran 2), sebesar:

Tahun 2003 : 60 l/dtk

Tahun 2005 : 60 l/dtk

Tahun 2009 : 30 l/dtk

- Penambahan kapasitas reservoir menjadi 3300 m³ untuk pemakaian hingga tahun 2010.
- Pemasangan pipa transmisi air bersih dari Desa Cikalong ke Kota Soreang.
- Perluasan jaringan pipa distribusi dan penambahan Sambungan Rumah sebanyak 14.760 SR dan 55 HU hingga tahun 2010 (Sumber: PEMKAB Bandung).

Kebutuhan dan langkah pengembangan air bersih dapat dilihat pada Rencana Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih (Lampiran 3), sedangkan proyeksi kebutuhan air Kota Soreang dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.15 Anggapan Dasar

Menurut Winarno Surakhmad (1979 : 79), “Anggapan dasar atau postulat ialah sebuah titik tolak pemikiran yang kebenarannya diterima oleh peneliti”

Pentingnya perumusan anggapan dasar dalam suatu penelitian menurut Suharsimi Arikunto (1989:55), yaitu :

1. Agar ada dasar berpijak yang kuat bagi masalah yang sedang diteliti.
2. Untuk mempertegas variabel yang menjadi pusat perhatian.
3. Guna menentukan dan merumuskan hipotesis.

Dalam penelitian ini penulis merumuskan anggapan dasar sebagai berikut:

1. Pemasangan *Capacitor Bank* dapat mempengaruhi tingkat pelayanan air bersih.
2. Tingkat pelayanan air bersih yang dicapai akan tinggi atau sesuai dengan yang diharapkan apabila pengoperasian CWP distribusi dipasang *Capacitor Bank*.
3. *Capacitor Bank* adalah alat yang dapat menghemat pemakaian energi listrik.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan suatu prosedur atau cara yang ditempuh dalam mencapai tujuan tertentu. Untuk menentukan suatu metode penelitian memerlukan beberapa pertimbangan-pertimbangan yang berhubungan dengan penelitian itu sendiri, diantaranya tujuan dan situasi penelitian.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif analitik pada pengaruh pemasangan *Capacitor Bank* terhadap tingkat pelayanan. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Nana Sudjana (2001:64), yaitu:

“Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala , peristiwa, kejadian yang terjadi pada saat sekarang. Dengan perkataan lain, penelitian deskriptif mengambil masalah atau memusatkan perhatian kepada masalah-masalah aktual sebagaimana asalnya pada saat penelitian dilaksanakan.”

4.2 Populasi dan Sampel

Kegiatan penelitian selalu berhubungan dengan objek penelitian yang merupakan sumber utama untuk memperoleh data yang diperlukan, objek penelitian ini disebut populasi. Dalam hal ini Nana Sudjana (2001:6) menegaskan bahwa “Populasi adalah totalitas semua nilai yang mungkin hasil perhitungan atau pengukuran, baik kuantitatif maupun kualitatif mengenai karakteristik dari semua anggota kumpulan yang lengkap dan jelas yang ingin dipelajari sifat-sifatnya”.

Sampel adalah sebagian atau wakil dari populasi yang diteliti. Menurut Sugiono (2001:57) sampel harus diartikan sebagai berikut:

“Karena tidak mungkinnya menyelidiki selalu langsung menyelidiki segenap populasi padahal tujuan penyelidikan adalah menemukan generalisasi secara umum, maka seringkali penyelidik terpaksa menggunakan sebagian saja populasi, yaitu sebuah sampel yang dipandang representatif terhadap populasi itu.”

Suharsimi Arikunto (1997:120), menyatakan bahwa penarikan sampel adalah untuk sekedar perkiraan, maka apabila subjeknya kurang dari 100, lebih baik diambil

semua sehingga penelitian merupakan penelitian populasi. Selanjutnya jika jumlah subjeknya banyak, dapat diambil antara 10%-15% atau 20%-25% atau lebih.

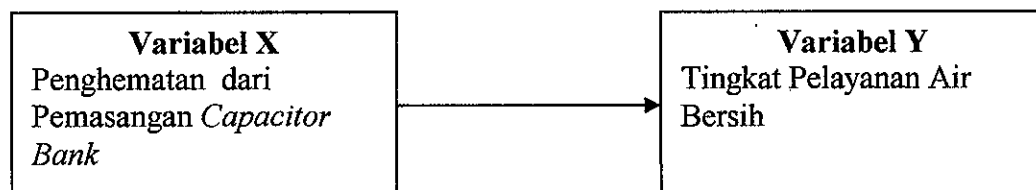
4.3 Variabel Penelitian

Variabel adalah gejala yang bervariasi yang menjadi objek penelitian. Menurut Nama Sudjana dan Ibrahim (2001:10) menyatakan bahwa "...variabel adalah ciri atau karakteristik dari individu, objek, peristiwa yang nilainya bisa berubah-ubah". Ciri itu memungkinkan untuk dilakukan pengukuran secara kuantitatif dan kualitatif. Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*).

Variabel bebas yaitu variabel yang mempengaruhi, yang diberi notasi X, sedangkan variabel terikat yaitu variabel yang dikenai pengaruh, yang diberi notasi Y, berdasarkan pendapat di atas, maka penelitian ini ditetapkan variabel-variabel yang berkaitan dengan masalah penelitian sebagai berikut:

- a. Sebagai variabel bebas (X) adalah Penghematan Dari Pemasangan *Capacitor Bank*.
- b. Sebagai variabel terikat (Y) adalah Tingkat Pelayanan Air Bersih.

Secara sistematis hubungan antara variabel-variabel tersebut dapat digambarkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hubungan Antara Variabel Penelitian

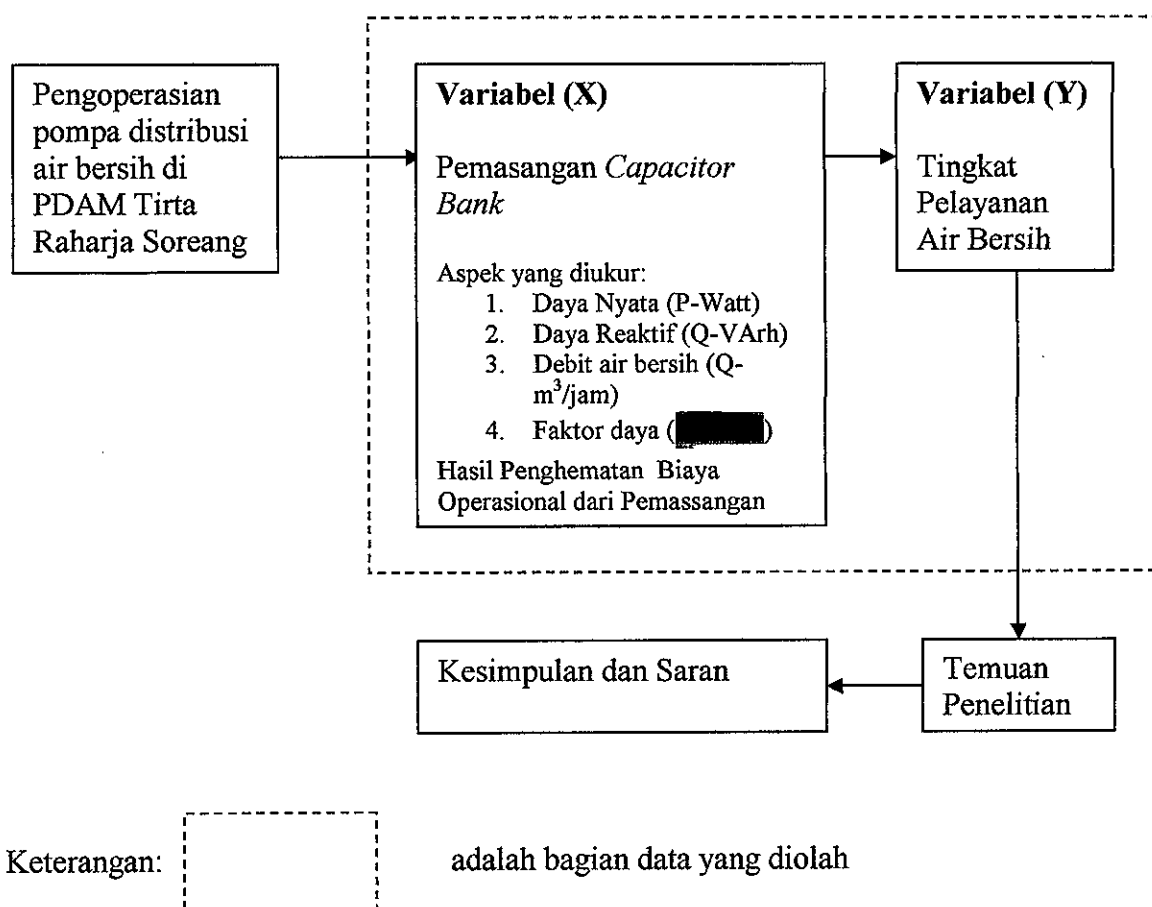
4.4 Paradigma Penelitian

Paradigma penelitian diperlukan untuk memperjelas gambaran tentang variabel-variabel di dalam penelitian. menurut Sugiono (2001:25) menyatakan bahwa:

"Paradigma penelitian dapat diartikan sebagai pandangan atau model, atau pola pikir yang dapat menjabarkan berbagai variabel yang akan diteliti kemudian membuat hubungan antara suatu variabel dengan variabel lain, sehingga akan mudah dirumuskan masalah penelitiannya, pemilihan teori yang relevan, rumusan

hipotesis yang diajukan, metode / strategi penelitian, instrumen penelitian, teknik analisa yang akan digunakan serta kesimpulan yang diharapkan.”

Nana Sudjana (2001:48) berpendapat bahwa paradigma adalah model atau skema yang mendasari atau merupakan pandangan tentang sesuatu, pandangan itu belum tentu merupakan jawaban terhadap suatu persoalan, tetapi memberikan petunjuk bagaimana persoalan tersebut sebaiknya ditelaah dan dipecahkan. Berdasarkan hipotesis yang diajukan, maka permasalahan dapat diuraikan dalam bentuk paradigma dan hubungan antara kedua variabel di atas dapat digambarkan seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Paradigma Penelitian

4.5 Data dan Sumber Data

Data adalah hasil pencatatan dari peneliti, baik yang berupa fakta maupun angka. Data merupakan segala fakta dan angka yang dapat dijadikan bahan untuk menyusun

suatu informasi, sedangkan informasi adalah hasil pengolahan data yang dipakai untuk suatu keperluan.

Data yang akan diolah adalah data hasil pengamatan pengoperasian pompa tahunan, yaitu dari rentang waktu bulan Oktober 2003 sampai dengan bulan September 2004 di PDAM Tirta Raharja Soreang, sedangkan sumber data lainnya diperoleh dari lembaga-lembaga lainnya yang berkaitan dengan keperluan penelitian ini.

4.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan dalam pengambilan data penelitian untuk variabel X adalah data tabulasi dari penghematan biaya operasional pompa distribusi air bersih tahunan dari PDAM Tirta Raharja Soreang, yaitu dari Oktober 2003 sampai dengan bulan September 2004. Data lainnya adalah data dari PLN untuk data Tarif Dasar Listrik (TDL) dan PEMKAB Bandung.

Variabel Y adalah tabulasi debit air bersih dari penghematan biaya operasional pompa distribusi.

4.7 Teknik Analisis Data

Agar diperoleh hasil penelitian yang maksimal pada pengaruh pemasangan *Capacitor Bank* terhadap tingkat pelayanan air bersih di PDAM Tirta Raharja di Kota Soreang, maka diperlukan rancangan penelitian yang terarah, dalam hal ini dilakukan beberapa pekerjaan sebagai berikut :

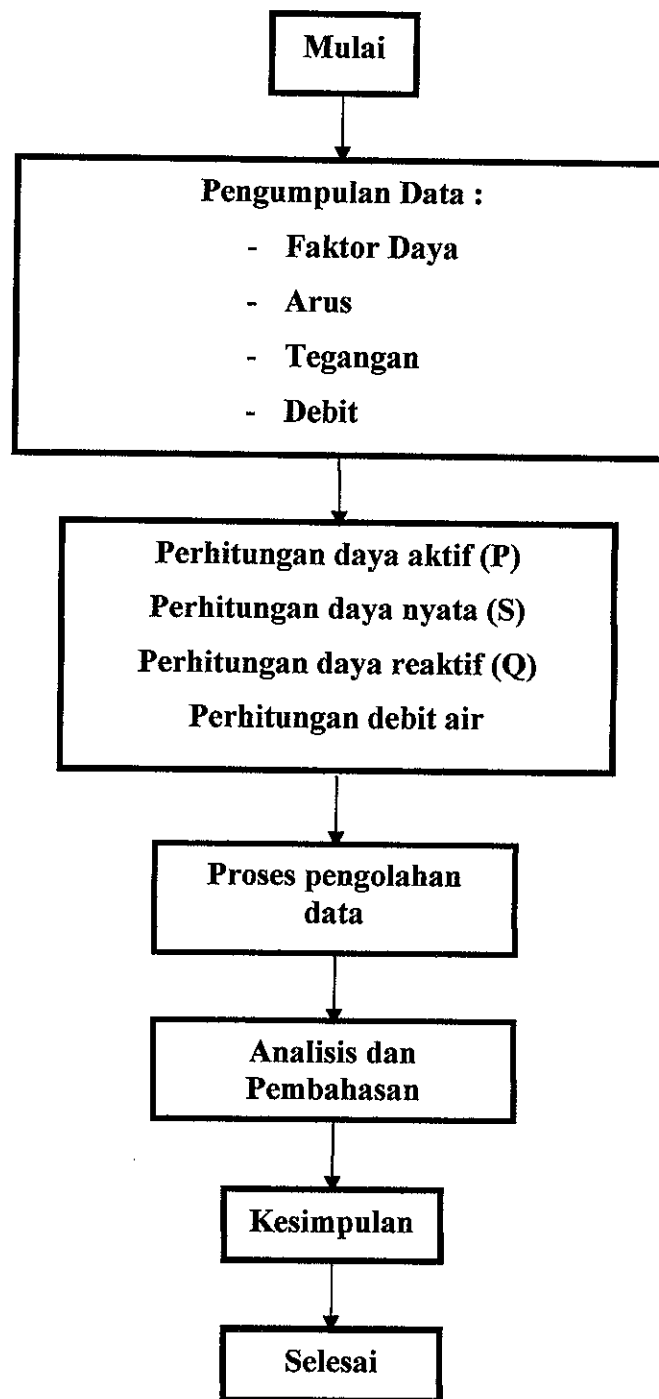
- 1) Melakukan pengumpulan data yang berpengaruh dan terkait pada pemasangan *Capacitor Bank* termasuk data penunjang seperti pola operasi eksisting dalam beberapa tahun terakhir.
- 2) Mengolah data yang telah dikumpulkan tersebut sesuai dengan karakteristik yang ada seperti data debit, arus, tegangan, $\cos \phi$, $\tan \phi$.
- 3) Melakukan perhitungan dengan menggunakan software Microsoft Excel sebagai salah satu cara untuk mengkonfirmasi langkah-langkah yang dilakukan sesuai dengan prosedur SPSS.
- 4) Membuat dan menyusun tabel dan grafik sebagai data yang akan dihitung oleh SPSS.
- 5) Merumuskan pola pengoperasian pompa (CWP) yang didasarkan pada hasil pengukuran.

- 6) Melakukan simulasi terhadap pola pengoperasian pompa (CWP) eksisting dan pola pengoperasian *Capacitor Bank* dan pengaruhnya terhadap tingkat pelayanan.
- 7) Membandingkan hasil pola pengoperasian pompa tanpa *Capacitor Bank* dengan kondisi eksisting setelah memakai *Capacitor Bank* dan menganalisa terhadap pola tingkat pelayanan.

Langkah-langkah di bawah ini adalah tahap pengukuran yang dilakukan untuk menghitung aspek-aspek penting yang akan digunakan pada proses berikutnya dengan menggunakan software Microsoft Office – Excel versi 2000 dilanjutkan dengan software SPSS Windows versi 11.

1. Untuk mendapatkan harga $\cos \phi$ pada CWP, maka harus dilakukan dengan menggunakan alat $\cos \phi$ meter pada setiap pompa.
2. Besarnya arus (amper) pada CWP setiap jam harus dicatat dari ampere meter yang terpasang pada panel listrik atau dengan menggunakan ampere tang pada setiap pompa.
3. Besarnya tegangan (volt) pada CWP setiap jam dicatat dari volt meter yang terpasang pada panel listrik atau dengan menggunakan AVO meter (Multitester) pada setiap pompa.
4. Untuk mengetahui debit air (m^3/jam) harus dicatat dari WM (water meter) air bersih yang didistribusikan.

Adapun diagram alir pengumpulan dan pengolahan data, dapat dilihat pada halaman berikutnya.



Gambar 4-3 Diagram Alir Pengumpulan dan Pengolahan Data

4.8 Pola Beban CWP

Dari hasil pengamatan pengoperasian pompa, akan didapat data:

I = Ampere [dari panel listrik]

V = Volt [dari panel listrik]

$\text{Cos } \phi$ = [dari hasil ukur motor pompa]

Debit = [kapasitas pompa dari meter air pipa distribusi]

$\text{Tan } \phi$ = [dihitung dari harga $\text{Cos } \phi$]

Phasa = 3 [untuk arus 3 phasa didapat harga $\sqrt{3}$, untuk menghitung daya listrik]

Karena tujuan penelitian ini adalah mencari pengoperasian system pompa yang menggunakan *Capacitor Bank* dan tanpa menggunakan *Capacitor Bank* sehingga didapat perbedaan pemakaian daya aktif dan daya reaktif dari energi listrik.

Dengan mengamati beban pompa tiap-tiap jam selama tiga bulanan yang menggunakan *Capacitor Bank* dan tanpa menggunakan *Capacitor Bank*, maka didapat pola beban rata-rata harian, bulanan, dan tahunan.

4.9 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan terdiri atas dua bagian yaitu:

1. Tingkat Pelayanan Teknis

Yang termasuk pelayanan teknis misalnya : pemasangan pipa distribusi, perbaikan pipa, penambahan debit air bersih dan penambahan Sambungan Rumah (SR).

2. Tingkat Pelayanan Non Teknis

Yang termasuk pelayanan non teknis misalnya : pendaftaran pelanggan baru, kemudahan pembayaran rekening air bersih.

Tingkat pelayanan yang di bahas dalam penelitian ini adalah tingkat pelayanan teknis pada pengoperasian CWP distribusi saja, yaitu penambahan debit air bersih dari penghematan pembayaran rekening listrik yang dikonversikan ke debit air bersih kemudian ke penambahan Sambungan Rumah (SR) tanpa menghitung biaya yang lain.

Penambahan debit air bersih dari selisih hasil perhitungan pembayaran rekening listrik tanpa dipasang *Capacitor Bank* dengan dipasang *Capacitor Bank*, kemudian dikonversikan ke debit air bersih

Dari debit air dikonversikan lagi ke jumlah Sambungan Rumah (SR)

BAB V

PENGOLAHAN DATA

Dari hasil pengukuran Volt, Amper dan $\text{Cos } \varphi$, dapat dihitung besarnya, P (daya aktif), Q (daya reaktif) dan S (daya nyata) untuk setiap jamnya. Juga dapat diketahui harga rata-rata P, Q, S untuk setiap bulan.

Biaya pemakaian P pada luar waktu beban puncak (LWBP) dan P pada waktu beban puncak (WBP) antara jam 18 sampai jam 22, maka dapat dihitung dengan mengalikan tarif dasar listrik (TDL tahun 2003).

Biaya pemakaian Q juga dapat dihitung dengan cara mengalikan Q yang harus dibayar dengan tarif dasar listrik (TDL tahun 2003). Dari hasil pengamatan Water Meter (WM) dapat diketahui besarnya debit air setiap jamnya, maka dapat dihitung debit air bersih rata-rata per bulan.

5.1 Pola Debit Pompa Distribusi

Tabel 5.1, adalah tabel pengamatan tanggal 1-12-2003 memakai *Capacitor Bank* dan Tabel 5.2 data perhitungan dalam kondisi tanpa *Capacitor Bank* dipergunakan sebagai contoh. Data perhitungan dalam kondisi tanpa *Capacitor Bank* dijadikan pembandingan untuk memprediksi tingkat pelayanan pada periode berikutnya dengan dasar bahwa daya aktif dan debit air sebelum memakai *Capacitor Bank* adalah sama dengan sesudah memakai *Capacitor Bank*.

Sedangkan Tabel 5.3, Tabel 5.4, Tabel 5.5 adalah debit air rata-rata tiap jam hasil pengamatan bulan Juli 2004 sampai dengan bulan September 2004 tanpa *Capacitor Bank* maupun memakai *Capacitor Bank* adalah sama, karena diukur pada waktu dan pompa yang sama. Dari data tersebut dapat dihitung debit pompa air tiga bulanan rata-rata tiap harinya = 1715 m^3 (Gambar 5.3).

Gambar 5.4 adalah gambar pola debit air gabungan rata-rata satu tahun (12 bulanan) dapat dilihat debit pompa air rata-rata tiap harinya = $1702,8 \text{ m}^3/\text{hari}$ sedangkan debit pompa air tiga bulanan rata-rata tiap harinya $1715 \text{ m}^3/\text{hari}$.

