

repository.ub.ac

**PERAMALAN BEBAN LISTRIK *REGION 4* UNTUK
MERENCANAKAN OPERASIONAL UNIT PEMBANGKIT DAN
JADWAL PEMELIHARAAN PEMBANGKIT
(Studi Kasus PT Pembangkit Jawa Bali)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**RIA PARESTY
NIM. 0610670042- 62**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2010**

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat, berkah dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Peramalan Beban Listrik Region 4 Untuk Merencanakan Operasional Pembangkit dan Jadwal Pemeliharaan Pembangkit”, yang diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Parno dan Ibu Lilik Sugestiani serta adkku Anissa Paresty yang telah memberi segalanya yang terbaik untuk penulis.
2. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Arif Rahman, ST.,MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
4. Ibu Dra. Murti Astuti, MSIE, selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Manajemen Industri Program Studi Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Serta Pembimbing I, yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan.
5. Bapak Hary Sudjono, S.Si.,MT, selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan.
6. Seluruh Staf Pengajar dan Administrasi Program Studi Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
7. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

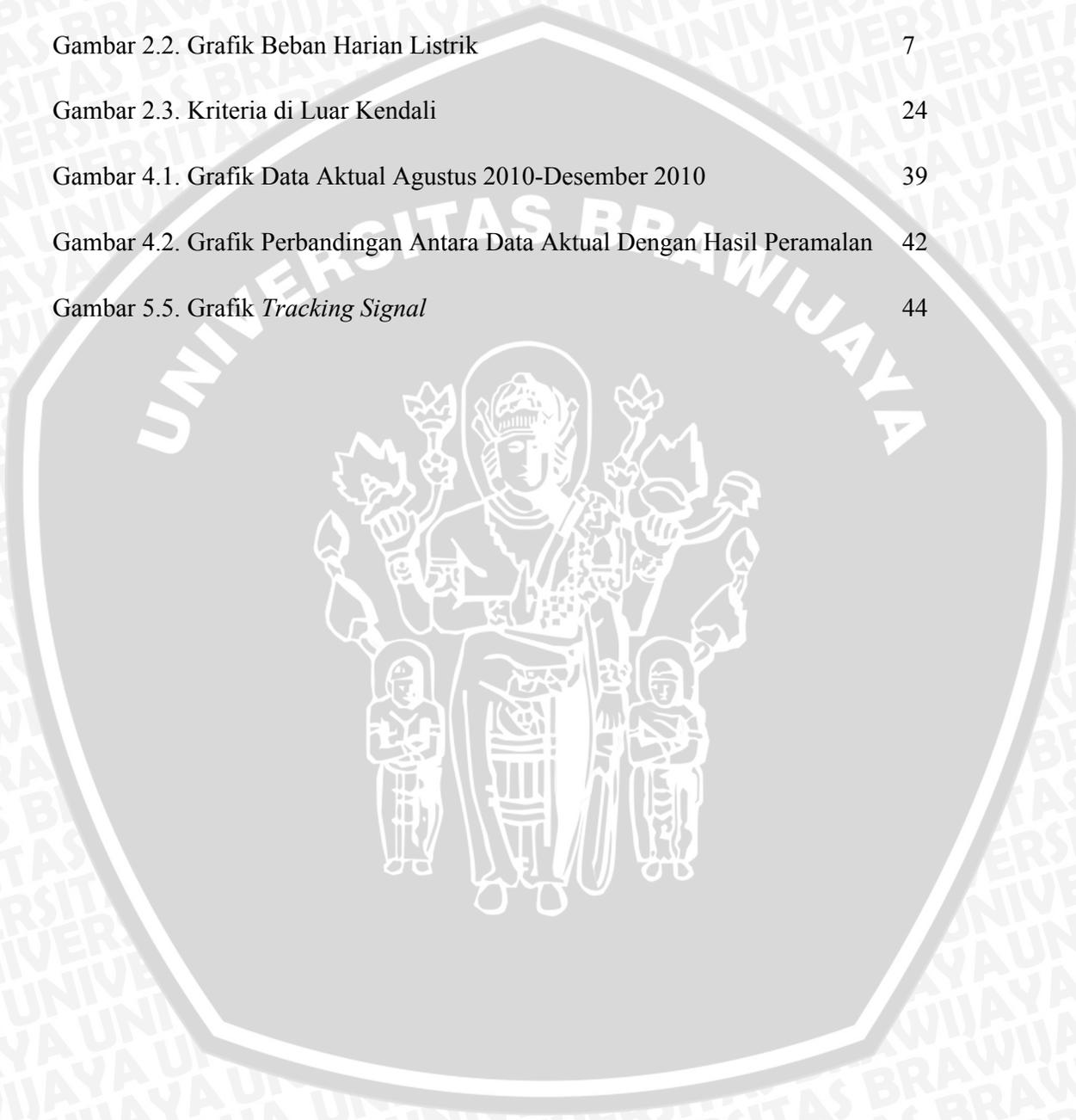
Malang, September 2010

Penulis



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Bagan Sistem Tenaga Listrik	6
Gambar 2.2.	Grafik Beban Harian Listrik	7
Gambar 2.3.	Kriteria di Luar Kendali	24
Gambar 4.1.	Grafik Data Aktual Agustus 2010-Desember 2010	39
Gambar 4.2.	Grafik Perbandingan Antara Data Aktual Dengan Hasil Peramalan	42
Gambar 5.5.	Grafik <i>Tracking Signal</i>	44

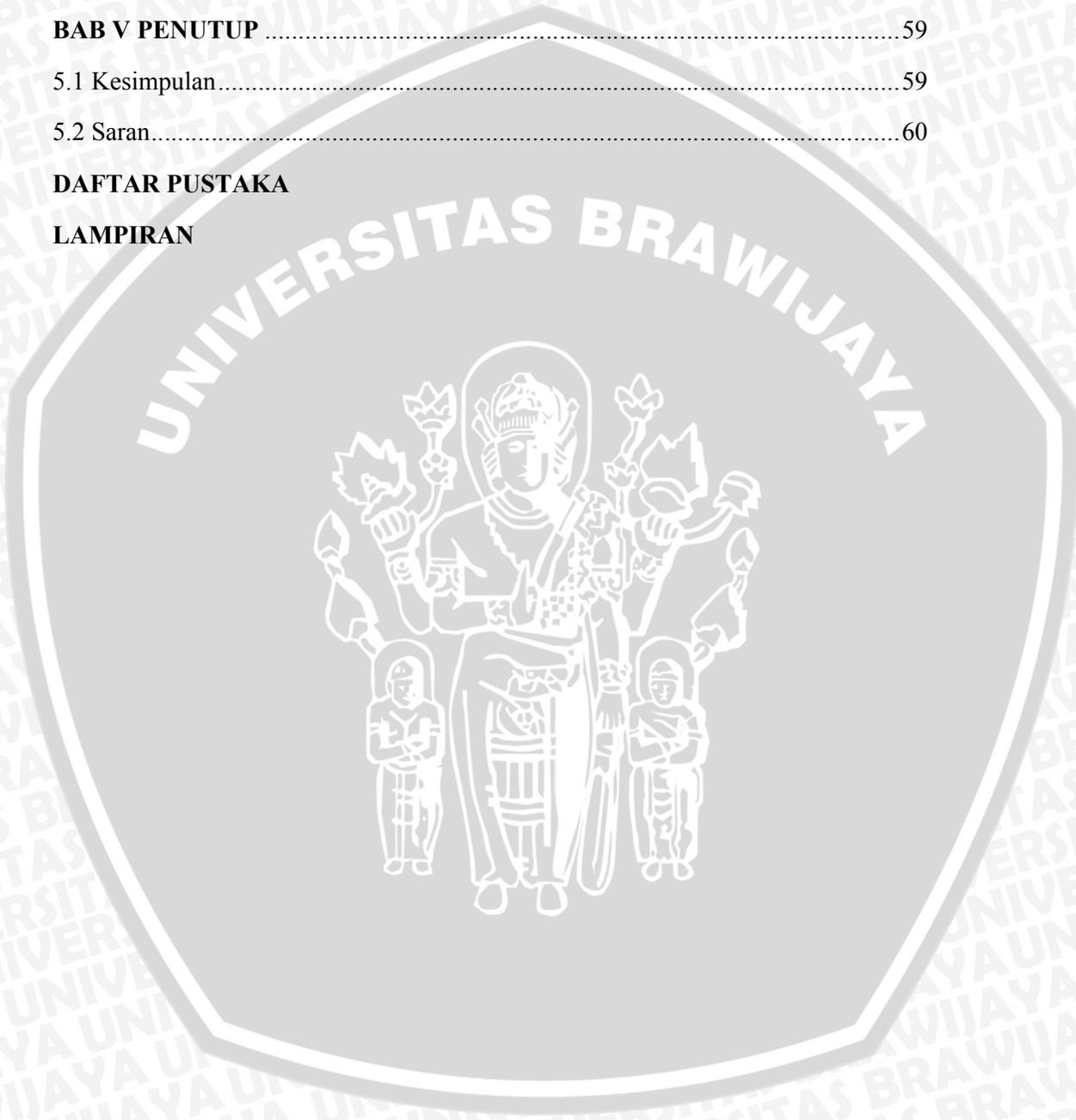


DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Asumsi.....	4
1.7 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.2.1 Definisi Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.2.2 Definisi Beban Sistem Tenaga Listrik (Beban Listrik).....	6
2.2.3 Definisi Pembangkit Listrik.....	7
2.3 Peramalan.....	9
2.3.1 Definisi dan Manfaat Peramalan.....	9
2.3.2 Peramalan dan Horison Waktu.....	10
2.3.3 Karakteristik Peramalan Yang Baik.....	10
2.3.4 Sifat Hasil Peramalan.....	11
2.3.5 Ukuran Akurasi Hasil Peramalan.....	11
2.3.6 Metode-Metode Dalam Peramalan.....	13

2.3.7 Analisis Deret Waktu (<i>Time Series</i>).....	14
2.3.8 Rata-Rata Bergerak (<i>Moving Average</i>)	15
2.3.9 Rata-Rata Bergerak Dengan Bobot (<i>Weighted Moving Average</i>).....	16
2.3.10 Penghalusan Eksponensial (<i>Exponential Smoothing</i>)	17
2.3.11 <i>Double Exponential Smoothing</i> (Model Holt)	18
2.3.12 Model Holt Winters.....	19
2.3.12.1 Model Holt Winters Additive	19
2.3.12.2 Model Holt Winters Multiplicative.....	20
2.3.13 Model Peramalan Kausal.....	20
2.3.14 Verifikasi dan Pengendalian Peramalan.....	21
2.3.15 Peta Moving Average	22
2.3.16 Uji Kondisi Diluar Kendali.....	23
2.4 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	24
2.4.1 Definisi Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	24
2.4.2 Jenis <i>Maintenance</i>	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Jenis Penelitian	29
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	29
3.4 Sumber Data	29
3.5 Metode Pengumpulan Data	29
3.6 Langkah Penelitian.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Profil Perusahaan	33
4.2 Pengumpulan Data	34
4.3 Pengolahan Data	40
4.3.1 Peramalan Beban Listrik.....	40
4.3.2 Perencanaan Pembangkit <i>Region 4</i>	45
4.3.3 Perencanaan Jadwal Pemeliharaan Pembangkit <i>Region 4</i>	50

4.4 Pembahasan	52
4.4.1 Analisa Peramalan Beban Listrik <i>Region 4</i>	52
4.4.2 Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik <i>Region 4</i>	52
4.4.3 Analisa Perencanaan Jadwal Pemeliharaan Pembangkit <i>Region 4</i>	57
BAB V PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 4.1a.	Pembangkit di <i>Region 4</i>	35
Tabel 4.1b.	Pembangkit di <i>Region 4</i>	36
Tabel 4.2a.	Data Beban Listrik <i>Region 4</i>	37
Tabel 4.2b.	Data Beban Listrik <i>Region 4</i>	38
Tabel 4.3.	Jadwal Pemeliharaan Pembangkit	40
Tabel 4.4.	Hasil Peramalan Beban Listrik	41
Tabel 4.5a.	Pembangkit Listrik Yang Mampu Beroperasi	46
Tabel 4.5b.	Pembangkit Listrik Yang Mampu Beroperasi	47
Tabel 4.5c.	Pembangkit Listrik Yang Mampu Beroperasi	48
Tabel 4.5d.	Pembangkit Listrik Yang Mampu Beroperasi	49
Tabel 4.5e.	Pembangkit Listrik Yang Mampu Beroperasi	50
Tabel 4.6.	Usulan Jadwal Pemeliharaan Periode Agustus 2010-Desember 2010	51
Tabel 4.7a.	Kelebihan Listrik region 4 Periode Agustus 2010	53
Tabel 4.7b.	Kelebihan Listrik region 4 Periode September 2010	54
Tabel 4.7c.	Kelebihan Listrik region 4 Periode Oktober 2010	55
Tabel 4.7d.	Kelebihan Listrik region 4 Periode November 2010	56
Tabel 4.7e.	Kelebihan Listrik region 4 Periode Desember 2010	57

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Perhitungan tracking signal <i>holt winter multiplicative method</i>	63
Lampiran 2.	Perhitungan tracking signal <i>holt winter multiplicative method</i>	64
Lampiran 3.	Perhitungan tracking signal <i>holt winter multiplicative method</i>	65
Lampiran 4.	Perhitungan tracking signal <i>holt winter multiplicative method</i>	66
Lampiran 5.	Rencana pembangkit yang beroperasi	67
Lampiran 6.	Rencana pembangkit yang beroperasi	68
Lampiran 7.	Rencana pembangkit yang beroperasi	69
Lampiran 8.	Rencana pembangkit yang beroperasi	70
Lampiran 9.	Rencana pembangkit yang beroperasi	71
Lampiran 10.	Rencana pembangkit yang beroperasi	72
Lampiran 11.	Rencana pembangkit yang beroperasi	73
Lampiran 12.	Rencana pembangkit yang beroperasi	74
Lampiran 13.	Rencana pembangkit yang beroperasi	75
Lampiran 14.	Rencana pembangkit yang beroperasi	76
Lampiran 15.	Rencana pembangkit yang beroperasi	77
Lampiran 16.	Rencana pembangkit yang beroperasi	78
Lampiran 17.	Rencana pembangkit yang beroperasi	79
Lampiran 18.	Rencana pembangkit yang beroperasi	80
Lampiran 19.	Rencana pembangkit yang beroperasi	81
Lampiran 20.	Daftar istilah	82

RINGKASAN

Ria Paresty, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, September 2010, *Peramalan Beban Listrik Region 4 untuk Merencanakan Operasional Unit Pembangkit dan Jadwal Pemeliharaan Pembangkit*, Dosen Pembimbing : Murti Astuti dan Hary Sudjono.

Region 4 merupakan area PT PJB yang memiliki jumlah pembangkit yang paling banyak dibandingkan dengan *region-region* lainnya. Pembangkit di *region 4* ini memiliki tugas ganda yaitu memenuhi permintaan listrik di *region 4* dan *region-region* lainnya. PT Pembangkit Jawa Bali (PT PJB) masih mengalami kesulitan dalam mengatur jadwal pemeliharaan pembangkit di *region 4* jika bersamaan dengan permintaan listrik yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan beban listrik *region 4* untuk periode Agustus-Desember 2010, mengusulkan unit pembangkit mana saja yang akan beroperasi untuk memenuhi kebutuhan beban listrik dan merencanakan jadwal pemeliharaan dari masing-masing pembangkit yang terdapat di *region 4*.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa langkah penyelesaian masalah. Yang pertama adalah melakukan peramalan beban listrik *region 4* untuk periode Agustus-Desember 2010, peramalan ini menggunakan metode *holt winter multiplicative* dengan bantuan microsoft excel untuk menyelesaikannya. Parameter alpha, betha dan gamma dari metode *holt winter multiplicative* dihitung dengan menggunakan solver pada microsoft excel. Besarnya alpha, betha dan gamma adalah 0.28, 0, dan 0.25. Setelah meramalkan beban listrik, langkah selanjutnya adalah merencanakan pembangkit yang akan beroperasi. Dalam perencanaan pembangkit yang akan beroperasi masih menggunakan metode *manual*. Perencanaan pembangkit dibuat berdasarkan hasil peramalan dan memprioritaskan perusahaan milik negara dibanding milik swasta untuk beroperasi. Selain merencanakan pembangkit, penelitian ini juga merencanakan jadwal pemeliharaan pembangkit. Perencanaan jadwal pemeliharaan pembangkit berdasarkan rencana tahunan jadwal pemeliharaan PT PJB dan disesuaikan dengan hasil peramalan. Perencanaan jadwal pemeliharaan ini juga masih menggunakan metode manual.