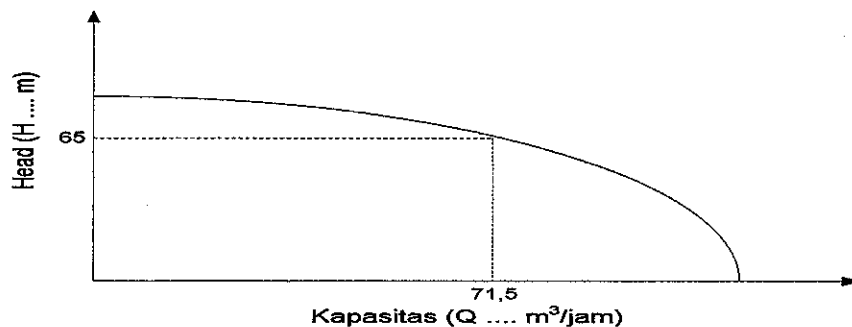
Prosentase selisih debit air tiga bulanan dengan dua belas bulanan sebesar = $1715-1702,8$ dibagi dengan 1715 dikali $100\% = 0,007 = 0,7 \%$. Berdasarkan prosentase tersebut, karena hasilnya sangat kecil, maka perhitungan selanjutnya diambil debit air tiga bulanan (lihat Gambar 5.5).

5.2 Hubungan Head Dengan Daya Pompa

Dari hasil pengukuran head setiap jam maka didapat besarnya head rata-rata yaitu sebesar 65 m (lihat Tabel 5.1).

Besarnya efisiensi pompa $\eta = 42,5 \%$ (dari hasil analisis PDAM), $Q_{air} = 1715 \text{ m}^3/\text{hari} = 71,5 \text{ m}^3/\text{jam}$ (lihat Gambar 5.4)

$$P = \frac{Q_{air} \cdot H \cdot \gamma}{367 \cdot \eta} \text{ (kW)} \quad \rightarrow \quad P = \frac{71,5 \times 65 \times 1}{367 \times 0,425} = 29,4 \text{ (kW)}$$



Gambar 5.1 Kurva Head Pompa

5.3 Debit Air Bersih Eksisting Pada Hari Maksimum dan Jam Puncak

Besarnya debit maksimum dalam satu tahun terjadi pada hari ke-14 di Bulan September, yaitu $1945 \text{ m}^3 / \text{hari}$. (dapat dilihat pada Lampiran 6)

Sedangkan debit hari rata-rata sebesar $1715 \text{ m}^3 / \text{hari}$ (lihat Gambar 5.4).

Debit jam puncak terjadi pada hari ke-15, jam 6 pada Bulan Agustus, yaitu $120 \text{ m}^3/\text{jam}$. (dapat dilihat pada Lampiran 7).

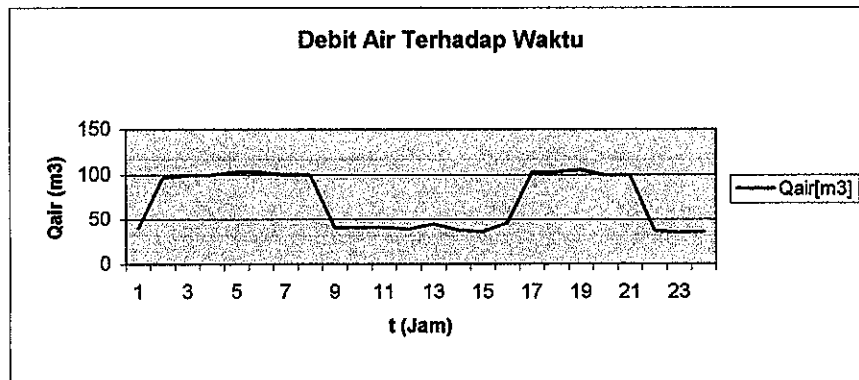
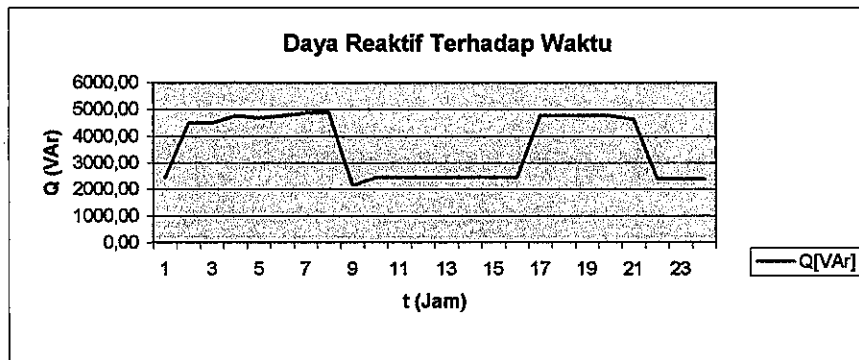
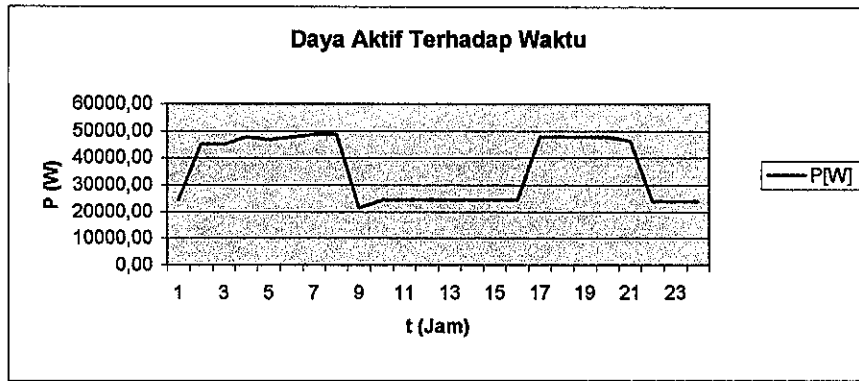
Volume reservoir 300 m^3 , dimensinya = panjang x lebar x tinggi = $10 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 3 \text{ m}$.

Tabel 5.1 HASIL PENGAMATAN HARIAN MEMAKAI CAPACITOR BANK

Hari Senin, 1 Desember 2003											
Jam	Luar Waktu Beban Puncak (LWBP)										
	$\sqrt{3}$	V	A	S (VA)	Cos ϕ	P (W)	Tg ϕ	Q (VAr)	Pompa No	Q air (m ³)	Head
1	1,73	420	34	24704,40	0,99	24457,36	0,1	2445,74	1	40	61
2	1,73	410	64	45395,20	0,99	44941,25	0,1	4494,12	1&2	97	66
3	1,73	410	64	45395,20	0,99	44941,25	0,1	4494,12	1&2	99	68
4	1,73	410	68	48232,40	0,99	47750,08	0,1	4775,01	1&2	100	69
5	1,73	402	68	47291,28	0,99	46818,37	0,1	4681,84	2&3	103	81
6	1,73	410	68	48232,40	0,99	47750,08	0,1	4775,01	2&3	103	82
7	1,73	418	68	49173,52	0,99	48681,78	0,1	4868,18	2&3	100	81
8	1,73	418	68	49173,52	0,99	48681,78	0,1	4868,18	2&3	100	80
9	1,73	419	30	21746,10	0,99	21528,64	0,1	2152,86	2	41	63
10	1,73	419	34	24645,58	0,99	24399,12	0,1	2439,91	1	41	60
11	1,73	419	34	24645,58	0,99	24399,12	0,1	2439,91	1	41	59
12	1,73	419	34	24645,58	0,99	24399,12	0,1	2439,91	1	39	58
13	1,73	419	34	24645,58	0,99	24399,12	0,1	2439,91	1	45	57
14	1,73	419	34	24645,58	0,99	24399,12	0,1	2439,91	1	38	57
15	1,73	419	34	24645,58	0,99	24399,12	0,1	2439,91	1	36	60
16	1,73	419	34	24645,58	0,99	24399,12	0,1	2439,91	1	46	61
17	1,73	410	68	48232,40	0,99	47750,08	0,1	4775,01	2&3	102	75
23	1,73	410	34	24116,20	0,99	23875,04	0,1	2387,50	1	35	61
24	1,73	410	34	24116,20	0,99	23875,04	0,1	2387,50	1	36	60
Jumlah				648327,88		641844,60		64184,46		1242	
Rata-Rata				34122,52		33781,29		3378,13		65,37	
Pem = Rata-rata x 19 Jam				648,33 kVAh		641,84 kWh		64,18 kVArh		1242,00	

Hari Senin, 1 Desember 2003											
Jam	Waktu Beban Puncak (WBP)										
	$\sqrt{3}$	V	A	S (VA)	Cos ϕ	P (W)	Tg ϕ	Q (VAr)	Pompa No	Q air (m ³)	Head
18	1,73	410	68	48232,40	0,99	47750,08	0,1	4775,01	2&3	103	65
19	1,73	410	68	48232,40	0,99	47750,08	0,1	4775,01	2&3	105	67
20	1,73	410	68	48232,40	0,99	47750,08	0,1	4775,01	2&3	99	66
21	1,73	410	66	46813,80	0,99	46345,66	0,1	4634,57	2&3	99	69
22	1,73	410	34	24116,20	0,99	23875,04	0,1	2387,50	1	37	60
Jumlah				215627,20		213470,93		21347,09		443	
Rata-Rata				43125,44		42694,19		4269,42		88,60	
Pem = Rata-rata x 19 Jam				215,63 kVAh		213,47 kWh		21,35 kVArh		443,00	

+ WBP) dan Kapasitas Air Per Hari				
	S (VA)	P (W)	Q (VAr)	Q air (m ³)
Luar Waktu Beban Puncak	648,33	641,84	64,18	1242,00
Waktu Beban Puncak	215,63	213,47	21,35	443,00
Pemakaian Total Per Hari	863,96 kVAh	855,32 kWh	85,53 kVArh	1685,00



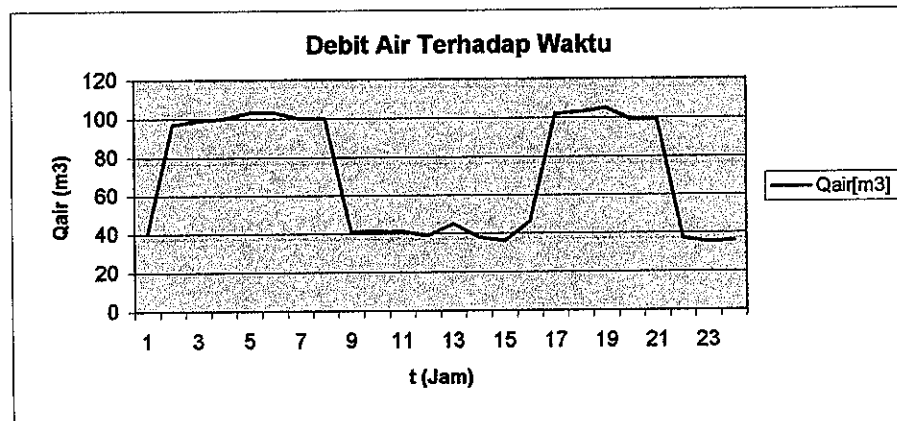
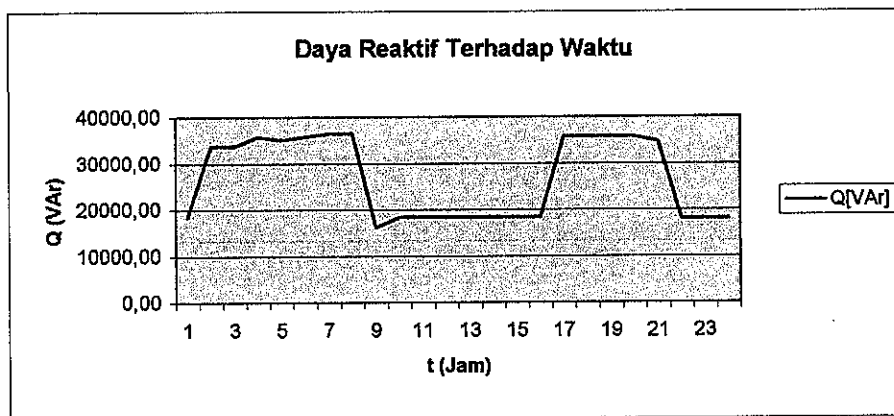
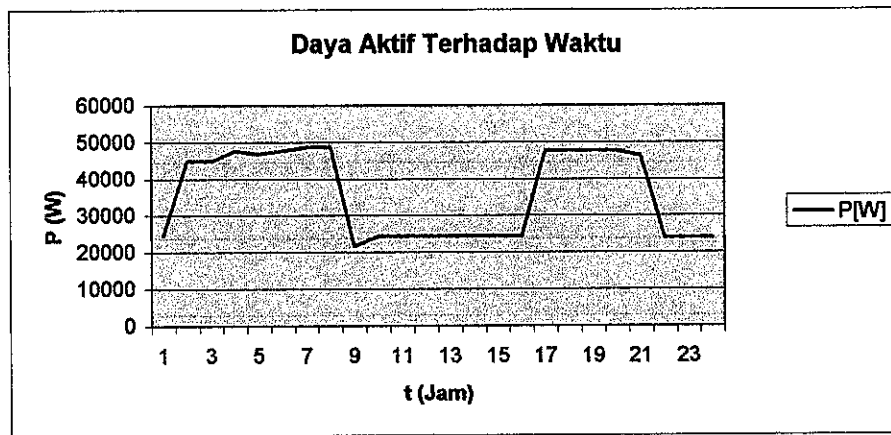
Gambar 5.2 HASIL PENGAMATAN HARIAN MEMAKAI CAPACITOR BANK, 1 DESEMBER 2003

Tabel 5.2 HASIL PERHITUNGAN HARIAN TANPA MEMAKAI CAPACITOR BANK

Hari Senin, 1 Desember 2003											
Jam	Luar Waktu Beban Puncak (LWBP)										
	$\sqrt{3}$	V	A	S (VA)	Cos ϕ	P (W)	Tg ϕ	Q (VAr)	Pompa No	Q air (m ³)	Head
1	1,73	465	38	30571,70	0,8	24457	0,75	18343,02	1	40	59
2	1,73	477,5	68	56176,56	0,8	44941	0,75	33705,94	1&2	97	75
3	1,73	477,5	68	56176,56	0,8	44941	0,75	33705,94	1&2	99	74
4	1,73	479,2	72	59687,60	0,8	47750	0,75	35812,56	1&2	100	77
5	1,73	469,8	72	58522,96	0,8	46818	0,75	35113,78	2&3	103	81
6	1,73	479,2	72	59687,60	0,8	47750	0,75	35812,56	2&3	103	82
7	1,73	488,5	72	60852,23	0,8	48682	0,75	36511,34	2&3	100	83
8	1,73	488,5	72	60852,23	0,8	48682	0,75	36511,34	2&3	100	83
9	1,73	457,5	34	26910,80	0,8	21529	0,75	16146,48	2	41	62
10	1,73	463,9	38	30498,91	0,8	24399	0,75	18299,34	1	41	58
11	1,73	463,9	38	30498,91	0,8	24399	0,75	18299,34	1	41	56
12	1,73	463,9	38	30498,91	0,8	24399	0,75	18299,34	1	39	58
13	1,73	463,9	38	30498,91	0,8	24399	0,75	18299,34	1	45	57
14	1,73	463,9	38	30498,91	0,8	24399	0,75	18299,34	1	38	57
15	1,73	463,9	38	30498,91	0,8	24399	0,75	18299,34	1	36	56
16	1,73	463,9	38	30498,91	0,8	24399	0,75	18299,34	1	46	55
17	1,73	479,2	72	59687,60	0,8	47750	0,75	35812,56	2&3	102	78
23	1,73	454	38	29843,80	0,8	23875	0,75	17906,28	1	35	47
24	1,73	454	38	29843,80	0,8	23875	0,75	17906,28	1	36	46
Jumlah				802305,75		641844,60		481383,45		1242	
Rata-Rata				42226,62		33781,29		25335,97		65,37	
Pem = Rata-rata x 19 Jam				802,31 kVAh		641,84 kWh		481,38 kVArh		1242,00	

Hari Senin, 1 Desember 2003											
Jam	Waktu Beban Puncak (WBP)										
	$\sqrt{3}$	V	A	S (VA)	Cos ϕ	P (W)	Tg ϕ	Q (VAr)	Pompa No	Q air (m ³)	Head
18	1,73	479,2	72	59687,60	0,8	47750	0,75	35812,56	2&3	103	66
19	1,73	479,2	72	59687,60	0,8	47750	0,75	35812,56	2&3	105	64
20	1,73	479,2	72	59687,60	0,8	47750	0,75	35812,56	2&3	99	67
21	1,73	478,4	70	57932,08	0,8	46346	0,75	34759,25	2&3	99	68
22	1,73	454	38	29843,80	0,8	23875	0,75	17906,28	1	37	58
Jumlah				266838,66		213470,93		160103,20		443	
Rata-Rata				53367,73		42694,19		32020,64		88,60	
Pem = Rata-rata x 19 Jam				266,84 kVAh		213,47 kWh		160,10 kVArh		443,00	

Pemakaian Daya listrik (LWBP + WBP) dan Kapasitas Air Per Hari					
	S (VA)	P (W)	Q (VAr)	Q air (m ³)	
Luar Waktu Beban Puncak	802,31	641,84	481,38	1242,00	
Waktu Beban Puncak	266,84	213,47	160,10	443,00	
Pemakaian Total Per Hari	1069,14 kVAh	855,32 kWh	641,49 kVArh	1685,00	



Gambar 5.3 HASIL PERHITUNGAN HARIAN TANPA MEMAKAI CAPACITOR BANK, 1 DESEMBER 2003

Tabel 5.3 Debit Air Rata-Rata (m³) Tiap Jam, Bulan Juli 2004 (31 hari)

Hari	Jam																															total / 24 hari	rata2 / hari
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24									
1	30	97	102	104	97	97	102	104	44	39	31	33	39	48	103	106	98	97	99	98	33	50	50	1798	75								
2	30	47	97	102	104	97	103	99	96	37	47	23	46	27	37	103	106	102	102	102	40	37	50	50	1634	68							
3	47	47	97	97	102	104	97	104	98	50	33	39	48	46	47	52	106	97	97	100	39	50	50	1744	73								
4	30	37	108	102	104	99	97	87	95	43	43	43	43	43	42	103	106	99	102	100	102	48	50	50	1776	74							
5	30	45	45	45	45	100	100	105	104	40	50	45	33	97	90	97	85	85	96	95	45	45	50	50	1622	68							
6	48	97	97	97	97	98	98	95	47	48	48	47	33	91	91	98	99	100	100	100	40	40	50	50	1869	78							
7	30	37	97	102	104	97	97	102	104	44	39	31	33	39	48	103	106	98	97	99	98	33	50	50	1738	72							
8	30	47	47	102	104	97	103	99	96	37	47	23	33	27	37	103	106	102	102	102	37	50	50	1618	67								
9	47	47	97	102	104	97	97	104	98	50	33	39	48	46	47	52	106	97	97	100	39	50	50	1744	73								
10	30	37	108	102	104	99	97	87	95	43	43	43	43	43	42	103	106	99	102	100	102	48	50	50	1776	74							
11	30	45	45	45	45	100	100	105	104	40	50	45	33	97	90	97	85	85	96	95	45	45	50	50	1622	68							
12	48	97	97	102	104	98	98	95	47	48	48	47	33	91	91	98	99	100	100	100	40	40	50	50	1881	78							
13	30	37	97	102	104	97	97	102	104	44	39	31	33	39	48	103	106	98	97	99	98	33	50	50	1738	72							
14	30	47	47	47	97	97	103	99	96	37	47	23	33	27	37	103	106	102	102	102	37	50	50	1556	65								
15	47	47	97	102	104	97	97	104	98	50	33	39	48	46	47	52	106	97	97	100	39	50	50	1744	73								
16	30	37	108	102	104	99	97	87	95	43	43	43	43	43	42	103	106	99	102	100	102	48	50	50	1776	74							
17	30	45	45	45	45	100	100	105	104	40	33	45	55	97	90	97	85	85	96	95	45	45	50	50	1627	68							
18	48	97	97	102	104	98	98	95	47	48	48	47	46	91	91	98	99	100	100	100	40	40	50	50	1894	79							
19	30	37	97	102	104	97	97	102	104	44	39	31	33	39	48	103	106	98	97	99	98	33	50	50	1738	72							
20	30	47	47	47	97	97	103	99	96	37	47	23	33	27	37	103	106	102	102	102	37	50	50	1556	65								
21	47	47	97	102	104	97	97	104	98	50	33	39	43	43	43	42	103	106	99	102	100	102	48	50	50	1749	73						
22	30	37	105	102	104	99	97	87	95	43	43	43	43	43	42	103	106	99	102	100	102	48	50	50	1773	74							
23	30	45	45	45	45	100	100	105	104	40	33	45	55	97	90	97	85	85	96	95	45	45	50	50	1627	68							
24	48	97	97	102	104	98	98	95	47	48	48	47	46	91	91	98	99	100	100	100	40	40	50	50	1894	79							
25	30	37	97	102	104	97	97	102	104	44	39	31	33	39	48	103	106	98	97	99	98	33	50	50	1798	75							
26	30	47	47	47	97	97	103	99	96	37	33	23	46	27	37	103	106	102	102	102	37	37	50	50	1555	65							
27	47	47	97	102	104	97	97	104	98	50	33	39	43	43	43	42	103	106	99	102	100	102	48	50	50	1749	73						
28	30	37	106	102	104	99	97	87	95	43	43	43	43	43	42	103	106	99	102	100	102	48	50	50	1774	74							
29	30	45	45	45	45	100	100	105	104	40	30	45	33	97	90	97	85	85	96	95	45	45	50	50	1622	68							
30	48	97	97	102	104	98	98	95	47	48	48	47	46	91	91	98	99	100	100	100	40	40	50	50	1879	78							
31	48	97	97	102	104	98	98	95	47	48	48	47	46	91	91	98	99	100	100	100	40	40	50	50	1878	78							
1	1123	1767	2552	2699	2890	3051	3058	3055	2767	1358	1310	1187	1240	1806	1866	2878	3139	3005	3070	3065	2513	1250	1550	1550	53749	2240							
2	36	57	82	87	93	98	99	99	89	44	42	38	40	58	60	93	101	97	99	99	81	40	50	50	1734	72							