Hasil dari penelitian ini adalah hasil peramalan beban listrik untuk periode Agustus-Desember 2010 adalah sebesar 5000-6000 MW, dan metode yang digunakan dapat diandalkan dikarenakan nilai *tracking signal* berada dalam batas kendali ± 4 . Dikarenakan hasil peramalan beban listrik harian *region 4* yang tinggi, pembangkit milik negara yang berada di *region 4* harus dioperasikan semua dan setiap hari masih harus mengoperasikan pembangkit swasta. Maka dari itu, perusahaan listrik negara sebaiknya membangun pembangkit baru untuk memenuhi permintaan listrik yang semakin hari semakin tinggi. Usulan jadwal pemeliharaan untuk pembangkit di *region 4* adalah pembangkit Paiton 1 (PLTU) harus dilaksanakan tidak sesuai jadwal yang sudah direncanakan. Pemeliharaan pembangkit Paiton 1 (PLTU) sebaiknya dilaksanakan pada tanggal 7 Desember 2010-1 Januari 2011 dari jadwal pemeliharaan semula tanggal 2 Oktober 2010-27 Oktober 2010 karena pada bulan Oktober permintaan listrik tinggi dan pembangkit *region 4* tidak mampu memenuhinya jika pembangkit Paiton 1 ini dalam pemeliharaan.

Kata kunci: peramalan, pemeliharaan, beban listrik, pembangkit, *holt winter multiplicative method*.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik sangat diperlukan oleh masyarakat dewasa ini. Seiring dengan perkembangan teknologi dalam berbagai bidang yang semakin pesat, teknologi kelistrikan juga mengalami penambahan dalam penyediaan energi listrik disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat. Hal ini menuntut PT Pembangkit Jawa Bali (PT PJB) untuk selalu menyediakan energi listrik guna memenuhi kebutuhan masyarakat. Selain itu, PJB juga dituntut untuk selalu meningkatkan mutu dan kualitas dalam pelayanan dan keandalannya dalam mengelola energi listrik (Purnama, 2008). Kebutuhan listrik yang dapat berubah sewaktu-waktu membuat PT PJB harus berpikir keras untuk memenuhi kebutuhan listrik yang tidak menentu dan semakin meningkat. Untuk meningkatkan mutu dan kualitas dalam pelayanan, PT PJB telah membagi wilayah operasional menjadi 4 bagian yaitu *region 1* yang meliputi wilayah Jakarta dan Banten (RJKB), *region 2* adalah wilayah Jawa Barat (RJBR), *region 3* meliputi wilayah Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta (RJTD), dan *region 4* meliputi wilayah Jawa Timur dan Bali (RJTB).

Penyediaan beban listrik yang cepat dan tepat menjadi masalah yang penting manakala dihadapkan pada efisiensi biaya, pelayanan dan sekaligus penghematan sumber daya penghasil energi. Disisi lain, beban listrik yang sudah diproduksi dan tidak terpakai akan terbuang karena tidak bisa disimpan (*dump power*), sedangkan bila energi yang disediakan berada dibawah beban yang diminta akibat peramalan yang tidak akurat maka akan terjadi pemadaman bergilir (*energy not served*). Untuk memenuhi kebutuhan listrik pada periode selanjutnya harus sudah disediakan dari sekarang, maka dari itu dibutuhkan peramalan kebutuhan beban listrik (Wahyuda, 2009).

Prakiraan terhadap konsumsi energi listrik sangat diperlukan untuk membantu mengambil kebijaksanaan pertambahan energi listrik baik jangka pendek, jangka menengah maupun jangka panjang. Dengan mengetahui jumlah permintaan energi listrik pada periode tertentu, akan dapat diproyeksikan kebutuhan energi listrik untuk periode berikutnya. Dengan demikian peramalan kebutuhan energi listrik merupakan

langkah antisipatif untuk melihat pertumbuhan kebutuhan energi listrik yang diduga akan berkembang pesat pada tahun-tahun berikutnya (Utama, 2007).

Pengaturan pembangkitan pada umumnya didasarkan pada biaya bahan bakar per kilowattjam yang digunakan oleh mesin pembangkit energi listrik, sebab biaya bahan bakar merupakan biaya terbesar dalam pembangkitan energi listrik. Unit-unit pembangkit diurut menurut prioritas mulai dari yang termurah biaya bahan bakarnya, dipartisipasikan dalam memenuhi beban listrik (Nugroho, 2006). Jenis bahan bakar yang digunakan untuk mengoperasikan pembangkit adalah air, batubara, gas dan minyak. Untuk meminimalkan biaya produksi, PT PJB sangat meminimalkan penggunaan bahan bakar minyak karena bahan bakar tersebut mahal. Tetapi karena *demand* listrik oleh masyarakat pada beban puncak yaitu pada jam 19.00-22.00 wib tinggi maka pembangkit yang berbahan bakar minyak selalu digunakan untuk memenuhi permintaan tersebut.

Besarnya beban yang harus dilayani tidaklah konstan melainkan selalu berubah sepanjang waktu tergantung kepada keperluan para pemakai tenaga listrik. Tidak ada rumus yang eksak yang dapat memastikan besarnya beban untuk setiap saat, melainkan yang dapat dilakukan hanyalah memperkirakan besarnya beban dengan melihat angka-angka statistik serta mengadakan analisa beban. Maka dari itu, unit pembangkit serta peralatan listrik lainnya yang dipergunakan untuk penyediaan tenaga listrik harus secara rutin dipelihara sesuai buku instruksi pemeliharaan dari pabrik. Pemeliharaan ini perlu dikoordinir agar unit pembangkit beserta peralatan lainnya yang tidak dipelihara, yang siap operasi masih cukup untuk dapat menghadapi beban listrik. Dalam kenyataannya unit pembangkit yang beroperasi banyak yang mengalami gangguan dan terpaksa dikeluarkan dari operasi, untuk menghadapi kemungkinan ini perlu diperlukan/direncanakan adanya unit pembangkit cadangan (Prihastomo, 2008).

Region 4 merupakan salah satu area operasi PT PJB yang memiliki jumlah pembangkit yang paling banyak dibandingkan dengan *region* lainnya, sehingga pada *region* ini kebutuhan listrik pasti akan terpenuhi dan pembangkit di wilayah ini mampu mendistribusikan ke *region* lainnya. Sehingga pembangkit di *region 4* ini memiliki tugas ganda yaitu memenuhi permintaan listrik di *region 4* dan *region* lainnya. Dikarenakan pembangkit di *region 4* memiliki tugas ganda, PT PJB masih mengalami kesulitan dalam mengatur jadwal pemeliharaan pembangkit di *region 4* jika bersamaan dengan permintaan listrik yang tinggi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka masalah pada PT Pembangkit Jawa Bali (PT PJB) dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Kapasitas pembangkit yang ada di *region 4* selain harus mensupplay kebutuhan listrik di *region 4* juga mensupplay ke *region* lain di wilayah Jawa Bali.
2. Perlu diramalkan kebutuhan listrik untuk waktu yang akan datang di *region 4* dan dengan diketahuinya kebutuhan listrik harian di *region 4*, PT PLN bisa mengalokasikan sisa kapasitas pembangkit di *region 4* untuk mensupply *region* lainnya.
3. Jadwal maintenance dimasing-masing pembangkit perlu diatur agar permintaan listrik dapat terpenuhi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi permasalahan yang ada, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa besar beban listrik harian *region 4* untuk periode Agustus-Desember 2010?
2. Usulan unit pembangkit mana saja yang akan mensuplai untuk memenuhi beban listrik *region 4* sesuai dengan hasil peramalan dengan memprioritaskan pembangkit milik negara yang berada di *region 4*?
3. Kapan sebaiknya jadwal pemeliharaan pembangkit dilaksanakan berdasarkan waktu operasi mesin pembangkit?

1.4 Batasan Masalah

Adapun permasalahan dan pembahasan yang akan dianalisa PT Pembangkit Jawa Bali hanya terbatas pada masalah:

1. Dalam penelitian ini meramalkan beban listrik *region 4* (Jawa timur dan Bali) saja.
2. Dalam peramalan, data aktual yang digunakan merupakan data beban listrik tertinggi pada hari tersebut.
3. Untuk mengusulkan unit pembangkit yang akan digunakan diprioritaskan menggunakan pembangkit milik negara terlebih dahulu sebelum menggunakan pembangkit swasta.
4. Dalam penelitian ini hanya mengusulkan rencana penjadwalan pembangkit di *region 4* berdasarkan atas peramalan beban listrik harian yang telah dibuat oleh peneliti.