Dua baris terakhir masing-masing untuk harga:

1. Total debit air pada jam yang sama.
2. Rata-rata debit air pada jam yang sama

Tabel 5.4 Debit Air Rata-Rata (m³) Tiap Jam, Bulan Agustus 2004 (31 hari)

Hari	Jam																															total / hari	rata2 / hari
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24									
1	30	30	36	97	97	107	104	97	35	26	40	36	36	104	90	103	106	97	97	97	97	35	50	50	1758	73							
2	30	36	36	97	97	97	97	97	39	29	31	74	74	74	90	103	106	111	97	108	26	30	50	50	1702	71							
3	30	36	36	97	97	97	97	97	25	0	0	0	74	30	90	103	106	108	97	97	30	30	50	50	1572	66							
4	30	36	36	97	97	97	97	97	36	39	29	31	35	74	90	103	106	97	97	0	35	26	50	50	1485	62							
5	30	30	36	97	97	97	97	97	39	29	31	74	74	74	90	103	106	98	108	106	30	30	31	34	1600	67							
6	30	36	36	97	97	97	97	97	39	29	31	34	34	74	90	103	106	102	98	98	30	30	31	34	1622	68							
7	30	36	106	106	111	103	97	97	39	29	31	34	88	88	90	103	106	88	84	97	35	26	31	34	1698	71							
8	36	36	97	97	97	97	97	97	39	29	31	34	84	84	90	103	106	102	97	97	35	26	31	34	1739	72							
9	36	36	97	97	97	97	97	97	39	29	31	34	84	84	90	103	106	97	97	97	37	37	31	34	1697	71							
10	36	97	97	97	97	97	97	97	39	46	38	34	84	84	90	103	106	105	97	97	36	36	31	34	1788	75							
11	44	46	96	91	104	107	104	97	39	29	31	34	84	84	90	103	106	95	104	107	35	35	31	34	1743	73							
12	0	91	104	100	111	104	84	97	39	31	35	46	34	84	90	103	106	109	91	109	35	26	31	34	1756	73							
13	40	98	104	97	97	97	97	97	39	29	31	34	84	84	90	103	106	97	100	98	34	31	31	34	1807	75							
14	36	36	97	109	103	103	103	97	39	29	31	34	84	84	90	103	106	97	97	97	37	37	39	39	1748	73							
15	39	39	92	104	103	120	98	97	39	29	31	34	84	84	90	103	106	105	110	110	32	36	32	36	1757	73							
16	36	36	97	97	108	106	106	97	39	29	37	36	84	84	90	103	106	97	97	97	36	37	36	37	1773	74							
17	36	97	97	97	97	97	97	97	39	46	31	34	84	84	90	103	106	97	97	97	35	26	31	34	1802	75							
18	36	97	98	103	113	109	102	97	39	29	31	34	84	84	90	103	106	84	97	97	47	47	31	34	1709	71							
19	36	97	97	97	97	97	97	104	34	39	29	31	34	84	90	103	106	97	100	98	36	30	41	41	1755	73							
20	36	97	97	97	97	97	97	97	104	34	39	41	57	36	84	90	103	106	97	100	98	36	30	41	41	1755	73						
21	36	36	98	97	97	97	97	97	104	34	35	54	29	37	34	90	103	106	106	105	105	29	37	31	34	1631	69						
22	36	102	106	104	97	97	97	97	104	102	29	35	34	34	90	103	106	103	97	97	35	36	31	34	1744	73							
23	36	97	97	97	97	97	97	97	104	102	39	31	34	84	90	103	106	104	100	97	48	46	31	34	1800	75							
24	36	97	97	97	97	97	97	97	104	102	39	31	34	34	90	103	106	104	100	97	48	46	31	34	1750	73							
25	36	36	97	97	97	97	97	97	104	102	39	31	34	34	90	103	106	102	100	100	35	35	31	34	1666	69							
26	36	97	97	97	97	97	97	97	104	102	39	31	34	34	90	103	106	106	97	100	97	48	46	47	46	1715	71						
27	36	97	97	97	97	97	97	97	104	102	39	31	34	34	90	103	106	104	100	97	35	26	47	46	1612	67							
28	36	36	36	36	97	97	97	97	104	102	39	31	34	34	90	103	106	104	100	97	48	46	47	46	1559	64							
29	36	36	36	36	97	97	97	97	104	102	39	31	34	34	90	103	106	104	100	97	48	46	47	46	1455	61							
30	98	97	97	97	97	97	97	97	97	39	29	31	34	34	90	103	106	104	100	97	48	46	47	46	1687	70							
31	98	97	97	97	97	97	97	97	97	39	29	31	34	34	90	103	106	104	100	97	47	46	47	46	1678	70							
1	1777	1971	2608	2871	3081	3090	3029	3077	2730	1178	964	991	1234	2048	2577	3118	3062	2977	3068	2989	1222	1113	1157	1207	5259	2189							
2	38	64	84	93	99	100	98	99	88	38	31	32	40	66	83	101	99	96	99	96	39	36	37	39	1695	71							

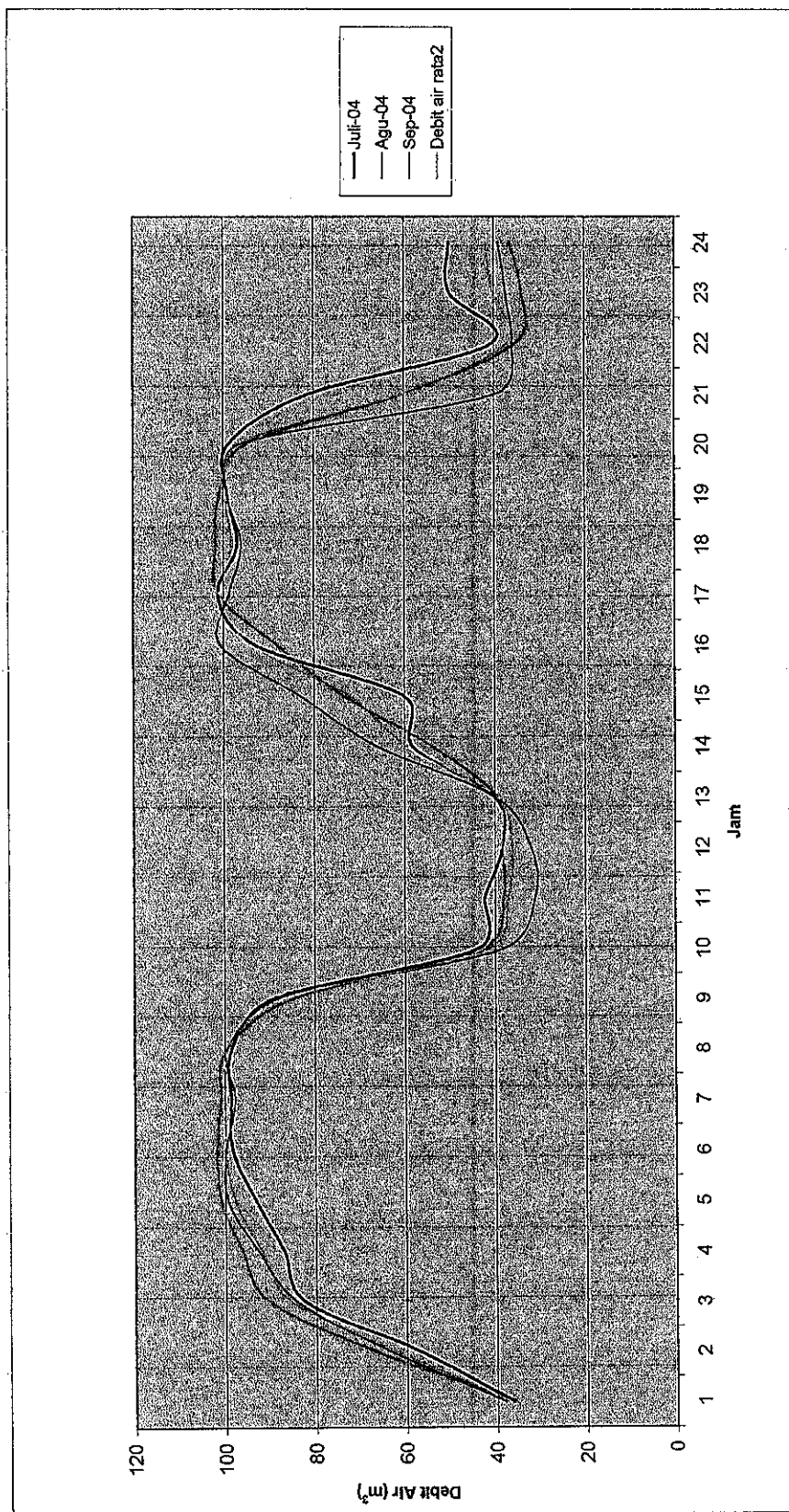
Dua baris terakhir masing-masing untuk harga:

1. Total debit air pada jam yang sama.
2. Rata-rata debit air pada jam yang sama

Tabel 5.5 Debit Air Rata-Rata (m³) Tiap Jam, Bulan September 2004 (30 hari)

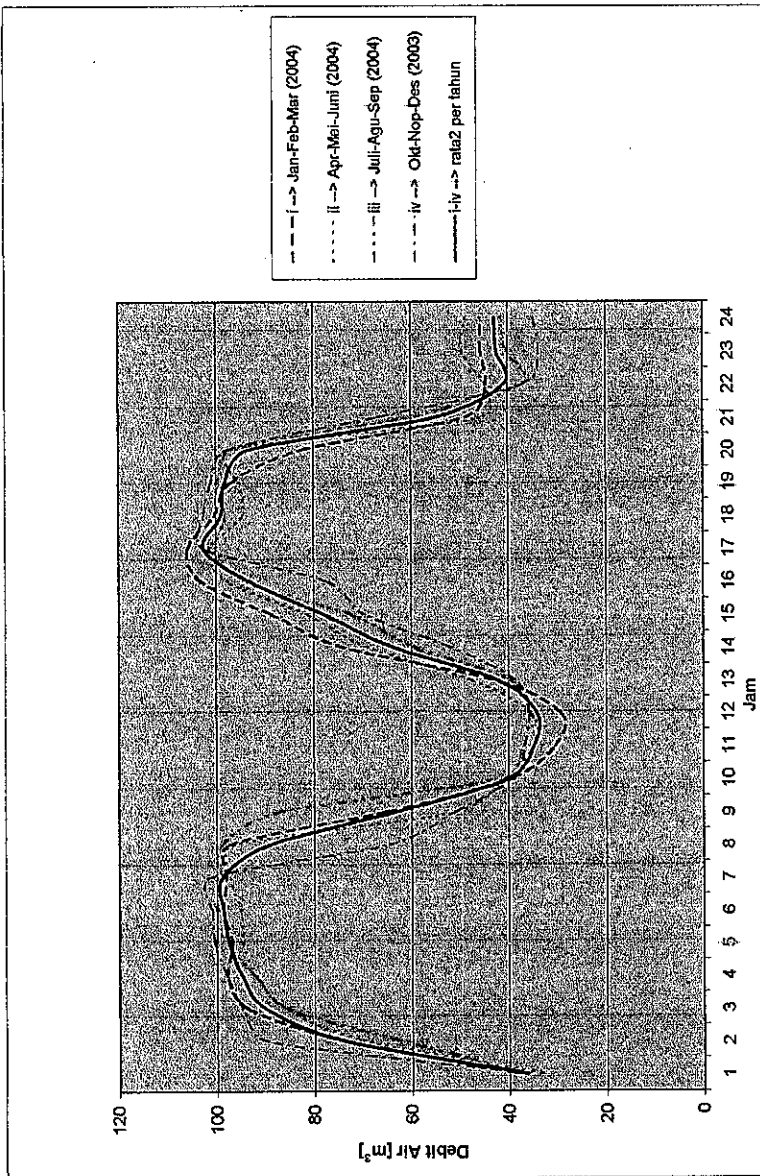
Hari	Jam																														total / 24 hari	rata2 / hari
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24								
1	36	38	117	115	116	99	110	107	111	37	37	38	38	37	37	41	109	103	95	105	41	0	38	37	1642	68						
2	0	0	0	95	105	99	112	110	107	38	37	37	38	38	37	37	35	102	102	104	0	94	32	31	1390	58						
3	32	33	100	103	102	102	108	100	99	35	71	71	74	74	111	87	102	92	100	111	56	38	39	30	1850	77						
4	102	100	110	110	107	106	107	107	105	37	37	38	36	37	46	47	102	103	102	111	100	84	33	34	1901	79						
5	36	105	117	115	116	99	116	116	99	37	37	38	36	37	46	100	102	103	102	0	0	0	38	37	1623	68						
6	0	0	83	95	105	0	0	99	99	22	22	33	23	32	28	118	100	101	102	44	49	0	38	37	1230	51						
7	40	99	100	100	106	98	102	99	99	41	41	34	32	29	30	33	109	107	108	99	99	37	35	36	1713	71						
8	37	35	83	95	105	99	103	101	106	31	51	41	41	39	41	99	102	106	105	95	40	35	31	51	1672	70						
9	37	95	96	93	100	109	103	101	36	31	40	41	36	99	110	99	102	106	105	95	37	35	31	36	1773	74						
10	37	95	98	100	99	102	103	101	106	31	42	41	41	39	99	99	102	106	105	95	37	36	31	35	1780	74						
11	37	88	89	95	105	107	103	101	106	31	38	41	41	39	99	99	102	106	105	95	36	35	31	36	1765	74						
12	37	35	83	97	112	109	105	113	109	31	40	41	41	39	100	99	104	108	107	107	40	35	31	38	1761	73						
13	37	35	83	95	105	107	103	39	37	31	40	41	41	39	36	99	102	106	105	102	109	35	31	38	1596	67						
14	38	100	101	107	106	113	107	99	49	29	30	43	32	78	71	81	100	102	106	97	41	39	37	39	1745	73						
15	40	99	100	100	106	98	102	97	41	41	41	34	32	29	30	99	109	107	108	99	99	37	35	36	1719	72						
16	37	35	83	95	105	107	103	111	101	100	40	41	41	39	100	99	102	106	105	102	109	35	31	41	1868	78						
17	37	93	95	95	105	107	103	100	101	39	40	38	36	39	102	99	102	107	108	99	99	37	31	36	1848	77						
18	38	100	101	107	106	113	107	97	49	29	30	43	32	78	71	98	100	102	106	97	41	0	38	37	1720	72						
19	0	0	0	0	0	98	102	97	41	41	41	34	32	29	30	98	109	107	108	99	99	37	35	36	1273	53						
20	38	100	101	107	106	113	107	97	49	29	30	43	36	78	71	81	100	102	106	97	41	39	37	39	1747	73						
21	37	35	99	100	109	107	103	100	101	39	40	38	36	100	102	99	102	97	97	102	34	35	31	36	1779	74						
22	38	100	101	107	106	113	107	97	49	0	0	0	0	0	78	71	81	100	97	0	97	41	39	37	1498	62						
23	37	35	83	90	93	107	103	100	101	38	39	38	110	108	102	99	102	97	97	102	36	35	31	36	1819	76						
24	40	104	103	104	106	107	103	100	101	40	40	38	41	39	102	109	102	97	106	97	41	39	37	37	1833	76						
25	37	35	83	83	83	107	103	100	101	102	40	38	41	39	102	99	102	97	105	102	109	35	31	36	1810	75						
26	37	90	97	93	97	107	103	100	101	37	38	38	41	39	102	110	112	97	105	102	101	36	36	35	1854	77						
27	37	38	99	100	105	107	103	100	101	102	40	38	41	100	102	101	99	97	105	102	109	35	34	31	1926	80						
28	37	86	93	93	94	107	103	100	101	102	40	38	41	100	102	99	102	97	108	99	99	37	31	36	1945	81						
29	37	99	110	101	112	107	104	100	101	37	40	38	41	40	95	99	102	97	106	97	41	39	31	32	1806	75						
30	40	99	100	100	106	98	102	97	41	41	41	34	32	29	30	33	109	97	108	99	37	35	36	1581	66							
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
1	1073	2006	2708	2890	3028	3032	3031	2986	2548	1279	1143	1149	1183	1620	2205	2641	3027	3052	3027	2852	1801	1055	1017	1094	51467	2144						
2	36	67	90	96	101	102	101	100	85	43	38	38	39	54	74	88	101	102	101	95	60	35	34	36	1716	71						

Dua baris terakhir masing-masing untuk harga:
 1. Total debit air pada jam yang sama.
 2. Rata-rata debit air pada jam yang sama



Gambar 5.4 Debit Air rata-rata Tiga Bulan

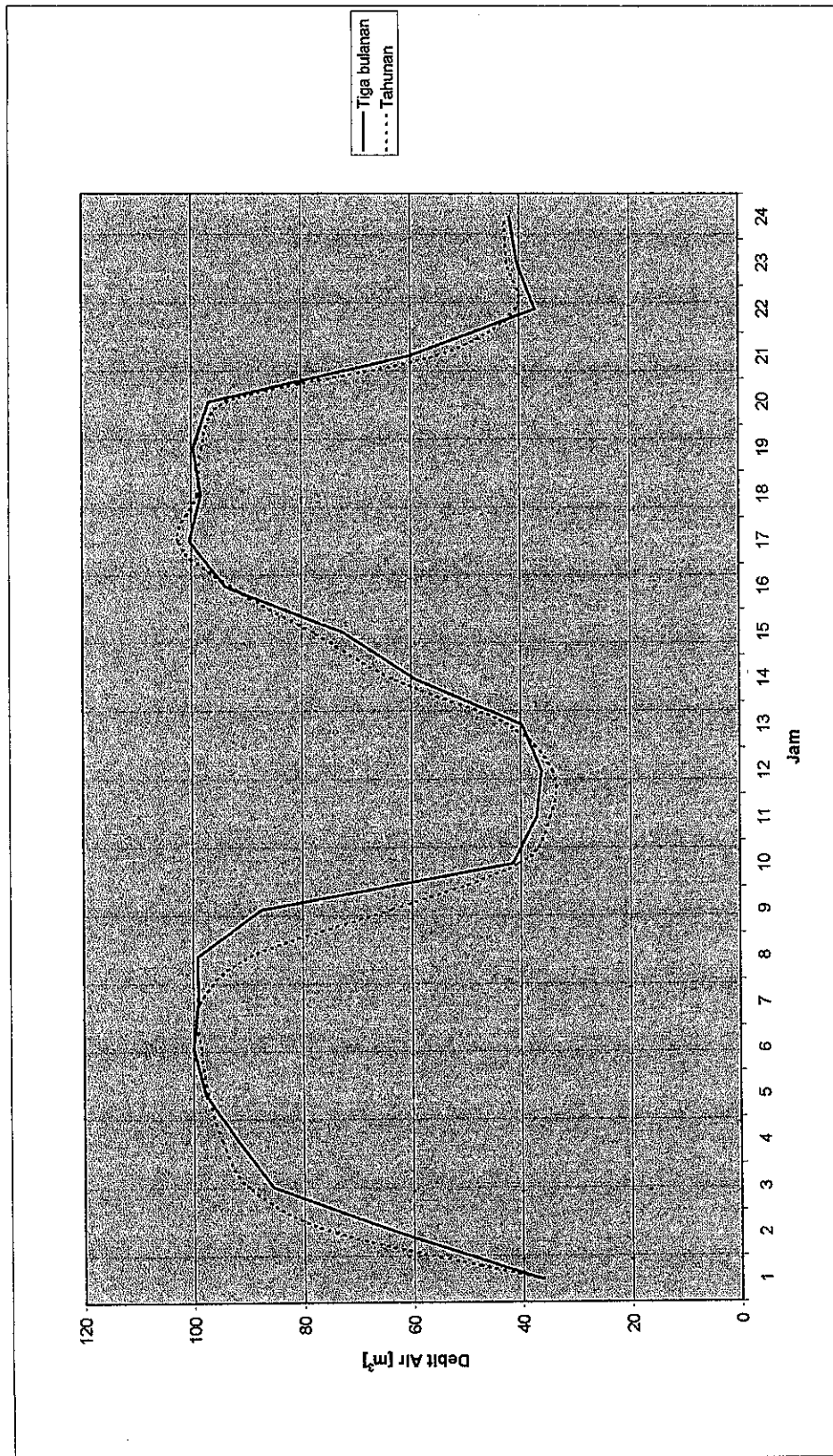
Bulan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Jul	36	57	82	87	93	98	99	99	89	44	42	38	40	58	60	93	101	97	99	99	81	40	50	50	1734
Agu	38	64	84	93	99	100	98	99	88	38	31	32	40	66	83	101	99	96	99	96	39	36	37	39	1695
Sep	36	67	90	96	101	102	101	100	85	43	38	38	39	54	74	88	101	102	101	95	60	35	34	36	1716
Debit air rata2	110	187	257	276	294	300	297	297	262	124	111	109	119	178	217	281	301	295	299	290	181	111	121	125	
	37	62	86	92	98	100	99	99	87	41	37	36	40	59	72	94	100	98	100	97	60	37	40	42	1715



Jam	Tiga Bulanan ke-				Total	Rata-rata
	i	ii	iii	iv		
1	38	33	37	37	145	36,2701
2	74	70	62	90	295	73,8672
3	94	86	86	95	360	89,9328
4	98	92	92	98	379	94,836
5	97	95	98	100	390	97,3988
6	99	95	100	101	394	98,6041
7	98	97	99	101	396	98,8938
8	97	97	99	64	357	89,3409
9	63	51	87	51	254	63,4932
10	39	41	41	39	161	40,161
11	30	35	37	37	139	34,7614
12	29	36	36	36	137	34,2399
13	43	48	40	39	169	42,3455
14	74	69	59	52	254	63,436
15	88	81	72	69	311	77,7994
16	103	97	94	77	372	92,8897
17	106	101	100	102	410	102,444
18	100	95	98	103	396	98,9539
19	97	95	100	101	393	98,1986
20	82	97	97	98	374	93,4824
21	48	45	60	67	220	55,0238
22	45	45	37	37	163	40,746
23	46	49	40	34	169	42,2786
24	46	49	42	35	171	42,7512
	1736	1697	1715	1661		1702,1

0,007342 0,734186

Gambar 5.5 Debit Air Rata-Rata Tiga Bulanan Memakai Capacitor Bank



Gambar 5.6 Perbandingan Antara Debit Air Tahunan Dengan Debit Air Tiga Bulanan untuk Bulan Juli 2004 - September 2004

5.4 Pengoperasian Pompa

Pada jam 1 sampai jam 2 digunakan pompa distribusi tunggal. Pada jam-jam tersebut sebagian kecil pelanggan air bersih yang bangun lebih dini (golongan pedagang). Baru mulai jam 3 dioperasikan dua pompa distribusi untuk mendistribusikan air bersih kepada pelanggan, ini akan berlangsung sampai jam 9 untuk mencukupi kebutuhan pengguna air bersih (pegawai dan pelajar). Pada jam 10-13 hanya digunakan satu pompa distribusi, karena pengguna umum air sudah berada ditempat pekerjaannya/sekolah dan yang tinggal di rumah sedang beristirahat dan menggunakan air sekedarnya (higienis). Selanjutnya pada jam 14-20 dioperasikan kembali dua pompa untuk melayani masyarakat konsumen termasuk di dalamnya pihak industri. Baru kemudian pada jam 21-an hanya digunakan satu pompa dengan anggapan konsumen yang memakai air bersih setelah jam 21 sedikit atau untuk keperluan yang bersifat ringan saja.

5.5 Pola Daya aktif

Tabel 5.6 , Tabel 5.7, Tabel 5.8 adalah P (daya aktif) rata-rata tiap jam hasil pengamatan Bulan Juli 2004 sampai dengan Bulan September 2004 memakai *Capacitor Bank*, dimana $P = \sqrt{3} \times V \times A \times \cos \phi$). Besarnya harga P sebelum dan sesudah memakai *Capacitor Bank* adalah sama, yang membedakan adalah harga $\cos \phi$, yaitu 0,99 untuk periode setelah memakai *Capacitor Bank* dan 0,80 untuk periode sebelum memakai *Capacitor Bank*, sementara untuk harga $\tan \phi$ masing-masing adalah 0,10 dan 0,75. Harga $\cos \phi$ secara otomatis menentukan besarnya harga tegangan dan arus listrik yang digunakan oleh alat listrik.

Dari Gambar 5.7, didapat daya aktif rata-rata per hari dalam tiga bulanan = 864200 Wh = 864,200 kWh. Sementara dari Tabel 5.15 didapat:

$$P (\text{LWBP}) = 20663,36 \text{ kWh}$$

$$P (\text{WBP}) = 5849,19 \text{ kWh}$$

Biaya kWh yang harus dibayar/bulan adalah jumlah daya aktif dikalikan TDL

$$P (\text{LWBP}) = 20663,36 \text{ kWh} \times \text{Rp } 440 = \text{Rp } 9091879,21$$

$$P (\text{WBP}) = 5849,19 \text{ kWh} \times \text{Rp } 440 \times 1,4 = \underline{\text{Rp } 3603105,74} +$$

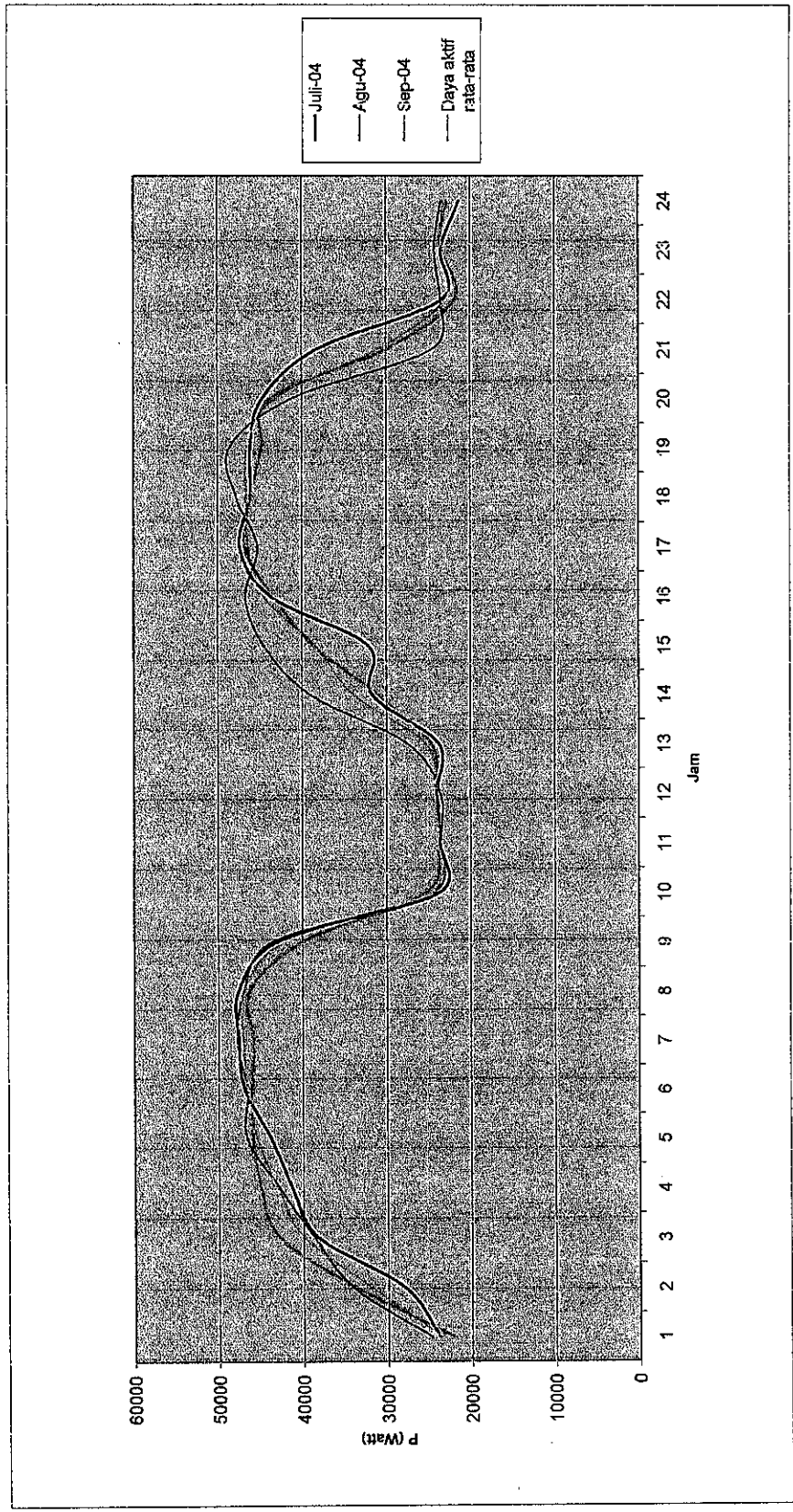
$$P (\text{LWBP} + \text{LWBP}) = \text{Rp } 12694984,95$$

Tabel 5.8 Daya Aktif Rata-Rata (Watt) Tiap Jam, Bulan September 2004 (30 hari)

Hari	jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	total / hari	rata2 / hari	
1	23875	23875	42132	42132	42132	47750	47048	47168	49043	47750	24166	24457	24166	23875	21323	23875	23875	47750	46003	45421	46585	23409	0	20809	20809	20809	787500	32816
2	0	0	0	45421	46585	47048	43160	43160	44993	47168	20809	20809	24399	23584	23584	23875	23875	24457	45421	45421	45421	0	45780	23625	23625	23625	688461	28686
3	23738	23738	46757	46757	46757	48915	41619	41619	48682	47048	21477	43537	43537	43160	43006	46346	47750	47750	47750	47750	47168	23584	23584	22890	22890	946188	39424	
4	44941	44941	44941	44941	48682	47048	48915	48452	47048	23875	23875	23875	23875	23875	23875	21066	23293	46585	47168	46585	46585	47168	47168	23875	23875	913038	38081	
5	23875	44941	44941	44941	48682	47048	48915	48452	47048	23875	23875	23875	23875	23875	23875	21066	23293	46585	47168	46585	46585	47168	47168	23875	23875	87507	36534	
6	0	0	46346	45421	46585	0	0	47048	47048	22197	23409	24457	24457	24457	23875	23584	47168	47168	47168	20809	20809	20809	0	20809	20809	20809	646335	26931
7	24457	44941	42132	47750	46818	47750	47048	48682	47048	47048	24399	24399	24399	24399	24399	24399	47750	47750	46585	46003	45900	23584	23584	23584	23584	843289	35137	
8	23584	21344	47168	45421	46585	47048	47168	47750	47168	23875	23875	23875	23875	23875	23875	47750	47750	46818	45421	44256	45900	23584	23584	23293	23584	894571	37274	
9	23584	47168	47168	47750	47750	47168	47750	47750	47750	23875	23875	24457	24457	23875	23875	47750	47750	46818	45421	44256	45900	21503	23584	23875	23875	882050	36790	
10	23584	41619	43006	45780	46585	46474	47048	47750	47168	47750	23875	23875	24457	23875	23875	46346	47750	46818	44753	43605	46585	21503	23584	23875	23875	87507	36534	
11	23584	41619	43006	45780	46585	46474	47048	47750	47168	47750	23875	23875	24457	23875	23875	46346	47750	46818	44753	43605	46585	21503	23584	23875	23875	869029	36210	
12	23875	23875	46346	45215	46585	45421	47750	47168	47168	24166	24166	24166	24166	24166	22471	44941	48332	46585	46585	46585	47168	22471	23875	23875	23875	818996	34125	
13	23875	23584	46346	45421	46585	45421	47750	48682	47048	23019	24457	24457	24749	24749	46037	48915	48915	48915	46818	46585	45215	23293	23293	23293	23293	906919	37788	
14	23875	23584	46346	45421	46585	45421	47750	48682	47048	23019	24457	24457	24749	24749	46037	48915	48915	48915	46818	46585	45215	23293	23293	23293	23293	870987	36291	
15	24457	44941	42132	47750	46818	47750	47048	48682	47048	23019	24457	24457	24749	24749	46037	48915	48915	48915	46818	46585	45215	23293	23293	23293	23293	912795	38033	
16	22745	23455	46346	45421	46585	48332	48915	48915	47168	23875	23875	23875	23875	23875	23875	47750	47168	47168	47750	47750	47750	46346	23875	23875	23875	921073	38378	
17	23875	44239	44941	45421	46585	48332	48915	48332	48332	23019	24457	24457	24749	24749	46037	48915	47750	48915	46818	46585	45215	23293	0	20809	20809	875662	36486	
18	23875	47750	47750	48915	48915	48332	48332	48332	48332	21529	24399	24399	24399	24399	24399	48915	47750	47750	47750	47750	47750	46346	23875	23875	23875	866292	27662	
19	0	0	0	0	0	47750	48682	45215	45215	23019	24457	24457	24749	23875	46037	48915	48915	48915	46818	46585	45215	23293	23293	23293	23293	904213	37676	
20	23875	47750	47750	48915	48915	48332	48332	48332	48332	21529	24399	24399	24399	24399	24399	48915	47750	47750	47750	47750	47750	46346	23875	23875	23875	891018	37126	
21	23875	23875	47750	46346	47750	47750	47750	47168	47168	23875	23875	23875	23875	23875	46474	45900	46474	47168	45215	45215	45421	23584	23584	23584	23584	931604	37126	
22	23875	47750	47750	48915	48915	48332	48332	48332	48332	21529	24399	24399	24399	24399	24399	48915	47750	47750	47750	47750	47750	46346	23875	23875	23875	758486	31604	
23	24457	24457	46346	47750	47168	48682	48682	47750	47750	24399	24399	24399	24399	24399	46443	48332	47750	47750	45215	45215	44753	23584	23584	23293	23293	895879	37328	
24	23584	46474	46474	46474	47168	47168	47168	48332	48332	24166	24166	24166	24166	24166	22034	46911	47750	45215	45215	46585	45215	23293	23293	23293	23584	921162	38382	
25	23875	23875	46346	46346	47750	47750	47168	47168	47168	24399	24399	24399	24399	24166	24166	47048	47048	47168	45215	46585	45215	23293	23293	23584	23875	895879	37328	
26	22745	46911	47168	45780	47750	45421	47750	47168	47168	24399	24399	24457	24166	24166	47622	46474	47168	47168	45215	46585	45215	23293	23293	23584	23875	916620	38192	
27	24341	24341	47750	46346	47750	47168	47168	47168	47168	24399	24399	24457	24166	24166	47622	46474	47168	47168	45215	46585	45215	23293	23293	23584	23875	933117	38897	
28	24166	44068	48332	48332	48332	48332	48332	47048	46346	47750	23875	23875	24166	24166	44393	45900	46474	47168	45215	46585	45215	23293	23293	23584	23875	964027	40168	
29	23875	47750	47750	48915	48915	48332	48332	48332	48332	21529	24399	24399	24399	24399	44941	47048	46585	45215	46585	45215	46585	23293	23293	23293	23293	911499	37979	
30	24457	44941	42132	47750	46818	47750	47750	48682	45215	21529	24399	24399	24399	24399	44941	47048	46585	45215	46585	45215	46585	24166	24457	23875	23875	822556	34265	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	664634	1011973	1284756	1350079	1379333	1381017	1374956	1389889	1202829	763847	714148	724034	741109	935482	1160044	1303312	1404667	1382968	1342817	1316407	894433	657197	680005	698677	278701	1074238	35808	
2	22154	33732	49825	49003	45978	46034	45832	46530	44094	25462	23805	24134	24704	31183	38668	43444	46822	46099	44761	43880	29981	21907	23270	23289	23289	859390	35808	

Dua baris terakhir masing-masing untuk harga:

1. Total daya aktif pada jam yang sama.
2. Rata-rata daya aktif pada jam yang sama



Gambar 5.7 Daya Aktif rata-rata Tiga Bulanan Memakai Capacitor Bank

Bulan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Juli	23806	27974	38204	41514	43790	46924	47543	47619	43016	23687	23651	24046	23736	31688	32142	43666	47423	46094	46094	44724	38189	23369	23463	21316	85308
Agu	24810	34107	38659	42766	46649	46596	47769	47017	43617	24392	23612	23590	27482	39103	44473	46708	45224	47759	48540	41211	24439	23518	24204	23461	87703
Sep	22154	33732	42825	45003	45978	46034	45832	46330	40094	25462	23805	24134	24704	31183	38668	43444	45822	46099	44761	43880	29981	21907	23270	21289	85930
	70770	95814	119688	129082	136417	139580	141144	140966	126728	73540	71068	71770	75922	101974	115282	133818	139470	139352	139894	129815	92609	68793	70936	68067	
	23590	31938	39896	43027	45472	46527	47048	46989	42243	24513	23689	23923	25307	33991	38427	44606	46490	46651	46465	43272	30870	22931	23645	22689	86490

5.5.1 Analisis Daya Aktif

Pada periode sebelum memakai dan sesudah memakai *Capacitor Bank*, tidak terjadi perbedaan pada harga daya aktif, yang berbeda adalah besarnya daya nyata dan daya reaktif yang dipengaruhi oleh harga $\cos \varphi$ yang berbeda untuk kedua periode tersebut.

Hal praktis yang dapat membedakan antara kedua periode tersebut adalah dari hasil pengukuran pada tegangan dan arus listrik, dimana tegangan dan arus listrik yang digunakan pada periode sebelum memakai *Capacitor Bank* akan lebih besar dari periode setelahnya.

5.6 Pola Daya Reaktif

Tabel 5.9 , Tabel 5.10, Tabel 5.11 adalah Q (daya reaktif) rata-rata tiap jam hasil pengamatan Bulan Juli 2004 sampai dengan Bulan September 2004 tanpa pemasangan *Capacitor Bank* ($Q = P \times \tan \varphi = P \times 0,75$). Dari data tersebut dapat dihitung daya aktif rata-rata tiga bulanan. Dari Gambar 5.8, didapat daya reaktif rata-rata per hari dalam tiga bulanan = 636445 VARh = 636,445 kVARh.

Dari Tabel 5.15 didapat:

$$Q_{\text{terpakai}} = 19618,63 \text{ kVARh}$$

$$\begin{aligned} \text{kWh}_{\text{total}} &= P (\text{LWBP}) + P (\text{WBP}) \\ &= 20663,36 + 5849,20 = 26512,56 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{yang dibebaskan}} = 0,62 \times \text{kWh}_{\text{total}} = 0,62 \times 26512,56 = 16437,78 \text{ kVARh}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{yang dibayar}} &= Q_{\text{terpakai}} - Q_{\text{yang dibebaskan}} \\ &= 19618,63 - 16437,78 = 3180,85 \text{ kVARh} \end{aligned}$$

Jadi biaya operasional $Q = Q_{\text{yang dibayar}}$ dikalikan TDL 2003 X faktor pengali PLN

$$Q_{\text{yang dibayar}} \times 693 \times 8,73 = \text{Rp } 19.243.777,73$$

Tabel 5.12 , Tabel 5.13, Tabel 5.14 adalah daya reaktif rata-rata tiap jam hasil pengamatan bulan Juli 2004 sampai dengan bulan September 2004 setelah pemasangan *Capacitor Bank* ($Q = P \times \tan \varphi = P \times 0,10$). Dari data tersebut dapat

dihitung daya aktif rata-rata tiga bulanan. Dari Gambar 5.9, didapat daya reaktif rata-rata per hari dalam tiga bulanan = 86420 VARh = 86,420 kVARh.