5. Rencana penjadwalan pemeliharaan pembangkit hanya berdasarkan pada waktu operasi mesin pembangkit.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai adalah:

1. Meramalkan beban listrik harian *region 4* untuk periode Agustus-Desember 2010.
2. Mengusulkan unit pembangkit yang berada di *region 4* yang akan beroperasi untuk memenuhi kebutuhan beban listrik.
3. Merencanakan jadwal pemeliharaan dari masing-masing pembangkit yang terdapat di *region 4*.

1.6 Asumsi

Pada permasalahan ini diasumsikan:

1. Kondisi stabil dalam artian faktor eksternal seperti politik, keuangan, dan lainnya tidak berpengaruh.
2. Tidak adanya hubungan interkoneksi antar pembangkit.

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dalam penelitian laporan tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan informasi kepada perusahaan tentang beban listrik harian *region 4* hasil peramalan peneliti.
2. Memberikan rekomendasi kepada perusahaan tentang pembangkit yang siap untuk mensuplai permintaan listrik berdasarkan hasil peramalan peneliti.
3. Memberikan rekomendasi kepada perusahaan tentang rencana jadwal pemeliharaan (*maintenance*) pembangkit berdasarkan hasil peramalan peneliti.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk mengetahui perkembangan penelitian dengan topik peramalan beban sistem, peneliti akan memberikan beberapa penelitian terdahulu sehingga dapat diketahui perbedaan penelitian yang dilakukan saat ini dengan penelitian sebelumnya.

Beberapa peneliti yang terkait antara lain:

1. Ngakan Putu Satriya Utama (2007) dengan judul prakiraan kebutuhan tenaga listrik propinsi Bali sampai tahun 2018 dengan metode regresi berganda deret waktu. Dalam penelitian ini, peneliti hanya menghitung kebutuhan energi listrik dimasa mendatang di propinsi Bali yang meliputi empat sektor yaitu sektor rumah tangga, sektor komersial, sektor publik dan sektor industri. Penelitian ini menggunakan metode regresi berganda deret waktu.
2. Agung Nugroho (2006) dengan judul metode pengaturan penggunaan tenaga listrik dalam upaya penghematan bahan bakar pembangkit dan energi. Dalam penelitian ini, peneliti tidak meramalkan beban sistem tetapi peneliti hanya mengatur penggunaan tenaga listrik yang hasilnya adalah untuk mengupayakan penghematan bahan bakar pembangkit dan energi. Dalam menyelesaikan penelitian ini, peneliti menggunakan cara yaitu memangkas beban puncak dan pengalihan beban dari waktu beban puncak (WBP) dan pengalihan beban puncak (LWBP). Dan dari segi pengguna, metode pengaturannya adalah *high efficiency lighting, improved refrigerators, improved air conditioning, improved motors*, penggunaan beban listrik pada luar waktu beban puncak, *energy management audits, efficient new construction*. Pelaksanaan metode tersebut perlu dilakukan sosialisasi ke konsumen tenaga listrik.

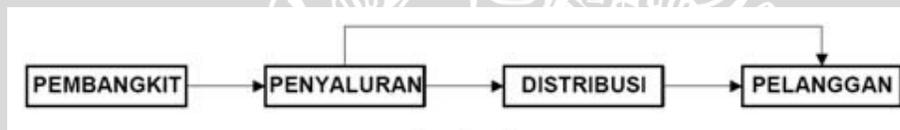
Dari berbagai penelitian tentang beban listrik dan pembangkit di atas, *output* yang direkomendasikan berbeda-beda. Pada penelitian nomor satu, peneliti hanya menghitung kebutuhan energi listrik dimasa mendatang di propinsi Bali yang meliputi empat sektor yaitu sektor rumah tangga, sektor komersial, sektor publik dan sektor industri dengan menggunakan metode regresi berganda deret waktu dan penelitian nomor dua, peneliti tidak meramalkan beban sistem tetapi peneliti hanya mengatur penggunaan tenaga listrik yang hasilnya adalah untuk mengupayakan penghematan bahan bakar pembangkit dan energi. Sedangkan penelitian ini, menggabungkan kedua

penelitian tersebut. Penelitian ini menghitung beban listrik di masa mendatang dan dijadikan dasar untuk merekomendasikan pembangkit yang berbahan bakar murah untuk beroperasi serta untuk merencanakan jadwal pemeliharaan pembangkit. Dari pembahasan itulah yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya.

2.2 Sistem Tenaga Listrik

2.2.1 Definisi Sistem Tenaga Listrik

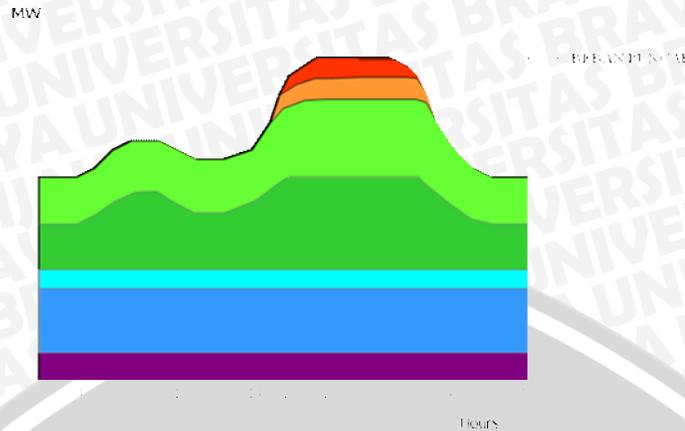
Sistem tenaga listrik terdiri atas sumber dan beban yang letaknya berjauhan dan meliputi daerah yang sangat luas serta pengiriman dayanya ke pusat-pusat beban dilakukan melalui jaringan transmisi dengan kapasitas yang terbatas (Supardi,2002). Prinsip kerja sistem tenaga listrik adalah sistem tenaga listrik dimulai dari bagian pembangkitan kemudian disalurkan melalui sistem jaringan transmisi kepada gardu induk dan dari gardu induk ini disalurkan serta dibagi-bagi kepada pelanggan melalui saluran distribusi. Ada pula pelanggan yang mendapat pelayanan langsung dari saluran transmisi biasanya pelanggan ini membutuhkan tegangan yang besar dan daya yang besar pula. Gambar prinsip kerja sistem tenaga listrik terlihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 bagan sistem tenaga listrik
Sumber: Darmanto, 2009.

2.2.2 Definisi Beban Sistem Tenaga Listrik (Beban Listrik)

Beban sistem (beban listrik) adalah jumlah daya yang dibutuhkan oleh sistem kelistrikan. Atau beban sistem adalah daya listrik yang dipakai oleh pelanggan. Sedangkan beban puncak adalah beban tertinggi yang dipanggul sistem kelistrikan pada waktu tertentu. Atau juga dapat diartikan konsumsi listrik tertinggi seluruh pengguna PLN. Beban puncak kelistrikan Jawa Bali terjadi pada pukul 19.00 WIB-22.00 WIB. Gambar beban listrik harian dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini:



Gambar 2.2 kurva beban listrik harian
Sumber: PT PLN, 2009

2.2.3 Definisi Pembangkit Listrik

Pembangkit listrik adalah suatu sub *system* dari *system* tenaga listrik yang terdiri dari instalasi elektrikal, mekanikal, bangunan-bangunan (*civil work*), bangunan pelengkap serta bangunan dan komponen bantu lainnya. Pembangkit tenaga listrik berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Jenis-jenis pembangkit di Indonesia antara lain: PLTA, PLTD, PLTU, PLTGU, PLTG, PLTP, dan PLTN.

1. PLTA

PLTA atau Pembangkit Listrik Tenaga Air adalah pembangkit yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energi listrik (Wikipedia, 2010). Prinsip kerja dari PLTA adalah Sistem tenaga air mengubah energi dari air yang mengalir menjadi energi mekanik dan kemudian biasanya menjadi energi listrik. Air mengalir melalui kanal (*penstock*) melewati kincir air atau turbin dimana air akan menabrak sudu-sudu yang menyebabkan kincir air ataupun turbin berputar. Ketika digunakan untuk membangkitkan energi listrik, perputaran turbin menyebabkan perputaran poros rotor pada generator (Sasongko, 2010). Bahan bakar yang digunakan dalam PLTA ini adalah air. Air yang biasa digunakan berasal dari waduk, air terjun, sungai.

2. PLTD

PLTD atau Pembangkit Listrik Tenaga Diesel adalah suatu pembangkit yang menggunakan tenaga diesel sebagai penggerak utama untuk menggerakkan generator sehingga dihasilkan listrik. Bahan bakar yang digunakan oleh PLTD adalah *high*

speed diesel (HSD/solar), MFO (*marine fuel oil*), dan gas. Pada umumnya PLTD di Indonesia menggunakan bahan bakar HSD/solar (Sutrisna dan Rahardjo, 2009).