Dari Tabel 5.15 didapat:

$$Q_{\text{terpakai}} = 2651,93 \text{ kVARh}$$

$$kWh_{\text{total}} = P (\text{LWBP}) + P (\text{WBP})$$

$$= 20663,36 + 5849,20 = 26512,56$$

$$Q_{\text{yang dibebaskan}} = 0,62 \times kWh_{\text{total}} = 0,62 \times 26512,56 = 16437,78 \text{ kVARh}$$

$$Q_{\text{yang dibayar}} = Q_{\text{terpakai}} - Q_{\text{yang dibebaskan}}$$

$$= 26512,93 - 16437,78 = -13785,85 \text{ kVARh (hasilnya minus artinya$$

tidak kena denda = 0)

Tabel 5.9 Daya Reaktif Rata-Rata (VA·h) Tiap Jam, Bulan Juli 2001 (31 hari) - Kondisi Tanpa Capacitor Bank

Hari	Jam																															rata2 / hari	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	total / hari	total / hari							
1	17906	17906	35725	35725	35114	35026	35813	35725	35725	17688	17688	17688	17688	17688	17688	35813	35813	34502	34502	34502	32473	17906	17906	14746	648957	27040							
2	0	0	0	35725	35725	35813	35813	35376	35376	17470	17688	18343	17688	17688	17906	35376	35376	35376	35376	31214	0	17688	17688	14567	543706	22654							
3	17688	17688	35376	35376	35725	35725	35376	35813	35813	18125	17688	18343	18125	18125	18343	18343	35813	35813	34066	34066	34939	35376	17168	17168	17168	637431	26560						
4	17804	17804	36424	35725	35725	35376	35376	34939	36686	17380	17380	17804	17804	17380	17380	35813	35813	36686	36686	34502	34939	17470	17470	17470	650406	27100							
5	17906	17906	17906	33706	17906	33706	36249	36686	36511	18256	18256	18256	17688	33706	35376	34939	34939	36686	36686	0	0	0	17906	17906	544905	23123							
6	0	0	0	31599	33706	35813	0	35376	17688	17819	17819	17819	17688	35638	35638	35638	35638	32062	32062	30829	32884	0	17470	14387	527439	21977							
7	17906	17906	31214	35725	35725	35026	35813	35725	35725	17688	17688	17688	17688	17688	17688	35813	35813	34502	34502	34502	32473	17906	17906	14746	645058	26877							
8	17906	17906	17906	35725	35725	35813	35813	35376	35813	17470	17688	18343	17688	17688	17906	35376	35376	35376	35376	31214	17688	17688	14567	615113	25630								
9	17688	17688	35376	35725	35725	34939	35376	35813	35813	18125	17688	18343	18125	18125	18343	18343	35813	35813	34066	34066	34939	35376	17168	17168	636995	26541							
10	17804	17804	36424	35725	35725	35376	35376	34939	35376	17380	17380	17804	17804	17380	17380	35813	35813	35629	35629	34502	34939	17470	17470	17470	650406	27100							
11	17906	17906	17906	17906	17906	33706	36249	36686	36511	18256	18256	18256	17688	33706	35376	34939	34939	36686	36686	0	0	0	17906	17906	625923	26080							
12	17906	33706	31599	35725	35725	34502	35376	35376	17688	17819	17819	17819	17688	35638	35638	35638	35638	32062	32062	30829	32884	17470	17470	14387	668331	27847							
13	17906	17906	31214	35725	35725	35026	35813	35725	35725	17688	17688	17688	17688	17688	17688	35813	35813	34502	34502	34502	32473	17906	17906	14746	645058	26877							
14	17906	17906	17906	17906	17906	33706	36249	36686	36511	18256	18256	18256	17688	33706	35376	34939	34939	36686	36686	0	0	0	17906	17906	625923	26080							
15	17688	17688	35376	35725	35725	34939	35376	35813	35813	18125	17688	18343	18125	18125	18343	18343	35813	35813	34066	34066	34939	35376	17168	17168	636995	26541							
16	17804	17804	36424	35725	35725	35376	35376	34939	35376	17380	17380	17804	17804	17380	17380	35813	35813	35629	35629	34502	34939	17470	17470	17470	650406	27100							
17	17906	17906	17906	17906	17906	33706	36249	36686	36511	18256	18256	18256	17688	33706	35376	34939	34939	36686	36686	0	0	0	17906	17906	625923	26080							
18	17906	33706	31599	35725	35725	34502	35376	35376	17688	17819	17819	17819	17688	35638	35638	35638	35638	32062	32062	30829	32884	17470	17470	14387	650000	27292							
19	0	0	0	0	0	35026	35813	35725	35725	17688	17688	17688	17688	17688	17688	35813	35813	34502	34502	34502	32473	17906	17906	14746	506581	21108							
20	17906	17906	17906	17906	17906	33706	36249	36686	36511	18256	18256	18256	17688	33706	35376	34939	34939	36686	36686	0	0	0	17906	17906	625923	26080							
21	17688	17688	35376	35725	35725	34939	35376	35813	35813	18125	17688	18343	17688	17688	17906	35376	35376	35376	35376	31214	17688	17688	14567	597381	24891								
22	17804	17804	36424	35725	35725	35376	35376	34939	35376	17380	17380	17804	17804	17380	17380	35813	35813	35629	35629	34502	34939	17470	17470	17470	646411	22767							
23	17906	17906	17906	17906	17906	33706	36249	36686	36511	18256	18256	18256	17688	33706	35376	34939	34939	36686	36686	0	0	0	17906	17906	625923	26080							
24	17906	33706	31599	35725	35725	34502	35376	35376	17688	17819	17819	17819	17688	35638	35638	35638	35638	32062	32062	30829	32884	17470	17470	14387	672469	28020							
25	17906	17906	31214	35725	35725	35026	35813	35725	35725	17688	17688	17688	17688	17688	17688	35813	35813	34502	34502	34502	32473	17906	17906	14746	645058	26877							
26	17906	17906	17906	17906	17906	33706	36249	36686	36511	18256	18256	18256	17688	33706	35376	34939	34939	36686	36686	0	0	0	17906	17906	625923	26080							
27	17688	17688	35376	35725	35725	34939	35376	35813	35813	18125	17688	18343	17688	17688	17906	35376	35376	35376	35376	31214	17688	17688	14567	597381	24891								
28	17804	17804	36424	35725	35725	35376	35376	34939	35376	17380	17380	17804	17804	17380	17380	35813	35813	35629	35629	34502	34939	17470	17470	17470	650406	27100							
29	17906	17906	17906	17906	17906	33706	36249	36686	36511	18256	18256	18256	17688	33706	35376	34939	34939	36686	36686	0	0	0	17906	17906	625923	26080							
30	17906	33706	31599	35725	35725	34502	35376	35376	17688	17819	17819	17819	17688	35638	35638	35638	35638	32062	32062	30829	32884	17470	17470	14387	672469	28020							
31	17906	35813	31599	33706	35725	35725	35376	35376	17688	17688	17688	17688	17688	17688	17688	35638	35638	35638	35638	34066	30829	32884	17470	14387	673049	28069							
1	499770	580875	859119	924817	982400	1057169	1078009	1107132	1000131	533335	532505	541276	554070	756757	747290	1013242	1102590	1071675	1038050	1004010	852745	490913	545506	495602	19302993	804291							
2	16122	18758	27068	29833	31690	34102	34516	35714	32262	17204	17178	17461	17228	23766	24106	32750	35367	34570	33485	32387	27508	15836	17597	15987	622677	25945							

Dua bars terakhir masing-masing untuk harga:

1. Total daya reaktif pada jam yang sama.
2. Rata-rata daya reaktif pada jam yang sama

Tabel 5.10 Daya Reaktif Rata-Rata (VArh) Tiap Jam, Bulan Agustus 2001 (31 hari) - Kondisi Tanpa Capacitor Bank

Jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	total / hari	rata-rata / hari
1	17688	17688	35813	35376	34939	34939	37123	34939	18125	18125	18125	18256	18125	36249	36249	36249	36249	35376	34502	34502	34502	18125	18125	14926	674314	28096
2	0	0	0	34835	34939	35114	35376	34939	34939	17906	17906	17906	33813	35813	35813	35376	35813	35376	34502	30443	0	18125	18125	18125	596682	24862
3	18125	18256	18256	35813	34939	34939	35813	34939	34939	18343	0	0	33607	17906	35813	35813	35813	36686	36686	33813	17688	17470	18125	14926	624015	26001
4	17470	18256	18256	34939	34939	35813	34939	34939	18125	18125	17906	17906	18343	34117	36249	36249	36249	34939	34502	0	18125	18125	17906	14746	600944	25039
5	17906	17906	18256	35114	34939	35376	35376	34939	35376	17688	17906	17906	33813	34939	34939	34939	34939	36686	36686	0	0	0	0	18343	587032	24485
6	0	18256	33295	34939	34939	0	0	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	34528	31599	17688	0	0	0	18343	528019	22001
7	18343	18256	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	33813	18125	18125	18343	18343	675804	28159
8	18256	18256	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	18125	18125	18343	18343	689846	28744
9	18256	18256	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	670412	27934
10	18343	36686	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	33706	33706	33706	33706	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	680303	28354
11	18343	18343	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	670886	27941
12	0	36686	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	18125	18125	18343	18343	681678	27987
13	18343	32370	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	684613	28526
14	18256	18256	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	673032	28043
15	18343	18343	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	31599	36686	31599	17688	17470	18125	14926	661864	27578
16	18256	18256	35813	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18125	14926	670990	27958
17	18256	36686	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	31599	36686	31599	17688	17470	18125	14926	683118	28472
18	18256	36686	35813	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	31599	36686	31599	18125	0	18343	18343	670956	27956
19	0	0	0	0	34939	35813	35813	35813	18343	18343	18343	18343	0	34939	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	518344	21598
20	18256	34528	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18125	18125	670325	27939
21	18256	18256	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	637219	26551
22	18256	32370	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	0	18343	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	559619	23317
23	18256	36686	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	31599	31599	31599	31599	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	674609	28109
24	18256	32370	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	669677	27903
25	18256	18256	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	18343	18343	655562	27915
26	18256	32370	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	17688	17470	645592	26900
27	18256	32370	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	18125	18125	17688	17470	651771	27157
28	18256	18256	18256	34939	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	17688	17470	608181	25341
29	18256	18256	18256	34939	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	17688	17470	588092	24504
30	32370	32370	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	17688	17470	644703	26863
31	34528	34528	31599	33295	34939	34939	35813	34939	34939	18343	18343	18343	18343	35813	35813	35813	35813	36686	36686	31599	17688	17470	17688	17470	666489	27770
1	521892	719799	848958	961012	1049657	1048347	1074813	1093156	1014107	548762	530637	530113	620618	969135	1035991	1085963	1051401	1110395	1091872	926554	532384	493753	562758	545474	19905572	829599
2	16835	23219	27386	31000	33860	33818	34671	32713	17702	17117	17100	20020	29327	33355	35031	33918	33918	35819	35222	29889	17174	15927	18153	17596	642115	26755

Dua baris terakhir masing-masing untuk baris:

1. Total daya reaktif pada jam yang sama.

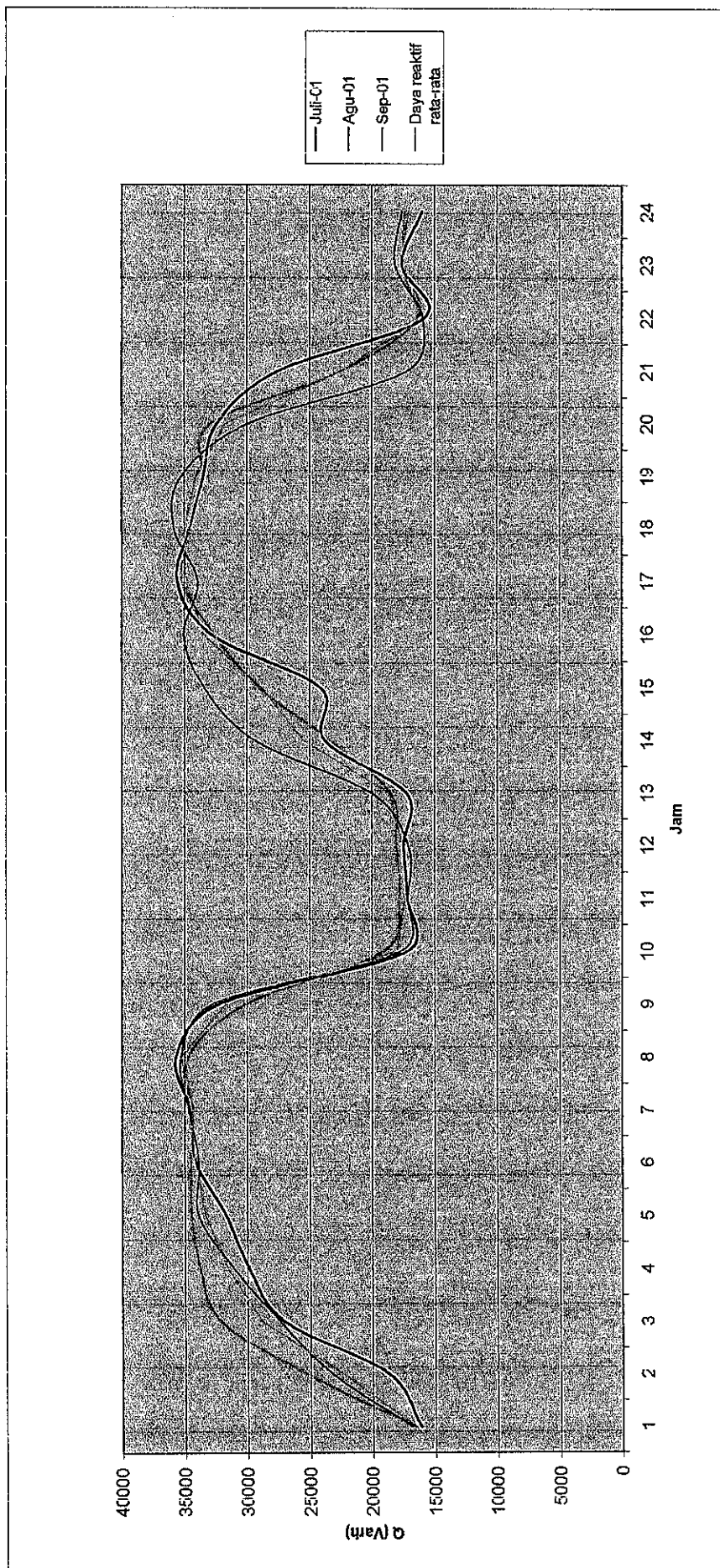
2. Rata-rata daya reaktif pada jam yang sama

Tabel 5.11 Daya Reaktif Rata-Rata (VArh) Tiap Jam, Bulan September 2001 (30 hari) - Kondisi Tanpa Capacitor Bank

Hari	Jam																														total / hari	rata2 / hari
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24								
1	17906	17906	31599	31599	35813	35286	35376	36782	35813	18125	18125	18343	18125	17906	15992	17906	35813	34502	34066	34939	17537	0	15607	15607	59093	24612						
2	0	0	0	34066	34939	33286	32370	33295	35376	15607	18299	17688	17688	17688	17906	17906	18343	34066	34066	34066	0	34535	17719	17719	516346	21514						
3	17804	17804	35068	35068	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	36686	709641	29568						
4	33706	33706	33706	33706	36511	36249	36686	36339	35286	17906	17906	17906	17906	17906	15800	17470	34939	35376	34939	34939	35376	35376	17906	17906	685451	28561						
5	17906	33706	33706	33706	36511	35286	36686	36339	35286	17906	17906	17906	17906	17906	17906	17906	34939	35376	34939	34939	35376	35376	15607	15607	577977	24082						
6	0	0	0	34759	34066	34939	0	0	35286	16647	17537	18343	18343	17906	17688	35376	35376	35376	35376	35376	35376	35376	15607	15607	484511	20198						
7	18343	33706	31599	35813	35114	35813	36511	35286	35286	18299	18299	18299	18299	18299	18299	18299	35813	35813	35813	35813	35813	17906	17906	63794	27387							
8	17688	16008	35376	34066	34939	33286	35376	35813	34759	17688	17688	17688	17688	17688	17688	17688	36599	35813	34502	34425	34425	17688	17688	63247	26353							
9	17688	35376	35376	35376	35813	35376	35813	35376	17906	17906	17906	17906	17906	17906	35813	35813	35114	34066	33192	34425	34425	17688	17688	670928	27953							
10	17688	31214	32254	34355	35813	33376	35813	35376	35813	17906	17906	18343	17906	17906	35813	35813	35114	34066	33192	34939	34939	16127	17688	662212	27592							
11	17688	31214	32254	34355	35813	33376	35813	35376	35813	17906	17906	18343	17906	17906	35813	35813	35114	34066	33192	34939	34939	16127	17688	657980	27416							
12	17906	17906	34759	35911	35813	35813	35813	35376	35813	18125	18256	18256	18256	18256	35813	34759	35813	32062	34939	34939	34939	16127	17688	651772	27157							
13	17688	17688	34759	34066	34939	34066	34066	34066	34066	18343	18343	18343	18343	18343	18299	33706	36249	34939	34939	34939	35376	17906	17906	63247	25594							
14	17906	35813	35813	36686	36686	36249	36249	35286	17264	18299	18299	18299	18299	18299	18299	36686	36686	35114	34939	33911	17470	17470	17470	680189	28341							
15	18343	33706	31599	35813	35114	35813	36511	35286	35286	18299	18299	18299	18299	18299	18299	35813	35813	35114	34939	33911	35813	17906	17906	653240	27218							
16	17058	17522	34759	34066	34939	36249	35813	35813	35813	18125	18256	18256	18256	18256	35813	33706	34939	35376	34066	34939	34081	16336	17906	684397	28525							
17	17906	33179	33706	34066	34939	36249	36686	36686	33706	17906	17906	18343	18343	18343	18299	35813	35376	35813	35813	35813	34759	17906	17906	690803	28784							
18	17906	35813	35813	36686	36686	36249	36249	36249	36249	18343	18343	18343	18343	18343	18299	36686	35813	35114	34939	33911	17470	15607	15607	656747	27364							
19	0	0	0	0	0	0	35813	36511	33911	16146	18299	18299	18299	18299	18299	35813	35813	35813	35813	35813	34759	17906	17906	499719	20822							
20	17906	35813	35813	36686	36686	36249	36249	36249	36249	18343	18343	18343	18343	18343	18299	36686	36686	35114	34939	33911	17470	17470	17470	678160	28257							
21	17906	17906	35813	34759	35813	35813	35376	35376	35376	17906	17906	18343	18343	18343	18299	34425	34856	35376	33911	33911	34066	17688	17688	668264	27844							
22	17906	35813	35813	36686	36686	36249	36249	36249	36249	18343	18343	18343	18343	18343	18299	36686	36686	33911	33911	33911	17470	17470	17470	568865	23703							
23	18343	18343	34759	35813	35376	36511	36511	36511	36511	18299	18299	18299	18299	18299	18299	35813	35813	35813	35813	35813	34939	17906	17688	690871	28786							
24	17688	34856	34856	34856	35376	35376	35376	35376	35376	18256	18256	18256	18256	18256	18256	35286	35376	35376	35376	35376	34939	17906	17688	671909	27996							
25	17906	17906	34759	35813	35376	35813	35376	35376	35376	18256	18256	18256	18256	18256	18256	35286	35376	35376	35376	35376	34939	17906	17688	670134	27922							
26	17058	35183	35376	34335	35376	34066	34066	34066	34066	18343	18343	18343	18343	18343	18299	36249	36249	35376	35376	35376	34939	17906	17688	687465	28644							
27	18256	18256	35813	34759	35813	35376	35376	35376	35376	18256	18256	18256	18256	18256	18256	34425	34856	35376	35376	35376	34939	17906	17688	700138	29172							
28	18125	35051	36249	36249	36249	36249	36249	36249	36249	18256	18256	18256	18256	18256	18256	35286	35376	35376	35376	35376	34939	17906	17688	728021	30126							
29	17906	35813	35813	36686	36686	36249	36249	36249	36249	18343	18343	18343	18343	18343	18299	36686	36686	35114	34939	33911	17470	17470	17470	683524	28484							
30	18343	33706	31599	35813	35114	35813	36511	33911	33911	16146	18299	18299	18299	18299	18299	35813	35813	35813	35813	35813	34856	18125	17906	616767	25699							
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
1	498475	758980	963567	1012559	1034500	1035763	1031217	1042416	902122	572885	555611	543025	555832	701611	870033	977484	1053901	1037226	1007113	987503	674575	492898	523571	524008	19336276	805678						
2	16616	25299	32119	33752	34483	34525	34374	34474	30071	19096	17854	18101	18538	23387	29001	32583	35117	34574	33570	32910	22486	16430	17452	17467	644543	26856						

Dua baris terakhir masing-masing untuk harga:

- Total daya reaktif pada jam yang sama.
- Rata-rata daya reaktif pada jam yang sama



Gambar 5.8 Daya Reaktif Rata-Rata Tiga Bulanan Tanpa Capacitor Bank

Bulan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Juli	16122	18738	27068	29833	31690	34102	34516	35714	32262	17204	17178	17461	17228	23766	24106	32750	35567	34570	33485	32387	27508	15835	17597	15987	622677
Agu	16835	23219	27386	31000	33860	33818	34671	35263	32713	17702	17117	17100	20020	29327	33355	35031	33918	35819	35222	29889	17174	15927	18153	17596	642115
Sep	16616	25299	32119	33752	34483	34525	34374	34747	30071	19096	17854	18101	18528	23387	29201	32583	35117	34574	33570	32910	22486	16430	17452	17467	644543
	49573	67257	86573	94585	100034	102445	103562	105724	95046	54003	52149	52662	57776	76480	86462	100364	104602	104964	102278	95186	67167	48193	53202	51050	
	16524	22419	28858	31528	33345	34148	34521	35241	31682	18001	17383	17554	18592	25493	28821	33455	34667	34988	34003	31729	22389	16064	17734	17017	636445

Tabel 5.12 Daya Reaktif Rata-Rata (VArh) Tiap Jam, Bulan Juli 2004 (31 hari) - Kondisi Memakai Capacitor Bank

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	total / hari
1	2388	2388	4763	4763	4682	4670	4775	4775	4763	4763	2338	2338	2338	2338	2338	4775	4775	4609	4609	4600	4330	2388	2388	1966	86528
2	2388	2388	2388	4763	4763	4763	4775	4775	4717	2329	2338	2446	2338	2338	2338	4717	4717	4717	4717	4162	2329	2338	2338	1942	81986
3	2358	2358	47.7	4717	4763	4763	4717	4775	4775	2417	2338	2446	2446	2417	2417	2446	2446	4542	4542	4659	4717	2389	2389	2289	84991
4	2374	2374	4857	4763	4763	4763	4717	4659	4717	2317	2317	2374	2374	2317	2317	2317	4484	4484	4484	4600	4659	2329	2329	2329	86721
5	2388	2388	2388	2388	2388	4717	4833	4891	4868	2434	2434	2434	2434	4494	4717	4659	4659	4891	4891	4775	4330	2388	2388	1942	83456
6	2388	2388	4494	42.3	4494	4600	4775	4775	4717	2358	2358	2376	2376	2358	2358	4752	4752	4275	4275	4110	4385	2329	2329	19.8	88853
7	2388	2388	4162	4763	4763	4670	4775	4763	4763	2338	2338	2338	2338	2338	2338	4775	4775	4600	4600	4600	4330	2388	2388	1966	86008
8	2388	2388	2388	4763	4763	4763	4775	4775	4717	2329	2338	2446	2338	2338	2338	4717	4717	4542	4542	4659	4717	2289	2289	2289	84953
9	2358	2358	47.7	4763	4763	4659	4717	4775	4775	2417	2338	2446	2417	2417	2417	2446	2446	4542	4542	4600	4659	2329	2329	2289	84953
10	2374	2374	4857	4763	4763	4717	4717	4659	4717	2317	2317	2374	2374	2317	2317	2317	4484	4484	4484	4600	4659	2329	2329	2329	86721
11	2388	2388	2388	2388	2388	4717	4833	4891	4868	2434	2434	2434	2434	4494	4717	4659	4659	4891	4891	4775	4330	2388	2388	1942	83456
12	2388	2388	4494	42.3	4763	4600	4775	4775	4717	2358	2358	2376	2376	2358	2358	4752	4752	4275	4275	4110	4385	2329	2329	19.8	89111
13	2388	2388	4162	4763	4763	4670	4775	4763	4763	2338	2338	2338	2338	2338	2338	4775	4775	4600	4600	4600	4330	2388	2388	1966	86008
14	2388	2388	2388	4763	4763	4763	4775	4775	4717	2329	2338	2446	2338	2338	2338	4717	4717	4542	4542	4659	4717	2289	2289	2289	84953
15	2358	2358	47.7	4763	4763	4659	4717	4775	4775	2417	2338	2446	2417	2417	2417	2446	2446	4542	4542	4600	4659	2329	2329	2289	84953
16	2374	2374	4857	4763	4763	4717	4717	4659	4717	2317	2317	2374	2374	2317	2317	2317	4484	4484	4484	4600	4659	2329	2329	2329	86721
17	2388	2388	2388	2388	2388	4717	4833	4891	4868	2434	2434	2434	2434	4494	4717	4659	4659	4891	4891	4775	4330	2388	2388	1942	83456
18	2388	2388	4494	42.3	4763	4600	4775	4775	4717	2358	2358	2376	2376	2358	2358	4752	4752	4275	4275	4110	4385	2329	2329	19.8	89663
19	2388	2388	4162	4763	4763	4670	4775	4763	4763	2338	2338	2338	2338	2338	2338	4775	4775	4600	4600	4600	4330	2388	2388	1966	86008
20	2388	2388	2388	4763	4763	4763	4775	4775	4717	2329	2338	2446	2338	2338	2338	4717	4717	4542	4542	4659	4717	2289	2289	2289	84953
21	2358	2358	47.7	4763	4763	4659	4717	4775	4775	2417	2338	2446	2417	2417	2417	2446	2446	4542	4542	4600	4659	2329	2329	2289	84953
22	2374	2374	4857	4763	4763	4717	4717	4659	4717	2317	2317	2374	2374	2317	2317	2317	4484	4484	4484	4600	4659	2329	2329	2329	86721
23	2388	2388	2388	2388	2388	4717	4833	4891	4868	2434	2434	2434	2434	4494	4717	4659	4659	4891	4891	4775	4330	2388	2388	1942	83456
24	2388	2388	4494	42.3	4763	4600	4775	4775	4717	2358	2358	2376	2376	2358	2358	4752	4752	4275	4275	4110	4385	2329	2329	19.8	89663
25	2388	2388	4162	4763	4763	4670	4775	4763	4763	2338	2338	2338	2338	2338	2338	4775	4775	4600	4600	4600	4330	2388	2388	1966	86008
26	2388	2388	2388	4763	4763	4763	4775	4775	4717	2329	2338	2446	2338	2338	2338	4717	4717	4542	4542	4659	4717	2289	2289	2289	84953
27	2358	2358	47.7	4763	4763	4659	4717	4775	4775	2417	2338	2446	2417	2417	2417	2446	2446	4542	4542	4600	4659	2329	2329	2289	84953
28	2374	2374	4857	4763	4763	4717	4717	4659	4717	2317	2317	2374	2374	2317	2317	2317	4484	4484	4484	4600	4659	2329	2329	2329	86721
29	2388	2388	2388	2388	2388	4717	4833	4891	4868	2434	2434	2434	2434	4494	4717	4659	4659	4891	4891	4775	4330	2388	2388	1942	83456
30	2388	2388	4494	42.3	4763	4600	4775	4775	4717	2358	2358	2376	2376	2358	2358	4752	4752	4275	4275	4110	4385	2329	2329	19.8	89645
31	2388	2388	4775	42.3	4494	4763	4717	4717	4717	2358	2338	2376	2376	2338	2338	4752	4752	4542	4542	4110	4385	2329	2329	2329	89820
1	73799	86719	118432	128072	135750	145556	147385	147385	133351	73429	73333	74544	73583	98234	99639	135566	147012	142891	142891	138643	118387	72443	72734	66030	2645874
2	2381	2797	3820	4131	4379	4695	4754	4762	4302	2359	2363	2405	2374	3169	3214	4367	4742	4609	4609	4472	3819	2337	2346	2112	85351

Dua baris terakhir masing-masing untuk barga:

1. Total daya reaktif pada jam yang sama.
2. Rata-rata daya reaktif pada jam yang sama

Tabel 5.13 Daya Reaktif Rata-Rata (Varh) Tiap Jam, Bulan Agustus 2004 (31 hari) - Kondisi Memakai Capacitor Bank

Jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	total / hari	rata2 / hari	
1	2358	2358	4775	4717	4659	4659	4950	4659	2417	2417	2417	2434	2417	4833	4833	4833	4833	4717	4600	4600	4600	2417	2417	1900	89099	3746	
2	2446	2434	2444	4578	4659	4682	4717	4659	2388	2388	2388	2388	4775	4775	4775	4775	4775	4717	4600	4659	2417	2417	2417	2417	1900	89288	3720
3	2417	2434	2444	4775	4833	4659	4775	4659	2417	2417	0	0	4748	2388	4775	4775	4775	4891	4891	4775	2358	2329	2417	1900	85202	3467	
4	2329	2434	2444	4659	4659	4659	4775	4659	2417	2417	2329	2446	4549	4833	4833	4833	4659	4600	4600	4600	2417	2417	2388	1966	80126	3339	
5	2388	2388	2434	2444	4682	4659	4717	4717	2358	2358	2388	2388	4775	4659	4659	4659	4659	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	87252	3625	
6	2446	2434	2444	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4775	4604	4604	4213	2358	2329	2446	2446	87045	3627	
7	2446	2434	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2417	2417	2417	2446	2446	90107	3754	
8	2434	2434	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2417	2417	2417	2446	2446	91980	3832	
9	2434	2434	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	89388	3725	
10	2446	2446	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	89412	3725	
11	2446	2446	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	89557	3732	
12	0	4391	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2417	2417	2417	2446	2446	89557	3732	
13	2446	4316	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	91282	3803	
14	2434	2434	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	89738	3739	
15	2446	2446	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	88249	3677	
16	2434	2434	47.5	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	89465	3728	
17	2434	4391	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2417	2417	2417	2446	2446	91109	3795	
18	2434	4391	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	91875	3828	
19	2434	4391	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	89749	3740	
20	2434	4604	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	89403	3725	
21	2434	2434	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	84963	3540	
22	2434	4316	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	89290	3720	
23	2434	4391	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	89948	3748	
24	2434	4316	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	89290	3720	
25	2434	2434	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	87408	3642	
26	2434	4316	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2446	2446	2446	86079	3587	
27	2434	4316	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2417	2417	2417	2358	2329	86079	3621	
28	2434	2434	2434	2434	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2358	2329	2358	2329	81091	3379
29	2434	2434	2434	2434	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2358	2329	2358	2329	78412	3267
30	4316	4316	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2358	2329	2358	2329	85900	3582
31	4604	4604	42.3	4435	4659	4659	4775	4659	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4775	4891	4891	4213	2358	2329	2358	2329	2358	2329	88865	3703
1	6911	10573	119842	132574	144613	144438	148083	145754	135214	75614	73197	73127	85195	121218	137863	144795	140393	148053	150474	127754	75160	72906	75082	72730	2727078	113628	
2	2481	3411	3866	4277	4663	4659	4777	4702	4362	2439	2361	2359	2748	3910	4447	4671	4522	4776	4854	4121	2444	2352	2420	2346	87970	3465	

Dua baris terakhir masing-masing untuk harga:

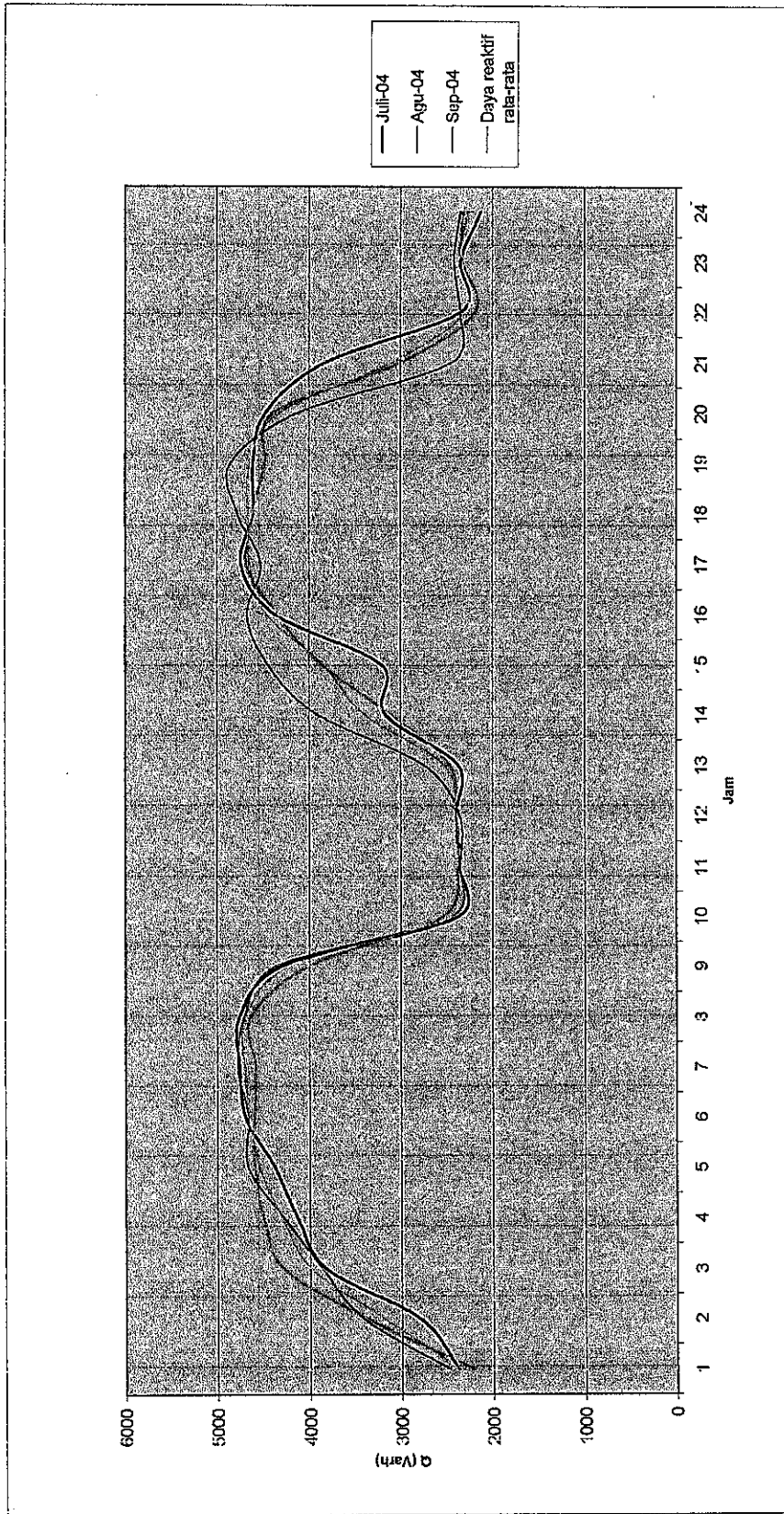
1. Total daya reaktif pada jam yang sama.
2. Rata-rata daya reaktif pada jam yang sama

Tabel 5.14 Daya Reaktif Rata-Rata (Varh) Tiap Jam, Bulan September 2004 (30 hari) - Kondisi Memakai Capacitor Bank

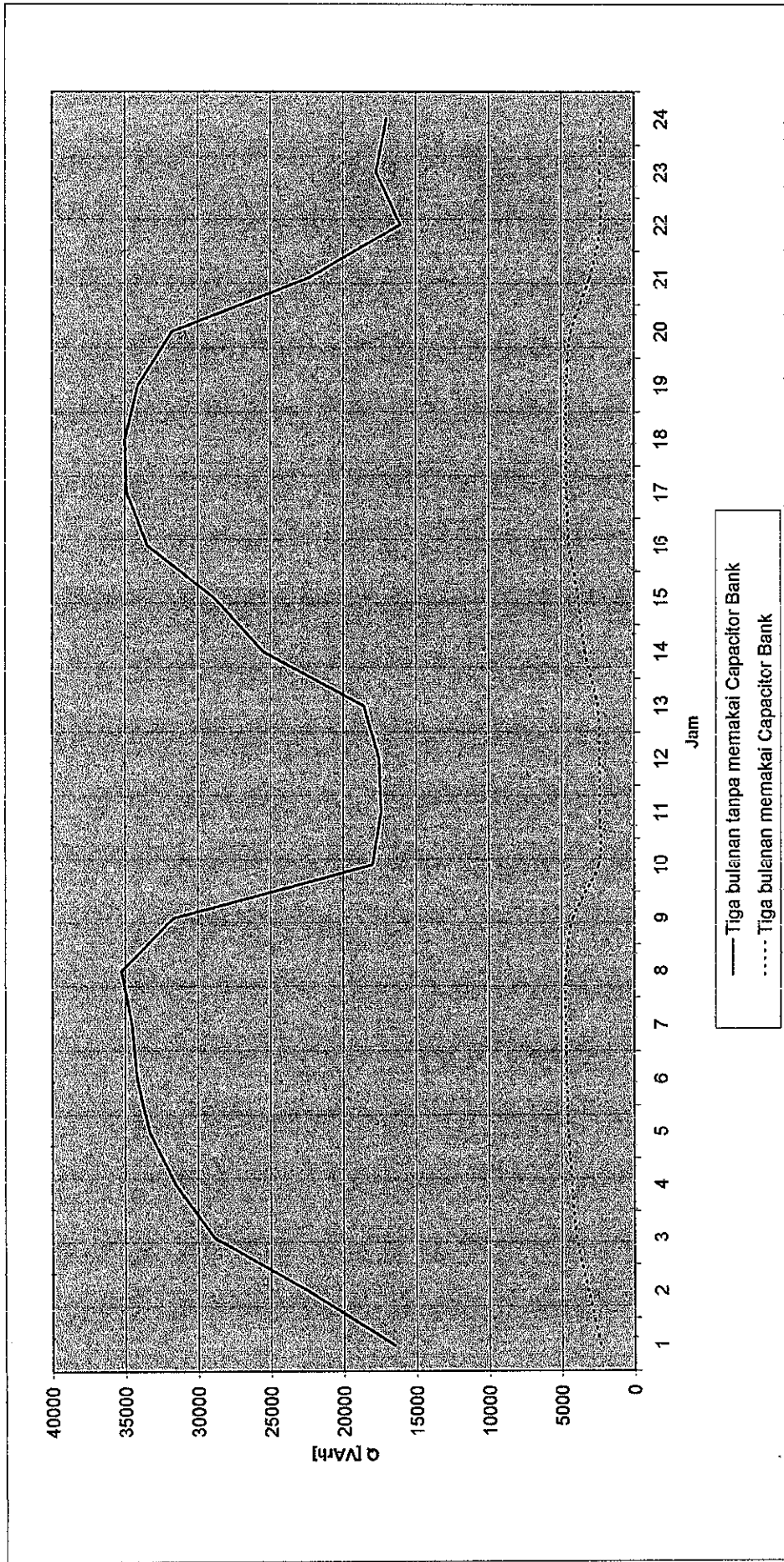
hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	total / hari	rata2 / hari
1	2388	2388	42.3	4212	4775	4705	4717	4904	4775	2417	2417	2446	2417	2388	2132	2388	4775	4606	4542	4659	2341	0	2081	2081	78759	3282
2	0	0	0	4542	4659	4705	4316	4439	4717	2081	2081	2440	2358	2358	2388	2446	4343	4542	4542	4542	0	4578	2162	2362	68846	2869
3	2374	2374	4676	4676	4891	4891	4162	4868	4705	2148	4354	4354	4316	4301	4635	4775	4775	4775	4775	4717	2358	2358	2289	2219	94619	3942
4	4494	4494	4494	4494	4868	4833	4891	4845	4705	2388	2388	2388	2388	2388	2107	2329	4659	4717	4659	4659	4717	4717	2388	2318	91394	3808
5	2388	4494	4494	4494	4868	4705	4891	4845	4705	2388	2388	2388	2388	2388	2388	4659	4659	4717	4659	0	0	0	2081	2081	77064	3211
6	0	0	0	4635	4542	4659	0	0	4705	2220	2341	2446	2446	2388	2446	4717	4717	4717	4717	2081	0	0	2081	2081	64634	2693
7	2446	4494	42.3	4775	4682	4775	4868	4705	4705	2440	2440	2440	2440	2440	2440	4775	4775	4775	4659	4775	4635	2388	2388	87659	3652	
8	2358	2134	47.7	4542	4659	4705	4717	4775	4635	2358	2358	2358	2358	2358	2358	4880	4775	4659	4600	4590	2358	2358	2358	2358	84349	3514
9	2358	4717	47.7	4717	4775	4717	4775	4717	2388	2388	2388	2446	2388	2388	4775	4775	4632	4426	4426	4590	2358	2358	2329	2358	89457	3727
10	2358	4162	4301	4578	4659	4647	4705	4717	4775	2388	2388	2446	2388	2388	4775	4775	4632	4326	4326	4659	2150	2358	2388	2388	88295	3679
11	2358	4162	4301	4542	4659	4647	4705	4717	4775	2388	2388	2446	2388	2388	4635	4775	4632	4326	4326	4659	2150	2358	2388	2388	87751	3655
12	2388	2388	4635	4522	4775	4775	4717	4717	4775	2446	2446	2446	2446	2446	4775	4775	4775	4635	4635	4659	4717	2446	2388	2388	86903	3621
13	2358	2358	4635	4542	4659	4542	4659	4542	2153	2440	2440	2440	2440	2440	2247	4891	4813	4659	4659	4659	4717	2446	2388	2388	88295	3679
14	2388	4775	4775	4891	4891	4833	4833	4705	2302	2446	2446	2446	2446	2440	4891	4891	4891	4813	4659	4659	4717	2446	2388	2388	91280	3803
15	2446	4494	42.3	4775	4682	4775	4868	4522	2153	2440	2440	2440	2440	2440	4891	4891	4775	4775	4775	4775	4635	2388	2388	2388	87099	3629
16	2274	2346	4635	4542	4659	4833	4775	4775	4775	2388	2388	2388	2417	2358	4775	4894	4659	4717	4542	4659	4542	2167	2388	2388	92107	3838
17	2388	4424	4494	4542	4659	4833	4891	4891	4717	2388	2388	2388	2388	2388	4775	4894	4659	4717	4775	4775	4635	2388	2388	2388	92107	3838
18	2388	4775	4775	4891	4891	4833	4833	4522	2302	2446	2446	2446	2446	2440	4891	4775	4775	4683	4659	4775	4775	2329	2388	2388	87566	3649
19	0	0	0	0	0	4775	4868	4522	2153	2440	2440	2440	2440	2440	2440	4775	4775	4775	4775	4775	4635	2388	2388	2388	86629	2776
20	2388	4775	4775	4891	4891	4833	4833	4522	2302	2446	2446	2446	2446	2440	4891	4891	4891	4663	4659	4522	2329	2329	2329	2329	90421	3768
21	2388	2388	4775	4635	4775	4775	4717	4717	4717	2388	2388	2434	2388	4647	4590	4647	4717	4522	4522	4542	2329	2358	2358	2358	89102	3713
22	2388	4775	4775	4891	4891	4833	4833	4522	2302	0	0	0	0	4604	4891	4891	4891	4891	4891	4891	4891	2329	2358	2358	75849	3160
23	2446	2446	4635	4775	4717	4868	4868	4775	4775	2440	2440	2440	2440	4564	4833	4775	4775	4522	4522	4659	2388	2388	2358	2388	89588	3733
24	2358	4647	4647	4647	4717	4717	4717	4833	4833	2417	2417	2417	2417	2203	4691	4775	4775	4522	4659	4659	2388	2388	2358	2388	89588	3733
25	2388	2388	4635	4635	4775	4775	4717	4717	4717	2434	2434	2434	2434	2434	4705	4705	4717	4522	4659	4522	2329	2329	2358	2358	89551	3723
26	2274	4591	47.7	4578	4775	4717	4542	4833	4833	2446	2446	2446	2446	2417	4762	4647	4717	4522	4659	4775	4578	2358	2388	2388	91662	3819
27	2434	2134	47.7	4635	4775	4717	4717	4717	4717	2247	2434	2388	2388	4509	4590	4647	4717	4522	4542	4408	4378	2358	2388	2388	93552	3890
28	2417	4107	4833	4833	4833	4833	4705	4635	4775	2388	2388	2388	2417	4439	4494	4705	4659	4522	4775	4775	4635	2388	2388	2388	96403	4017
29	2388	4775	4775	4891	4891	4833	4833	4891	4891	2446	2446	2446	2446	2446	4891	4891	4891	4522	4659	4522	2329	2329	2329	2329	91150	3798
30	2446	4494	42.3	4775	4682	4775	4868	4522	2153	2440	2440	2440	2440	2440	4891	4775	4775	4522	4647	4647	2417	2446	2388	2388	82236	3426
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	64663	101197	128476	135008	137933	138102	137486	138989	126283	76385	71415	72403	74111	93548	130331	140457	138297	134282	131641	89443	45720	69809	69848	2578170	107424	
2	2215	3373	4283	4500	4598	4603	4583	4633	4009	2546	2380	2413	2470	3118	3867	4344	4632	4610	4476	4388	2998	2191	2127	2339	85939	3581

Dua baris terakhir masing-masing untuk harga:

1. Total daya reaktif pada jam yang sama.
2. Rata-rata daya reaktif pada jam yang sama



Gambar 5.9 Daya Reaktif Rata-Rata Tiga Bulanan Memakai Capacitor Bank



Gambar 5-10 Perbandingan Antara Daya Reaktif (VArh) Tiga Bulanan Tanpa Memakai Capacitor Bank dan Tiga Bulanan Memakai Capacitor Bank

5.6.1 Analisis Daya Reaktif

Dari Gambar 5.10 dapat dilihat peningkatan daya reaktif per jam rata-rata dalam satu hari pada kondisi tanpa *Capacitor Bank* dan memakai *Capacitor Bank*, artinya Q harian rata-rata dan Q bulanan rata-rata sebelum memakai capacitor akan lebih besar dari pada Q setelah pakai capacitor.