3. PLTU

Prinsip kerja PLTU atau Pembangkit Listrik Tenaga Uap adalah suatu pembangkit tenaga listrik yang mengkonversikan energi kimia dengan menggunakan uap air sebagai fluida kerjanya yaitu dengan memanfaatkan energi kinetik uap untuk menggerakkan poros sudu-sudu turbin. Sudu-sudu turbin menggerakkan poros turbin, untuk selanjutnya poros turbin menggerakkan generator (Digilib UK Petra). Dari generator inilah kemudian dibangkitkan energi listrik. Bahan bakar yang digunakan dalam PLTU adalah gas, batubara.

4. PLTG

PLTG atau Pembangkit Listrik Tenaga Gas adalah pembangkit listrik dengan tenaga penggerak turbin berbahan bakar gas. Prinsip kerja PLTG adalah dengan memanfaatkan tekanan aliran udara untuk menggerakkan turbin. Pertama-tama udara dinaikkan tekanannya dengan menggunakan kompresor dan kemudian dibakar di ruang pembakaran untuk meningkatkan energinya. Pembakaran dilakukan dengan menggunakan bahan bakar gas (bisa juga digunakan MFO atau HSDO, tapi dengan efisiensi yang lebih rendah). Udara yang sudah bertekanan tinggi kemudian dialirkan melalui turbin dan menggerakkan generator, sehingga dihasilkanlah listrik (Sutrisna dan Rahardjo, 2009). Gas yang dimaksudkan disini, yang memutar turbin PLTG bukanlah murni gas alam, melainkan gas hasil sebuah proses pembakaran. Bahan bakar PLTG tidak hanya gas alam saja, tetapi bisa menggunakan BBM misalnya HSD ataupun MFO.

5. PLTGU

Prinsip kerja PLTGU atau Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap adalah Gas buang dari turbin gas tidak langsung dibuang melalui *bypass stack* akan tetapi masuk ke HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*). Setelah masuk ke HRSG maka gas tadi akan berubah menjadi uap bertekanan tinggi yang kemudian digunakan untuk memutar High Pressure Steam Turbine (HPST), kemudian HPST memutar Low Pressure Steam Turbine (LPST) yang akhirnya akan membangkitkan generator. Hasil pembuangan LPST akan dikondensasi dan dialirkan ke pompa. Dari pompa kemudian dilairkan kembali ke HRSG. Begitu seterusnya sehingga terbentuk siklus tertutup (Prabowo, 2009). Pada dasarnya, PLTGU merupakan penggabungan antara PLTG dan PLTU.

6. PLTP

PLTP atau Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi adalah pembangkit listrik yang menggunakan panas bumi sebagai energi penggerakannya. Prinsip kerja PLTP adalah Air panas yang berasal dari steam sumur uap akan disalurkan ke Steam receiving header, kemudian oleh separator air dengan uap dipisahkan, kemudian uap akan digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga dihasilkan listrik (Permatasari, 2010).

7. PLTN

PLTN atau Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir adalah pembangkit daya thermal yang menggunakan satu atau beberapa reactor nuklir sebagai sumber panasnya. Prinsip kerja sebuah PLTN hamper sama dengan sebuah PLTU hanya berbeda bahan bakar sebagai sumber panasnya. PLTU menggunakan uap bertekanan tinggi untuk memutar turbin sedangkan PLTN menggunakan uranium sebagai sumber panasnya. Prinsip Kerja PLTN yaitu Uap bertekanan tinggi pada PLTU digunakan untuk memutar turbin. Tenaga gerak putar turbin ini kemudian diubah menjadi tenaga listrik dalam sebuah generator (Batan, 2008).

2.3 Peramalan

2.3.1 Definisi dan Manfaat Peramalan

Peramalan merupakan proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu, dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang maupun jasa. Peramalan tidak terlalu dibutuhkan dalam kondisi permintaan pasar yang stabil, karena perubahan permintaannya relatif kecil, tetapi peramalan akan sangat dibutuhkan bila kondisi permintaan pasar bersifat kompleks dan dinamis karena permintaan tersebut bergantung dari keadaan sosial, ekonomi, politik, teknologi, produk pesaing, dan produk substitusi. Oleh karena itu peramalan yang akurat merupakan informasi yang sangat dibutuhkan dalam pengambilan keputusan manajemen. (Nasution,2003)

Peramalan dibutuhkan untuk memberikan informasi kepada pimpinan sebagai dasar untuk membuat keputusan berbagai kegiatan, diantaranya perencanaan persediaan, Selain itu, peramalan merupakan evaluasi yang baik untuk mengukur kemampuan dalam pemenuhan terhadap permintaan konsumen. Perusahaan perlu mengetahui tingkat perkembangan kebutuhan masyarakat, baik terhadap jenis kebutuhannya maupun tingkat permintaan produk di masa yang akan datang. Analisis

mengenai perkembangan pasar suatu produk ini diwujudkan dalam bentuk peramalan permintaan.

2.3.2 Peramalan dan Horison Waktu

Peramalan dapat diklasifikasikan kedalam 3 kelompok berdasarkan horizon waktu peramalan, antara lain (Nasution,2003):

1. Peramalan jangka panjang

Peramalan jangka panjang umumnya 2 sampai 10 tahun dan ini digunakan untuk perancangan produk dan perencanaan sumberdaya.

2. Peramalan jangka menengah

Peramalan jangka menengah umumnya 1 sampai 24 bulan dan digunakan untuk menentukan aliran kas, perencanaan produks, dan penentuan anggaran.

3. Peramalan jangka pendek

Peramalan jangka pendek umumnya 1 sampai 5 minggu dan digunakan untuk mengambil keputusan dalam hal perlu tidaknya lembur, penjadwalan kerja, dan lain – lain keputusan control jangka pendek.

2.3.3 Karakteristik Peramalan Yang Baik

Peramalan yang baik mempunyai beberapa kriteria yang penting, yaitu sebagai berikut (Nasution,2003):

1. Akurasi

Akurasi dari suatu hasil peramalan diukur dengan kebiasaan dan kekonsistensian peramalan tersebut. Peramalan yang terlalu rendah akan mengakibatkan kekurangan persediaan, sehingga permintaan konsumen tidak dapat dipenuhi segera, akibatnya adalah perusahaan dimungkinkan kehilangan konsumen dan kehilangan keuntungan penjualan. Peramalan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya penumpukan persediaan, sehingga banyak modal yang terserap sia-sia. Keakuratan dari hasil peramalan ini berperan penting dalam menyeimbangkan persediaan yang ideal (meminimalkan penumpukan persediaan dan memaksimalkan tingkat pelayanan).

2. Biaya

Biaya yang diperlukan dalam pembuatan suatu peramalan adalah tergantung dari jumlah item yang diramalkan, lamanya periode peramalan, dan metode peramalan yang dipakai. Ketiga faktor pemicu biaya tersebut akan mempengaruhi berapa

banyak data yang dibutuhkan, bagaimana pengolahan datanya (manual atau terkomputerisasi), bagaimana penyimpanan datanya, dan siapa tenaga ahli yang diperbantukan.

3. Kemudahan

Penggunaan metode peramalan yang sederhana, mudah dibuat, dan mudah diaplikasikan akan memberikan keuntungan bagi perusahaan.

2.3.4 Sifat Hasil Peramalan

Dalam membuat peramalan atau menetapkan hasil suatu peramalan, maka ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan, yaitu (Nasution,2003):

1. Peramalan pasti mengandung kesalahan
2. Peramalan seharusnya memberikan informasi tentang berapa ukuran kesalahan.
3. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibandingkan peramalan jangka panjang.

2.3.5 Ukuran Akurasi Hasil Peramalan

Ada empat ukuran akurasi hasil peramalan, yaitu (Nasution,2003):

1. Rata-rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation* = MAD)

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara matematis, MAD dirumuskan sebagai berikut.

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \quad (2-1)$$

Sumber: Nasution,2003

Dengan:

A_t = permintaan aktual pada periode t

F_t = peramalan permintaan (*forecast*) pada periode t

n = jumlah periode peramalan yang tepat

2. Rata-rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error = MSE*)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis, MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \quad (2-2)$$

Sumber: Nasution,2003

3. Rata-rata Kesalahan Peramalan Error (*Mean Forecast Error = MFE*)

MFE sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. Bila hasil peramalan tidak bias, maka nilai MFE akan mendekati nol. Secara matematis, MFE dinyatakan sebagai berikut:

$$MFE = \sum \frac{(A_t - F_t)}{n} \quad (2-3)$$

Sumber: Nasution,2003

4. Rata-rata Persentase Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Percentage Error = MAPE*).

MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan prosentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi prosentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah.

Secara matematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum \left| A_t - \frac{F_t}{A_t} \right| \quad (2-4)$$

Sumber: Nasution,2003

Untuk mengontrol dan memastikan bahwa metode peramalan yang digunakan akan menghasilkan peramalan yang baik adalah dengan menggunakan *tracking signal*. *Tracking signal* adalah suatu ukuran bagaimana baiknya suatu ramalan memperkirakan nilai-nilai aktual. *Tracking signal* dihitung sebagai jumlah kesalahan peramalan (*Running Sum Forecast Error = RSFE*) dibandingkan dengan nilai MAD. Secara umum, *tracking signal* dituliskan sebagai berikut (Gasperz, 2001):

$$\text{Tracking Signal (TS)} = \frac{RSFE}{MAD} \quad (2-5)$$

Sumber: Gasperz, 2001

Tracking signal yang positif menunjukkan bahwa nilai aktual permintaan lebih besar daripada hasil peramalan. Sedangkan *tracking signal* yang negatif berarti nilai aktual permintaan lebih kecil dibanding dengan hasil peramalan. Suatu *tracking signal* disebut baik apabila memiliki nilai RSFE yang rendah, dan mempunyai positif error yang sama banyak dengan negatif error, sehingga pusat *tracking signal* mendekati nol. Apabila *tracking signal* telah dihitung, kita dapat membuat peta kontrol *tracking signal* sebagaimana halnya dengan peta-peta kontrol dalam pengendalian proses statistikal, yang memiliki batas kontrol atas (*upper control limit*) dan batas kontrol bawah (*lower control limit*). George Plossl dan Oliver Wright mengusulkan untuk menggunakan nilai *tracking signal* maksimum sebesar ± 4 , sebagai batas-batas pengendalian untuk *tracking signal* (Gasperz, 2001).

2.3.6 Metode-Metode Dalam Peramalan

Secara umum, metode peramalan diklasifikasikan menjadi 2. Antara lain (Nasution,2003):

1. Peramalan yang bersifat subyektif

Peramalan yang subyektif menekankan pada keputusan – keputusan hasil diskusi, pendapat pribadi seseorang, dan intuisi. Peramalan yang bersifat subyektif ini diwakili oleh 2 metode peramalan, yaitu:

a. Metode Delphi

Metode Delphi ini dipakai dalam peramalan teknologi yang sudah digunakan pada pengoperasian jangka panjang. Selain itu, metode ini juga bermanfaat dalam pengembangan produk baru, pengembangan kapasitas produksi, penerobosan ke segmen pasar baru dan strategi keputusan bisnis lainnya.

b. Metode Penelitian Pasar

Metode ini mengumpulkan dan menganalisa fakta secara sistematis pada bidang yang berhubungan dengan pemasaran. Teknik yang digunakan dalam metode ini adalah survey konsumen. Metode penelitian pasar sering digunakan dalam merencanakan produk baru, sistem periklanan dan promosi yang tepat (Nasution,2003).

2. Peramalan yang bersifat obyektif

Peramalan yang bersifat obyektif merupakan prosedur peramalan yang mengikuti aturan-aturan matematis dan statistik dalam menunjukkan hubungan antara permintaan dengan satu atau lebih variable yang mempengaruhinya (Nasution,2003). Peramalan obyektif terdiri atas 2 metode, yaitu:

a. Metode Intrinsik

Metode intrinsik membuat peramalan hanya berdasarkan pada proyeksi permintaan historis tanpa mempertimbangkan faktor – faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi besarnya permintaan. Metode ini hanya cocok untuk peramalan jangka pendek pada kegiatan produksi. Metode intrinsik akan diwakili oleh analisis deret waktu (*time series*)

b. Metode Ekstrinsik

Metode ekstrinsik mempertimbangkan faktor – faktor eksternal yang mungkin dapat mempengaruhi besarnya permintaan dimasa mendatang dalam model peramalannya. Metode ini cocok digunakan untuk peramalan jangka panjang pada kegiatan produksi. Metode ekstrinsik banyak dipakai untuk peramalan pada tingkat agregat. Metode ini akan diwakili oleh metode regresi (Nasution,2003).

2.3.7 Analisis Deret Waktu (*Time Series*)

Analisa deret waktu didasarkan pada asumsi bahwa deret waktu tersebut terdiri dari komponen-komponen *Trend* (T), Siklus atau *cycle* (C), pola musiman atau *season* (S), dan variasi acak atau random (R) yang akan menunjukkan suatu pola tertentu. Analisa deret waktu ini sangat tepat dipakai untuk meramalkan permintaan yang pola permintaan dimasa lalunya cukup konsisten dalam periode yang lama, sehingga diharapkan pola tersebut masih akan tetap berlanjut.

Penjelasan tentang komponen-komponen tersebut adalah berikut (Nasution,2003):

1. Kecenderungan atau *trend* (T)

Trend merupakan sifat dari permintaan dimasa lalu terhadap waktu terjadinya, apakah permintaan tersebut cenderung naik, turun, atau konstan.

2. Siklus atau *cycle* (C)

Permintaan suatu produk dapat memiliki siklus yang berulang secara periodik, biasanya lebih dari satu tahun, sehingga pola ini tidak perlu dimasukkan dalam peramalan jangka pendek. Pola ini sangat berguna untuk peramalan jangka menengah dan jangka panjang.

3. Pola musiman atau *season* (S)

Fluktuasi permintaan suatu produk dapat naik atau turun disekitar garis *trend* dan biasanya berulang setiap tahun. Pola ini biasanya disebabkan oleh faktor cuaca, musim libur panjang, dan hari raya keagamaan yang akan berulang secara periodik setiap tahunnya.

4. Variasi acak atau *random* (R)

Permintaan suatu produk dapat mengikuti pola bervariasi secara acak karena faktor-faktor adanya bencana alam, bangkrutnya perusahaan pesaing, promosi khusus, dan kejadian-kejadian lainnya yang tidak mempunyai pola tertentu. Variasi acak ini diperlukan dalam rangka menentukan persediaan pengaman untuk mengantisipasi kekurangan persediaan bila terjadi lonjakan permintaan.

2.3.8 Rata-Rata Bergerak (*Moving Average* = MA)

Moving Average diperoleh dengan merata-rata permintaan berdasarkan beberapa data masa lalu yang terbaru. Tujuan utama dari penggunaan teknik MA ini adalah untuk mengurangi atau menghilangkan variasi acak permintaan dalam hubungannya dengan waktu. Disebut rata-rata bergerak karena begitu setiap data aktual permintaan baru deret waktu tersedia, maka data aktual permintaan yang paling terdahulu akan dikeluarkan dari perhitungan, kemudian suatu nilai rata-rata baru akan dihitung. Secara matematis, maka MA akan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$MA = \frac{A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-(N-1)}}{N} \quad (2-6)$$

Sumber: Nasution, 2003

Dengan:

A_t = permintaan aktual pada periode t

N = jumlah data permintaan yang dilibatkan dalam perhitungan MA

Karena data aktual yang dipakai untuk perhitungan MA berikutnya selalu dihitung dengan mengeluarkan data yang paling terdahulu, maka:

$$MA = MA_{t-1} + \frac{A_t - A_{t-N}}{N} \quad (2-7)$$

Sumber: Nasution, 2003

Pemilihan tentang berapa nilai N yang tepat adalah hal yang penting dalam metode ini. Semakin besar nilai N, maka semakin halus perubahan nilai MA dari periode ke periode. Begitu pula sebaliknya semakin kecil nilai N, maka hasil peramalan akan lebih agresif dalam mengantisipasi perubahan data terbaru yang diperhitungkan.

Bila permintaan berubah secara signifikan dari waktu ke waktu, maka ramalan harus cukup agresif dalam mengantisipasi perubahan tersebut, sehingga nilai N yang kecil akan lebih cocok dipakai, dan sebaliknya bila permintaan cenderung stabil selama jangka waktu yang panjang, maka sebaiknya dipakai nilai N yang besar. Kelemahan dari teknik MA ini adalah sebagai berikut (Nasution,2003):

1. Peramalan selalu berdasarkan pada N data terakhir tanpa memperhitungkan data-data sebelumnya.
2. Setiap data dianggap memiliki bobot yang sama, padahal lebih masuk akal bila data yang lebih baru akan mempunyai bobot yang lebih tinggi karena data tersebut merepresentasikan kondisi yang terakhir terjadi. Kelemahan kedua ini akan diatasi dengan menggunakan teknik MA dengan pembobotan.
3. Diperlukan biaya yang besar dalam penyimpanan dan pemrosesan datanya.