5.7 Pola Penghematan

Penghematan berhubungan dengan biaya operasional pompa air (CWP), apabila terdapat penghematan biaya operasional sebagai pengaruh dari pemasangan *Capacitor Bank*, maka biaya penghematannya dapat dikompensasikan ke penambahan debit air bersih. Jadi biaya operasional pompa air sebelum memakai *Capacitor Bank* per bulan dapat dilihat pada Tabel 5.15 :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Operasional} &= \text{biaya kWh} + \text{biaya kVArh} = \text{Rp } 12694984,95 + \text{Rp } 19.243777,73 \\ &= \text{Rp } 31938762,68 \end{aligned}$$

Biaya operasional pompa air setelah pemasangan *Capacitor Bank*:

$$\begin{aligned} &= \text{biaya kWh} + \text{biaya kVArh} = \text{Rp } 12694984,95 + \text{Rp } 0 \\ &= \text{Rp } 12694984,95 \end{aligned}$$

Debit air bersih tanpa memakai *Capacitor Bank* dan memakai *Capacitor Bank* sebesar 52622,33 m³ air bersih per bulan .

$$\begin{aligned} \text{Jadi biaya operasional pompa per m}^3 \text{ air bersih} &= \text{Rp } 12694984,95 \text{ dibagi } 52622,33 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp } 241,28 \text{ per m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan biaya operasional setelah pemasangan } &\textit{Capacitor Bank} = \text{Rp} \\ &31938762,68 - \text{Rp } 12694984,95 = \text{Rp } 19243777,73 \end{aligned}$$

5.7.1 Analisis Penghematan

Biaya penghematan operasional pompa setelah memakai *Capacitor Bank* adalah Rp 19243777,73 (Tabel 5.15)

Apabila dari penghematan biaya operasional pompa air, dikompensasikan untuk dapat menambah debit pompa air, maka peningkatan debit air sebanyak = Rp 19243777,73 dibagi Rp 241,28 per m³ (biaya operasional CWP per m³) = 79767,91 m³.

Dari hasil penghematan biaya operasional pompa setelah memakai *Capacitor Bank* yaitu sebesar 59840,45 m³. Dapat menambah Sambungan Rumah (SR) sebanyak :
 = 59840,45 m³ dibagi 27,63 m³ per SR (0,9 m³/per SR x 30,7 = 27,63 m³/SR) = 2887 SR.

5.8 Pola Tingkat Pelayanan

Dari hasil penghematan biaya operasional pompa setelah memakai *Capacitor Bank* dapat menambah Sambungan Rumah (SR) dengan asumsi air bersihnya tersedia: Nilai Rp 12.694.984,95 lihat Tabel 5.15 dan nilai 1009 SR dari Tabel 2.1 (lihat hal. 8).

Di bawah ini biaya operasional per bulan (diambil dari Tabel 5.15):

P (kWh)	: LWBP	20663,36	x Rp 440	= Rp 9.091.829,20
	: WBP	<u>5849,19</u> +	x Rp 440 x 1,4 =	<u>Rp 3.603.105,73</u> +
		26512,55		Rp 12694,984,95
Q terpakai (kVArh)		2651,93		
Debit (m ³)	:	52622,33		
Q bebas	= 0,6 x P (kWh)		= 0,6 x 26512,55	= 16437,78
Q bayar /denda	= Q terpakai – Q bebas		= 2651,93 - 16437,78	= -13785,85

Jadi, biaya kompensasi untuk daya yang telah digunakan adalah Q bayar x Rp 693 x 8,73 = (-13785,85) x Rp 693 x 8,73 = Rp (-83.402.900,6).

Karena harga yang harus dibayar lebih kecil atau sama dengan nol (Q bayar ≤ 0), maka dapat diasumsikan tidak terkena denda atau nol, sehingga harga yang harus dibayar hanya dari biaya P (kWh), yaitu Rp 12694,984,95.

= Rp 12.694.984,95 untuk melayani 1009 SR, sehingga biaya per SR nya sebesar
 = Rp 12.694.984,95 / 1009 SR = 12.582 rupiah per SR

Sehingga penghematan sebesar Rp 19243778 dapat dipakai untuk melayani
 $= \text{Rp } 19243778 / 12.582 \text{ rupiah per SR} = 1529 \text{ SR}$

Penambahan SR ini dapat didistribusikan ke Kecamatan Soreang, sehingga tingkat pelayanan air bersih meningkat dari 25 % menjadi 34 % dengan perincian sebagai berikut: (SR existing + SR hasil penghematan) x 6 orang : jumlah penduduk =

$$(4057 + 1529) \times 6 \text{ orang} : 98630 \text{ orang} = 0,3398 \times 100 \% = 33,98 \% = 34 \%$$

Setelah dipasang *Capacitor Bank*, daya reaktif Q (kVArh) terpakai yang asalnya 19618,63 kVArh / bulan menjadi 2651,93 kVArh/ bulan, jadi biaya kVArh operasional pompa menjadi hemat sebesar: $\text{Rp } 19243778 - \text{Rp } 0 = \text{Rp } 19243778$

Penghematan biaya operasional pompa yang harus dibayar ke PLN per bulan:

$$(\text{Rp } 19243778 + \text{Rp } 12.694.984,95) - \text{Rp } 12.694.984,95 = \text{Rp } 19243778$$

Dengan asumsi Rp 12.694.984,95 untuk melayani 1009 SR, maka biaya operasional = Rp 12.582 / SR. Jadi dari penghematan biaya operasional Rp 19243778, maka dapat meningkatkan pelayanan sebanyak: $\text{Rp } 19243778 / \text{Rp } 12.582 / \text{SR} = 1529 \text{ SR}$

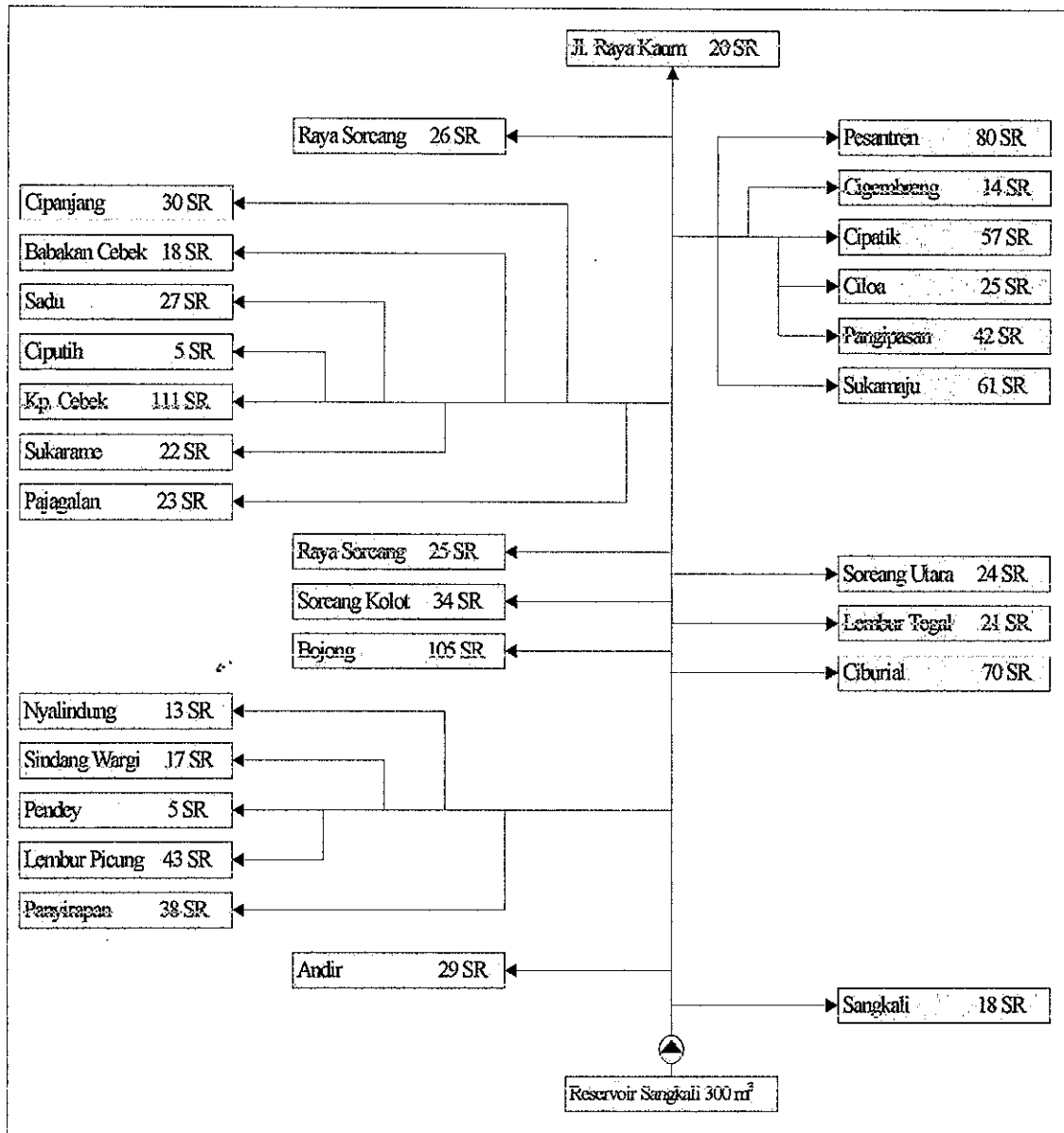
Peningkatan pelayanan sebanyak 1529 SR ini dapat didistribusikan ke Kec. Soreang, atau dapat juga didistribusikan ke Kec. Katapang yang belum mendapat pelayanan air bersih, yaitu ke Desa Cingcin (jumlah penduduk 8667 jiwa), Desa Parung Serab (jumlah penduduk 6689 jiwa), dan Desa Sekarwangi (jumlah penduduk 5074 jiwa), Pendistribusian air bersih ke tiga Desa tersebut di atas dapat dilihat pada Lampiran 5.

Jadi pendistribusian air bersih ke Kec. Katapang :

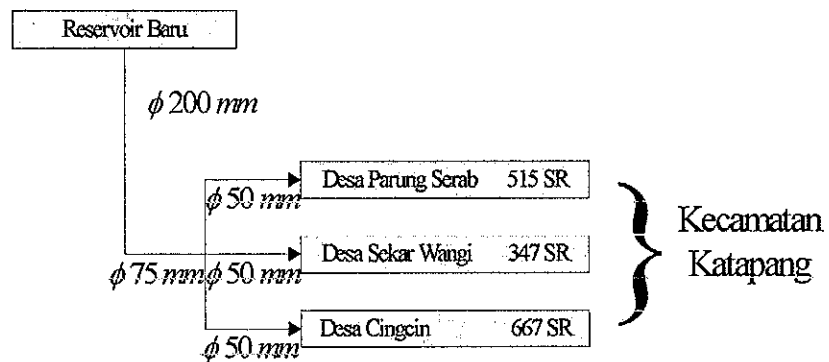
1. Desa Parung Serab 515 SR
2. Desa Sekarwangi 347 SR
3. Desa Cingcin 667 SR

Diameter pipa transmisi = 200 mm

Diameter pipa distribusi = 50 mm



SORONG KOTA



Gambar 5.11 Skematik Penambahan Daerah Tingkat Pelayanan

Tabel 5-15 Perhitungan Biaya Operasional Tahun 2003 - 2004

Tanpa Capacitor Bank

bulan	P [kWh] lwbp	wbp	Q [kVArh]	Debit [m3]
Oktober-03	20656,41	5894,28	19897,93	51772,00
November-03	19461,67	5936,68	18518,87	49555,00
Desember-03	20227,43	6112,23	19243,34	51776,00
Januari-04	21289,06	5620,90	19715,37	52711,00
Februari-04	19878,24	5234,32	18365,25	49430,00
Maret-04	21739,41	5584,22	19894,38	53833,00
April-04	19503,98	5690,81	18415,78	50754,00
Mei-04	21027,79	5797,93	19605,29	51491,00
Juni-04	21227,29	5401,63	19583,15	52119,00
Juli-04	20293,41	6152,83	19400,19	53746,00
Agustus-04	21499,83	5749,47	20013,37	52543,00
September-04	20196,84	5645,30	19442,35	51578,00
Rata-rata	247001,36	68820,49	232043,28	621148,00
	20583,45	5735,04	19336,94	51762,33

per tiga bulan

Juli-04	20293,41	6152,83	19400,19	53746,00
Agustus-04	21499,83	5749,47	20013,37	52543,00
September-04	20196,84	5645,30	19442,35	51578,00
Rata-rata	61990,09	17547,59	58855,90	157867,00
	20663,36	5849,20	19618,63	52622,33

kWh [lwbp] = 20663,36 x 440 = 9091879,208
 kWh [wbp] = 5849,20 x 440 x 1,4 = 3603105,737
 Q terpakai = 19618,63 12694984,95
 Debit [m3] = 52622,33
 kWh total = 26512,56
 Q bebas = 16437,79
 Q bayar = 3180,85
 Q rp = 19243777,73

bayar total = 19243777,73 plus 12694984,95 = 31938762,68

rp/m3 606,94

Jadi, peningkatan debit air dari penghematan = 31938762,68 -
 Dengan asumsi Rp 12694984,95 untuk 1009 SR, maka
 sehingga Rp 19.243.778 dapat digunakan untuk melayani

Memakai Capacitor Bank

bulan	P [kWh] lwbp	wbp	Q [kVArh]	Debit [m3]
Oktober-03	20656,41	5894,28	26531,8	51772,00
November-03	19461,67	5936,68	25375,8	49555,00
Desember-03	20227,43	6112,23	26339,7	51776,00
Januari-04	21289,06	5620,90	2691,00	52711,00
Februari-04	20638,70	5403,48	2602,34	51270,00
Maret-04	21739,41	5584,22	2714,42	53972,00
April-04	18877,53	5690,81	2452,86	50754,00
Mei-04	21027,79	5797,93	2683,27	51491,00
Juni-04	21227,29	5398,65	2667,80	52119,00
Juli-04	20293,41	6152,83	2645,90	53746,00
Agustus-04	21499,83	5749,47	2727,08	52543,00
September-04	20196,84	5645,30	2582,82	51578,00
Rata-rata	247135,37	68986,77	31591,91	623122,00
	20594,61	5748,90	2632,66	51926,83

per tiga bulan

Juli-04	20293,41	6152,83	2645,90	53746,00
Agustus-04	21499,83	5749,47	2727,08	52543,00
September-04	20196,84	5645,30	2582,82	51578,00
Rata-rata	61990,09	17547,59	7955,80	157867,00
	20663,36	5849,20	2651,93	52622,33

kWh [lwbp] = 20663,36 x 440 = 9091879,208
 kWh [wbp] = 5849,20 x 440 x 1,4 = 3603105,737
 Q terpakai = 2651,93 12694984,95
 Debit [m3] = 52622,33
 kWh total = 26512,56
 Q bebas = 16437,79
 Q bayar = -13785,85
 Q rp = -83402900,63

bayar total = -83402900,63 plus 12694984,95 = -70707915,68

rp/m3 241,25

= Rp 19.243.778 sebanding = 2.598.303,44 1/hari
 / 1.009 Rp per SR = 12.582 rupiah/SR
 / 12.582 Rp per SR = 1.529 SR

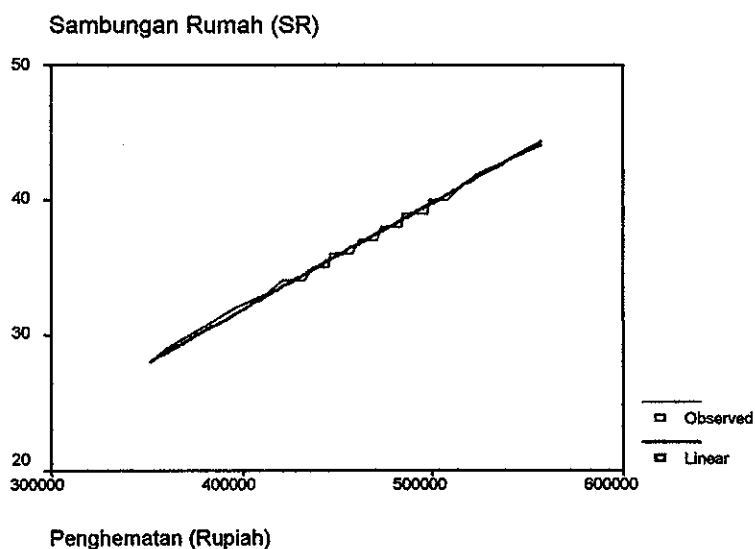
BAB VI

PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Dalam bab ini akan menyajikan hasil penelitian yang telah dilakukan berupa perhitungan statistik menggunakan software SPSS Windows versi 11. Mengenai data, diperoleh dari hasil pengukuran. Hasil pengolahan data tersebut diperlukan untuk membuktikan hipotesis.

Dari output SPSS dengan uji Kolmogorov-Smirnov untuk variabel X (hemat) diperoleh perbedaan absolut maksimum antara distribusi kumulatif yang dinyatakan dengan DN (Distribusi Normal) adalah sebesar 0,125 dengan tingkat signifikansi sebesar 0,114. sehingga cukup menjadi alasan memberi asumsi distribusi normal. Dengan cara yang sama, uji Kolmogorov-Smirnov untuk variabel Y (debit air) diperoleh perbedaan absolut maksimum antara distribusi kumulatif yang dinyatakan dengan DN adalah sebesar 0,165 dengan tingkat signifikansi sebesar 0,014 sehingga cukup menjadi alasan memberi asumsi distribusi normal.

Untuk mengetahui apakah kedua variabel memiliki hubungan linier atau tidak, maka terlebih dahulu dilihat visualisasi bentuk diagram pencarnya. Karena *penghematan* merupakan variabel yang mempengaruhi *Sambungan Rumah*, maka variabel independennya adalah *penghematan*, sedangkan *Sambungan Rumah* menjadi variabel dependennya. Selengkapnya, lihat gambar berikut:



Gambar 6.1 Pengaruh Penghematan Terhadap Sambungan Rumah

Berdasarkan bentuk diagram pencar di atas, dapat disimpulkan sementara bahwa hubungan antara penghematan dengan Sambungan Rumah adalah linier. Selanjutnya digunakan paket software SPSS untuk menghitung korelasi keduanya.