2.3.9 Rata-Rata Bergerak Dengan Bobot (*Weighted Moving Average = WMA*)

Secara matematis WMA dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$WMA = \sum W_t \cdot A_t \quad (2-8)$$

Sumber: Nasution,2003

Dengan:

W_t = bobot permintaan aktual pada periode t

A_t = permintaan aktual pada periode t

Dengan batasan bahwa

$$\sum W_t = 1 \quad (2-9)$$

Sumber: Nasution,2003

2.3.10 Penghalusan Eksponensial (*Exponential Smoothing = EP*)

Kelemahan teknik MA dalam kebutuhan akan data-data masa lalu yang cukup banyak dapat diatasi dengan teknik ES. Model matematis ES ini dapat dikembangkan dari persamaan berikut:

$$F_t = F_{t-1} + \frac{A_t - A_{t-N}}{N} \quad (2-10)$$

Sumber: Nasution,2003

Bilamana data permintaan aktual yang lama A_{t-N} tidak tersedia, maka dapat digantikan dengan nilai pendekatan yang berupa nilai ramalan sebelumnya (F_{t-1}), sehingga persamaa (2-9) dapat dituliskan menjadi (Arman Hakim N.,2003):

$$F_t = F_{t-1} + \frac{A_t - F_{t-1}}{N} \quad (2-11)$$

Sumber: Nasution,2003

Atau

$$F_t = \left(\frac{1}{N} \right) A_t + \left(1 - \frac{1}{N} \right) F_{t-1} \quad (2-12)$$

Sumber: Nasution,2003

Dari persamaan (2-11) terlihat bahwa peramalan dengan teknik ES pada periode F_{t+1} akan didasarkan atas pembobotan data permintaan aktual terakhir (A_t) dengan bobot $\frac{1}{N}$ dan pembobotan ramalan yang paling akhir (F_{t-1}) dengan bobot $(1 - \frac{1}{N})$.

Karena N bilangan positif, maka $\frac{1}{N}$ akan menjadi konstanta yang bernilai antara 0 hingga 1. dengan mengganti $\frac{1}{N}$ dengan α , maka persamaan diatas akan menjadi:

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_{t-1} \quad (2-13)$$

Sumber: Nasution,2003

Bila f_t dinotasikan sebagai peramalan permintaan pada periode t sehingga $f_t = F_{t-1}$ maka persamaan (2-13) akan menjadi :

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) f_t \quad (2-14)$$

Sumber: Arman Hakim N.,2003

Cara lain untuk menuliskan persamaan (2-13) adalah dengan susunan sebagai berikut :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_t - F_{t-1}) \quad (2-15)$$

Sumber: Arman Hakim N.,2003

Dengan $(A_t - F_{t-1})$ merupakan kesalahan ramalan dalam periode t (e_t), sehingga persamaan (2-15) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha.e_t \quad (2-16)$$

Sumber: Arman Hakim N.,2003

Dari persamaan (2-16) terlihat bahwa bila α mempunyai nilai mendekati satu, maka ramalan yang baru akan menyesuaikan kesalahan dengan besar pada ramalan sebelumnya. Kebalikannya, bila α mendekati nol, maka ramalan yang baru akan menyesuaikan kesalahan dengan kecil.

Penentuan besarnya nilai α harus dipertimbangkan dengan baik. Salah satu metode yang dapat dipakai adalah memilih nilai α berdasarkan nilai N yang dilibatkan dalam teknik MA. Metode ini hanya dapat diterapkan oleh perusahaan yang telah lama menggunakan teknik MA dengan nilai N yang cukup memadai. Rata-rata usia data dengan teknik $MA = N + \frac{t}{2}$ sedangkan rata-rata usia data dengan teknik $ES = \frac{1-\alpha}{\alpha}$.

Untuk menghitung nilai α dalam hubungannya dengan N adalah dengan membuat persamaan sebagai berikut:

$$\frac{N-1}{2} = \frac{1-\alpha}{\alpha} \rightarrow \alpha = \frac{2}{N+1} \quad (2-17)$$

Sumber: Arman Hakim N.,2003

Jadi bila N=2 maka $\alpha = \frac{2}{3} = 0,66$. Bila N=3 maka $\alpha = \frac{2}{4} = 0,50$ dan seterusnya.

2.3.11 Double Exponential Smoothing (Model holt)

Model eksponensial sederhana ganda biasa disebut juga model *holt* atau metode Brown. Model ini digunakan untuk memodelkan data yang mengandung pola *trend*. Metode *double exponential smoothing* memberikan pembobotan pada observasi masa lalu secara berganda. Pada dasarnya, *double exponential smoothing* tetap menggunakan pembobotan untuk mengestimasi adanya trend pada data. Tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut (Prastyo.2009):

1. Pemulusan secara eksponensial (Taksiran Level)

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} - Y_{t-1}), \text{ dengan } 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (2-18)$$

Sumber: Prastyo.2009

Dengan:

A_t : estimasi besarnya (*level*) nilai ramalan pada waktu t

2. Taksiran trend

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}, \text{ dengan } 0 \leq \beta \leq 1 \quad (2-19)$$

Sumber: Prastyo.2009

Dengan:

T_t : nilai slope pada waktu t

3. Peramalan untuk p period eke depan

$$\hat{Y}_{t+p} = A_t + pT_t \quad (2-20)$$

Sumber: Prastyo.2009

2.3.12 Model Holt-Winter

Model holt-winter digunakan untuk memodelkan data dengan pola musiman, baik mengandung trend maupun tidak. Winter's Method memberikan tiga pembobotan dalam prediksinya, yaitu α , β , dan γ yang bernilai antara 0 dan 1. Pembobotan α memberikan pembobotan pada nilai ramalan, β memberikan pembobotan pada *slope*, dan γ memberikan pembobotan pada efek musiman. Winter's Method mempunyai dua bentuk model. Bila besarnya efek musiman konstan dari waktu ke waktu, maka bentuk model yang dipakai adalah *Additive Seasonality*. Sedangkan bila besarnya efek musiman berubah dari waktu ke waktu, maka bentuk model yang dipakai adalah *Multiplicative Seasonality* (Prastyo.2009).

2.3.12.1 Model Holt-Winters Additive

Model ini digunakan apabila data time series mempunyai pola musiman dengan variasi musiman konstan (Prastyo.2009).

$$\text{Level} : L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2-21)$$

$$\text{Trend} : T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2-22)$$

$$\text{Musiman} : S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (2-23)$$

$$\text{Peramalan} : Y_{t+m} = L_t + T_t m + S_{t-s+m} \quad (2-24)$$

2.3.12.2 Model Holt-Winters Multiplicative

Model ini digunakan apabila data time series mempunyai pola musiman dengan variasi musiman tidak konstan (Prastyo,2009).

$$\text{Level} : L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2-25)$$

$$\text{Trend} : T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2-26)$$

$$\text{Musiman} : S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (2-27)$$

$$\text{Peramalan} : Y_{t+m} = (L_t + T_t m) S_{t-s+m} \quad (2-28)$$

2.3.13 Metode Peramalan Kausal

Metode peramalan kausal mengembangkan suatu model sebab-akibat antara permintaan yang diramalkan dengan variabel-variabel lain yang dianggap berpengaruh. Data-data dari variabel-variabel tersebut dikumpulkan dan dianalisis untuk menentukan kevaliditasan dari model peramalan yang diusulkan. Salah satu metode kausal yang terkenal adalah regresi sederhana (Nasution,2003).

Dalam metode regresi, suatu model perlu dispesifikasi sebelum dilakukan pengumpulan data dan analisisnya. Contoh yang paling sederhana dari metode regresi ini adalah metode regresi linier sederhana dengan variabel tunggal.

Secara matematis, metode ini dinyatakan sebagai berikut:

$$\hat{y} = a + bx \quad (2-35)$$

Sumber: Nasution,2003

Dengan:

\hat{y} = perkiraan permintaan

x = variabel bebas yang mempengaruhi y

a = nilai tetap y bila x =0 (merupakan perpotongan dengan sumbu y)

b = derajat kemiringan persamaan garis regresi

Dalam model ini, diasumsikan nilai x dan y sebanyak n pasang. Pasangan x dan y ini dinyatakan sebagai $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$. Simbol y yang menunjukkan nilai \hat{y} yang diamati, sedangkan simbol menunjukkan titik pada garis yang diekspresikan pada persamaan (2-35).