6.1 Output SPSS:

TABEL 6.1 OUTPUT SPSS

Output yang diperoleh terlihat sebagai berikut:

Correlations

Correlations

		Penghematan (Rupiah)	Sambungan Rumah (SR)
Penghematan (Rupiah)	Pearson Correlation	1	,992**
	Sig. (2-tailed)	,	,000
	N	92	92
Sambungan Rumah (SR)	Pearson Correlation	,992**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,
	N	92	92

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Penghematan (Rupiah) ^a	,	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Sambungan Rumah (SR)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-W atson
1	,992 ^a	,983	,983	,31813	2,387

a. Predictors: (Constant), Penghematan (Rupiah)

b. Dependent Variable: Sambungan Rumah (SR)

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	529,717	1	529,717	5234,009	,000 ^a
	Residual	9,109	90	,101		
	Total	538,826	91			

a. Predictors: (Constant), Penghematan (Rupiah)

b. Dependent Variable: Sambungan Rumah (SR)

Coefficients^b

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	,167	,516		,324	,747	-,859	1,193
Penghematan (Rupiah)	7,920E-05	,000	,992	72,346	,000	,000	,000

a. Dependent Variable: Sambungan Rumah (SR)

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	28,0148	44,2789	37,4565	2,41269	92
Residual	-,5100	,4560	,0000	,31638	92
Std. Predicted Value	-3,913	2,828	,000	1,000	92
Std. Residual	-1,603	1,433	,000	,994	92

a. Dependent Variable: Sambungan Rumah (SR)

6.2 ANALISIS OUTPUT

Hasil pengolahan data di atas, selanjutnya dapat dipakai untuk uji hipotesis yang menyatakan model yang didapatkan bentuknya linier atau tidak dan juga secara tidak langsung menguji asumsi-asumsi untuk memperoleh BLUE (Best Linear Unbiased Estimator).

Pada tabel **Correlations**, dapat dibaca bahwa hubungan (korelasi) *penghematan* dengan *Sambungan Rumah* bernilai 1. ini artinya, hubungan penghematan dengan Sambungan Rumah sangat kuat dan searah. Nilai “+” (positif) artinya bila penghematan meningkat, maka tingkat Sambungan Rumah akan ikut naik. Demikian sebaliknya.

Setelah mengetahui kekuatan hubungan antara penghematan dengan Sambungan Rumah, dapat dilanjutkan asosiasi dari kedua variabel:

Menguji signifikansi hubungan linier antara penghematan dengan Sambungan Rumah .

Hipotesis:

$H_0 : b = 0$ (Tidak ada hubungan linier antara penghematan dengan Sambungan Rumah)

$H_1 : b \neq 0$ (Ada hubungan linier antara penghematan dengan Sambungan Rumah)

Dalam tabel ANOVA, terbaca nilai $F_{hitung} = 5234,009$. Sementara itu, dari tabel statistik F dengan derajat bebas $v_1 = 1$ dan $v_2 = 90$ pada taraf signifikansi 0,05 ($F_{1:90:0,05}$), diperoleh nilai $F_{tabel} = 3,92$. Jadi tampak bahwa:

$$F_{hitung} > F_{tabel}$$

$$5234,009 > 3,92$$

Karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka disimpulkan bahwa H_0 dapat ditolak artinya antara penghematan dan Sambungan Rumah ada hubungan linier.

Kesimpulan yang sama dapat kita peroleh dari perbandingan nilai Sig. dengan taraf signifikansi (α):

$$\text{Sig.} < \alpha$$

$$0,000 < 0,05$$

Karena nilai $\text{Sig.} < \alpha$ maka disimpulkan bahwa H_0 dapat ditolak yang artinya antara penghematan dan Sambungan Rumah ada hubungan linier (sama dengan cara membandingkan antara F_{hitung} dengan F_{tabel} di atas).

Pada tabel Model Summary diperoleh nilai $R^2 = 0,983$. Artinya variabel penghematan dapat menerangkan variabilitas sebesar 98,3 % dari variabel Sambungan Rumah , sedangkan sisanya diterangkan oleh variabel lain (dengan R^2 merupakan koefisien determinasi).

Menguji signifikansi konstanta pada model linier (a)

Hipotesis:

$H_0 : a = 0$ (Koefisien regresi a tidak signifikan)

$H_1 : a \neq 0$ (Koefisien regresi a signifikan)

Dalam tabel **Coefficients** diperoleh nilai $t_{hitung} = 0,324$. karena memakai taraf signifikansi 5 %, maka untuk t_{tabel} akan diperoleh nilai $t_{90;0,025} = 1,980$ (lihat tabel nilai

statistik t dengan derajat bebas $v = 90$ pada taraf signifikansi 0,025, karena menggunakan uji 2 arah).

Dari kedua nilai tersebut, diperoleh t_{hitung} dan t_{tabel} :

$$\begin{array}{rcl} t_{hitung} & < & t_{tabel} \\ 0,324 & < & 1,980 \end{array}$$

Karena nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka disimpulkan bahwa H_0 dapat ditolak, artinya koefisien regresi (a) signifikan. Bisa juga mencoba membandingkan nilai Sig. dengan taraf signifikansi (α):

$$\begin{array}{rcl} \text{Sig.} & > & \alpha \\ 0,747 & > & 0,05 \end{array}$$

Karena nilai $\text{Sig.} < \alpha$, maka disimpulkan bahwa H_0 dapat ditolak, artinya koefisien regresi a signifikan (sama dengan cara membandingkan t_{hitung} dengan t_{tabel} di atas).

Menguji signifikansi koefisien variabel penghematan (b) pada model linier

Hipotesis:

$H_0 : b = 0$ (Koefisien regresi pada penghematan tidak signifikan)

$H_1 : b \neq 0$ (Koefisien regresi pada penghematan signifikan)

Dalam tabel Coefficients diperoleh nilai $t_{hit} = 72,346$. karena kita menggunakan taraf signifikansi 5 %, maka untuk t_{tabel} akan kita peroleh nilai $t_{90;0,025} = 1,980$ (lihat tabel nilai statistik t dengan derajat bebas $v = 90$ pada taraf signifikansi 0,025, sebab memakai uji 2 arah).

Dengan membandingkan nilai t_{hitung} dan t_{tabel} didapatkan:

$$\begin{array}{rcl} t_{hitung} & > & t_{tabel} \\ 72,346 & > & 1,980 \end{array}$$

Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka disimpulkan bahwa H_0 ditolak, artinya koefisien regresi pada penghematan signifikan.

Hasil yang sama juga bisa didapatkan dari perbandingan nilai Sig. dengan taraf signifikansi:

$$\begin{array}{rcl} \text{Sig.} & < & \alpha \\ 0,000 & < & 0,05 \end{array}$$

Karena nilai $\text{Sig.} < \alpha$ maka disimpulkan bahwa H_0 dapat ditolak, artinya koefisien regresi pada penghematan signifikan (sama dengan cara membandingkan antara t_{hitung} dengan t_{tabel} di atas).

Dengan demikian, model regresi yang dapat dipakai adalah:

$$Y = (0,167) + (7,92E-05) X$$

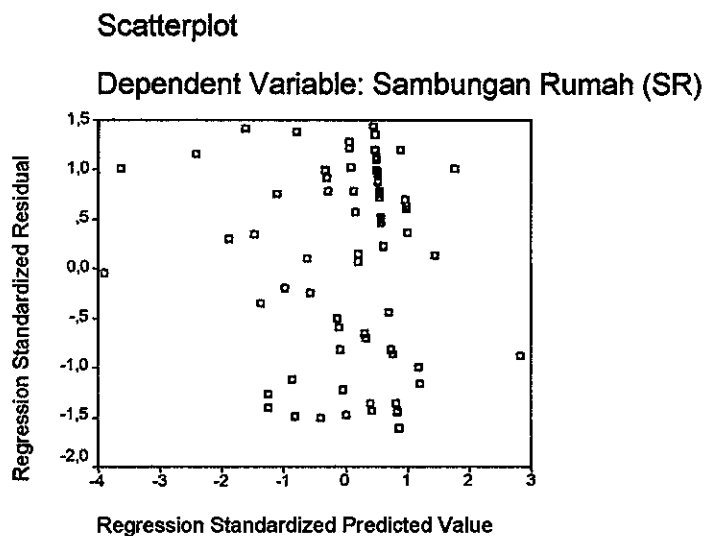
atau,

$$\text{Sambungan Rumah} = (0,167) + (7,92E-05) \text{ Penghematan}$$

Untuk mendapatkan model yang BLUE (Best Linear Unbiased Estimator), model di atas harus diuji sebagai berikut:

1. Uji Linieritas

Berdasarkan diagram pencar (Gambar 6.2) secara visual dapat dinyatakan bahwa hubungan penghematan dengan Sambungan Rumah adalah linier. Untuk meyakinkan bahwa model yang terbentuk memenuhi kriteria kelinieran, maka perlu diuji. Caranya dengan melihat hasil plot residual terhadap harga-harga prediksi. Jika grafik antara harga-harga prediksi dan harga-harga residual tidak membentuk suatu pola tertentu (misalnya: parabola, kubik, dan sebagainya), maka asumsi linieritas terpenuhi.



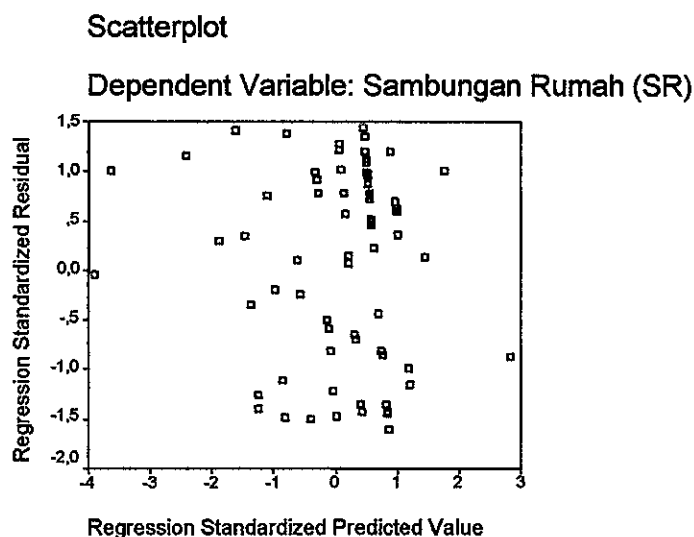
Gambar 6.2 Uji Linieritas

Pada grafik di atas (Gambar 6.2), harga-harga prediksi dengan harga-harga residual tidak membentuk suatu pola tertentu, berarti asumsi linieritas terpenuhi.

2. Homoskeditas

Pengolahan data menggunakan software SPSS memberikan hasil sebagai berikut:

Dengan memakai metode visual untuk membuktikan kesamaan varians (homoskeditas) dengan cara melihat penyebaran nilai-nilai residual terhadap nilai-nilai prediksi. Jika penyebarannya tidak membentuk suatu pola tertentu seperti meningkat atau menurun, maka keadaan homoskeditas terpenuhi. Bila tidak, harus mempertanyakan asumsi varian konstan dari Y terhadap nilai-nilai X.



Gambar 6.3 Uji Homoskeditas

Dari gambar di atas terlihat bahwa penyebaran nilai-nilai residual terhadap nilai-nilai prediksi tidak membentuk suatu pola tertentu (meningkat atau menurun). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa homoskeditas terpenuhi.

3. Nonautokorelasi

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,992 ^a	,983	,983	,31813	2,387

a. Predictors: (Constant), Penghematan (Rupiah)

b. Dependent Variable: Sambungan Rumah (SR)

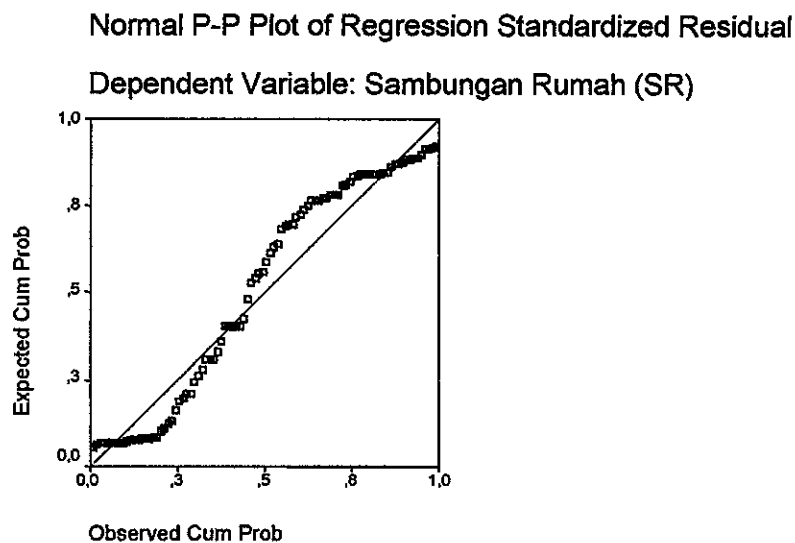
Pada tabel model summary terbaca nilai Durbin Watson = 2,387. Nilai ini berada pada selang $2,35 < DW < 2,79$. Sehingga menurut metode pengujian Durbin Watson

(DW), dapat disimpulkan bahwa autokorelasi atau tidak ada autokorelasi tidak dapat disimpulkan.

4. Nonmultikolinieritas

Karena jumlah variabel independennya hanya satu, maka tidak mungkin terjadi hubungan di antara variabel-variabel independen. Dengan demikian, asumsi nonmultikolinieritas terpenuhi.

5. Normalitas



Gambar 6.4 Uji Normalitas

Dari plot di atas (Gambar 6.4) terlihat bahwa titik-titik data tersebar di sekitar garis lurus. Jadi asumsi kenormalan terpenuhi.

Pengujian hipotesis menggunakan metode Liliefors tidak dapat ditampilkan karena menghasilkan output dengan nilai signifikansi yang tidak terdefinisi.

Untuk itu perlu diuji asal data, yaitu dari populasi normal atau tidak, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Hipotesis:

H_0 : Data berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : Data berasal bukan dari populasi yang berdistribusi normal

Pengolahan data menggunakan software SPSS memberikan hasil sebagai berikut:

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Penghematan (Rupiah)	Sambungan Rumah (SR)
N		92	92
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	470814,2188	37,4565
	Std. Deviation	30462,55859	2,43334
Most Extreme Differences	Absolute	,125	,165
	Positive	,103	,154
	Negative	-,125	-,165
Kolmogorov-Smirnov Z		1,197	1,580
Asymp. Sig. (2-tailed)		,114	,014

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Dengan Tabel One Sample Kolmogorov-Smirnov test dapat dilakukan:

- Menguji hipotesis untuk variabel Sambungan Rumah :

Karena nilai **Asymp. Sig** > **taraf signifikan** (α), yaitu $0,014 < 0,05$ maka dapat disimpulkan H_0 diterima, artinya data sampel variabel Sambungan Rumah berasal dari distribusi normal.

- Menguji hipotesis untuk variabel penghematan :

Karena nilai **Asymp. Sig** > **taraf signifikan** (α), yaitu $0,114 > 0,05$ maka dapat disimpulkan H_0 diterima, artinya data sampel variabel penghematan berasal dari distribusi normal.

Dengan demikian model yang diajukan, yaitu:

$$Y = (0,167) + (7,92E-05) X$$

atau,

$$\text{Sambungan Rumah} = (0,167) + (7,92E-05) \text{Penghematan}$$

Model regresi yang BLUE (Best Linier Unbiased Estimator) selanjutnya dapat dipakai untuk memprediksi keadaan Sambungan Rumah .

BAB VII

KESIMPULAN

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan untuk mendapatkan penggunaan daya listrik dari PLN yang paling minimum tiap bulannya harus dipasang *Capacitor Bank*, sehingga dapat diperoleh beberapa keuntungan sebagai berikut :

1. Biaya operasionalnya menjadi lebih rendah, selisihnya rata-rata mencapai Rp 19.243.778 per bulan (dari Tabel 5.15).
2. Tingkat pelayanan air bersih dapat ditingkatkan dengan adanya penghematan biaya operasinal pompa air karena tidak ada denda, bila dibandingkan dengan sebelum dipasang *Capacitor Bank*, jadi peningkatan air bersih = $(Rp\ 19.243.778 / Rp\ 241,28\ per\ m^3) = 79767,91\ m^3$.
Dengan asumsi Rp 12694984,95 untuk melayani 1009 SR, maka Rp 19.243.778 dapat untuk melayani 1529 SR dan didistribusikan ke Kecamatan Katapang.
3. Pemakaian Q (daya reaktif) terpakai menjadi rendah, yaitu turun 2651,93 kVArh sedangkan tanpa *Capacitor Bank* nilai Q-nya 19618,63 kVArh.
4. Dari hasil analisa oleh software SPSS, ternyata pemasangan *Capacitor Bank* mempengaruhi tingkat pelayanan air bersih dengan perincian sebagai berikut:
 - a. Koefisien korelasi sebesar 0,992 artinya hubungan antara variabel penghematan dan variabel Sambungan Rumah (SR) sangat erat (lihat hal 82 pada tabel correlations).
 - b. Koefisien determinasi sebesar 0,983 artinya nilai tingkat pelayanan (penambahan SR) benar-benar dipengaruhi oleh nilai penghematan sebesar 98,3 % (lihat hal 82 pada tabel Model Summary^b).

DAFTAR PUSTAKA

1. Austin H. Church.(1996). *Centrifugal Pumps and Blowers*. Jhon Wiley and Son, New York.
2. Cherkassyky V. M. (1980). *Pumps Fan Compressors*. Mir Publisher. Moscow.
3. *Corporate Palan Tahun 2001 – 2005*. PDAM. Tirta Raharja. Kabupaten Bandung.
4. *Effisiensi Pemakaian Energi Listrik dengan LP Capacitor*. Schneider Electric Indonesia.
5. Grig Neil S. (1986). *Urban Water Infrastructure*. Jhon Wiley and Sons. New York.
6. Grig Neil S. (1996). *Water Resources Management*. Mc Graw Hill.
7. Herbert Addison. (1966). *Centrifugal and Other Rothodynamics Pump*. Chapman and Hall.
8. Ismiyati(2003), *Statistika dan Aplikasinya*, Magister Teknik Sipil, Undip
9. *Instalasi Listrik Arus Kuat*. P. Van Harten dan Ir. E. Setiawan
10. Instruction manual for Nokia Power Regulator, Models M-6B and M-12
11. Kodoatie Robert J. (2003). *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur. Konsep Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Sistem Perkotaan*. Direktorat Bina Tata Perkotaan dan Tata Pedesaan. Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum
12. Kuswadi dan Erna Mutiara (2004), *Statistik Berbasis Komputer*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
13. Larona, S. *Engineering PT Rencana Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih 6 Kota di Kabupaten Bandung*.
14. Lewis A. Rossman (2000), *EPANET 2 Users Manual*, Water Supply and Resources Division National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, Ohio 45268.
15. Merlin Gerlin, *Koreksi Faktor Daya*.
16. Mohd. Ali, 2000.
17. Mustafid. (1999). *Statistika Terapan*, Universitas Diponegoro.
18. Papolulis, A. (1992). *Probalilitas, Variabel Random, Dan Proses Stokastik*. Edisi kedua, Gajah Mada University Press. Bulaksumur, Yogyakarta-Indonesia..
19. Pemerintah Kabupaten Bandung (2001). *Rencana Terperinci Tata Ruang Kawasan Kota Soreang*. Pemerintah Kabupaten Bandung.

20. -----, *Perancangan Capacitor Bank*. PT Aryanto Darmawan
21. Reuben M. Olson and Steven J. Wright. (1993). *Dasar – Dasar Mekanika Fluida Teknik*. PT Gramedia.
22. Robert W. Fox and Alan T. Mc Donald. (1985). *Introduction to Fluid Mechanics*. Jhon Wiley and Sons. New York.
23. Robert J. Kodoatie, Ph.D, *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur.*, Pustaka Pelajar
24. Robert J. Kodoatie, Ph.D., *Analisis Ekonomi Teknik*, Andi Yogyakarta .
25. Stepanoff A. J. (1957). *Centrifugal and Axial Flow Pump*. Jhon Wiley and Sons. New York.
26. Sularso dan Haruo Tohara. (1987). *Pompa dan Kompresor*. PT Pertja.
27. Sinaga. R (1998). *Pengetahuan Dasar Pompa Centrifugal*. Institut Teknologi Bandung (ITB).
28. Sudjana, Nana, (1989), *Metoda Statistik*, Tarsito, Bandung.
29. Surahmad, Winarno, (1990), *Pengantar Penelitian Ilmiah*, Bandung, Tarsito.
30. SIEMAN, *Perancangan Capacitor Bank*, PT. IPTN.
31. Supriharyono (2000), *Intisari Materi Kuliah Metodologi Penelitian*, Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Undip.
32. Sugiono, (2001), *Metode Penelitian Administrasi*, Alfabeta , Bandung.
33. Singgih Santoso (2001), *Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik*, PT Alex Media Komputindo, Jakarta.
34. Sudigdo Soegondo (2004), *Optimalisasi Pengoperasian Sistem Pompa Distribusi PDAM Soreang*.
35. Wahid Sulaiman (2004), *Analisis Regresi Menggunakan SPSS*, penerbit Andi, Yogyakarta.
36. Wahid Sulaiman (2003), *Statistik Non Parametrik Dengan SPSS*, Andi Yogyakarta.