Nilai y yang diperoleh dari hasil pengamatan tidak akan tepat jatuh pada garis perkiraan karena terdapatnya kesalahan acak pada data. Pada setiap titik pengamatan,

kesalahan ditunjukkan sebagai $\hat{y} - y_i$, dan total varian atau kesalahan kuadrat untuk seluruh titik pengamatan tersebut adalah:

$$\sum (\hat{y}_i - y_i)^2 = \sum (a + bx_i - y_i)^2 \quad (2-36)$$

Sumber: Arman Hakim N.,2003

Analisa regresi bertujuan meminimasi persamaan kesalahan di atas dengan memilih nilai a dan b yang sesuai. Kesalahan terkecil akan diperoleh dengan cara derivatif, dimana hasil akhirnya adalah :

$$a = \frac{\sum y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \quad (2-37)$$

Sumber: Arman Hakim N.,2003

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - [(\sum x_i)(\sum y_i)]}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2-38)$$

Sumber: Arman Hakim N.,2003

Untuk n pasang data yang diberikan, nilai a dan b dapat dicari dengan persamaan a dan b di atas. Nilai-nilai ini akan membentuk garis lurus yang merupakan kuadrat terkecil (prediktor) terbaik atas permintaan y berdasarkan variabel bebas x.

Karena model ini menyatakan hubungan kausal antara variabel yang mempengaruhi (x) dengan perkiraan peramalan yang mempengaruhi (y), maka kita bisa menghitung keeratan hubungan y dan x. Keeratan hubungan ini dihitung dengan menggunakan koefisien determinasi r^2 . Nilai r^2 merupakan bagian variasi dari y yang menunjukkan keeratan hubungan dengan x, sedangkan bagian sisanya $1 - r^2$ menunjukkan peluang faktor-faktor di luar variabel x. Jadi, semakin dekat nilai r^2 dengan 1 akan semakin disukai. Nilai r^2 dihitung dengan persamaan berikut:

$$r^2 = \frac{[n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)]^2}{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]} \quad (2-39)$$

Sumber: Nasution,2003

2.3.14 Verifikasi Dan Pengendalian Peramalan

Langkah penting setelah peramalan dibuat adalah melakukan verifikasi peramalan sedemikian rupa sehingga hasil peramalan tersebut benar-benar

mencerminkan data masa lalu dan sistem sebab akibat yang mendasari permintaan tersebut. Setelah peramalan dibuat, selalu timbul keraguan mengenai kapan kita harus membuat suatu metode peramalan baru. Peramalan harus selalu dibandingkan dengan permintaan aktual secara teratur. Pada suatu saat harus diambil tindakan revisi peramalan apabila ditemukan bukti adanya perubahan pola permintaan yang meyakinkan. Selain itu, penyebab perubahan pola permintaan harus diketahui. Penyesuaian metode peramalan dilakukan segera setelah perubahan pola permintaan diketahui.

Banyak alat yang dapat digunakan untuk memverifikasi peramalan dan mendeteksi perubahan sistem sebab akibat yang melatarbelakangi perubahan pola permintaan. Bentuk yang paling sederhana adalah peta kontrol peramalan yang mirip dengan peta kontrol kualitas. Peta kontrol ini dapat dibuat dengan kondisi data yang tersedia minim (Nasution,2003).

2.3.15 Peta *Moving Average*

Peta *Moving Range* dirancang untuk membandingkan nilai permintaan aktual dengan nilai peramalan. Selama periode dasar (periode pada saat menghitung peramalan), peta *Moving Range* digunakan untuk melakukan verifikasi teknik dan parameter peramalan. Setelah metode peramalan ditentukan, maka peta *Moving Range* digunakan untuk menguji kestabilan sistem sebab akibat yang mempengaruhi permintaan. *Moving Range* dapat didefinisikan sebagai (Nasution,2003):

$$MR = |(\hat{y}_i - y_i) - (\hat{y}_{i-1} - y_{i-1})| \quad (2-40)$$

Sumber: Nasution,2003

Adapun rata-rata *Moving Range* didefinisikan sebagai:

$$\overline{MR} = \sum \frac{MR}{n-1} \quad (2-41)$$

Sumber: Nasution,2003

Garis tengah peta *Moving Range* adalah titik nol. Batas kontrol atas dan bawah pada peta *Moving Range* adalah :

$$BKA = +2,66\overline{MR} \quad (2-42)$$

Sumber: Nasution,2003

$$BKB = -2,66\overline{MR} \quad (2-43)$$

Sumber: Nasution,2003

Sementara itu, variabel yang akan diplot ke dalam peta *Moving Range*:

$$\Delta y_i = \hat{y}_i - y \quad (2-44)$$

Sumber: Nasution,2003

Kebutuhan jumlah data bila ingin membuat peta *Moving Range* sekurang-kurangnya adalah 10. Batas ini ditetapkan sedemikian hingga diharapkan hanya akan ada tiga dari 1000 titik yang berada di luar batas kendali (jika sistem sebab akibat yang melatarbelakangi tetap sama). Jika ditemukan satu titik yang berada di luar batas kendali, maka harus diselidiki penyebabnya. Penemuan itu mungkin saja membutuhkan penyelidikan yang ekstensif.

Jika semua titik berada di dalam batas kendali, diasumsikan peramalan permintaan yang dihasilkan telah cukup baik. Jika terdapat titik yang berada di luar batas kendali, maka jelas dapat dikatakan bahwa peramalan yang didapat kurang baik dan harus direvisi. Peta kendali dapat digunakan untuk mengetahui apakah terjadi perubahan dalam sistem sebab akibat yang melatarbelakangi permintaan sehingga dapat ditentukan persamaan peramalan baru yang lebih cocok atas sistem sebab akibat yang terjadi saat ini.

Penggunaan peta *Moving Range* dapat dibagi menjadi dua, yaitu (Nasution,2003):

1. Untuk verifikasi peramalan
 2. Untuk pengendalian peramalan
- apabila terjadi kondisi di luar kendali, tindakan yang dapat dilakukan adalah:
- a. merevisi peramalan dengan memasukkan data dan sistem sebab akibat baru
 - b. menunggu bukti lengkap.

2.3.16 Uji Kondisi Diluar Kendali

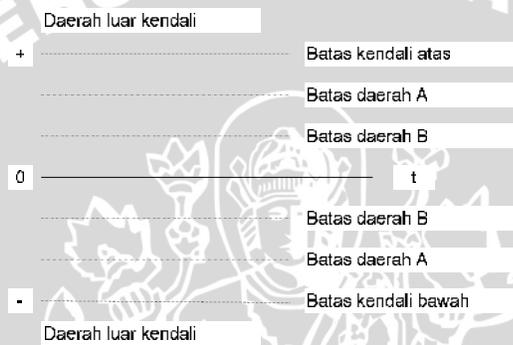
Uji yang paling tepat bagi kondisi di luar kendali adalah adanya titik diluar batas kendali. Selain itu, terdapat pula uji lainnya dengan tingkat kemungkinan yang sama. Teknik yang digunakan berikut ini dirancang agar dapat digunakan dengan jumlah data yang seminimal mungkin. Uji ini dilakukan dengan cara membagi peta kendali ke dalam enam bagian dengan selang yang sama. Daerah A adalah daerah di

luar $\pm \frac{2}{3}(2,66.MR) = \pm 1,77MR$ (di atas + 1,77 MR dan di bawah -1,77 MR). Daerah B

adalah daerah di luar $\pm \frac{1}{3}(2,66MR) = \pm 0,89MR$ (di atas $+0,89 MR$ dan di bawah $-0,89 MR$). Daerah C adalah daerah di atas atau di bawah garis tengah. Uji kondisi di luar kendali adalah (Nasution,2003) :

1. Dari tiga titik berturut-turut ada dua atau lebih titik yang berada di daerah A.
2. Dari lima titik berturut-turut ada empat atau lebih titik yang berada di daerah B.
3. Ada delapan titik berturut-turut yang berada di salah satu sisi (di atas atau di bawah garis tengah).

Gambaran daerah-daerah A, B, dan C dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Kriteria di Luar Kendali
Sumber : Nasution, 2003

2.4 Pemeliharaan (*Maintenance*)

2.4.1 Definisi Pemeliharaan (*Maintenance*)

Maintenance dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan (Assauri, 1980). Menurut Corder (1996) pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Tujuan pemeliharaan yang utama menurut Corder (1996) adalah

1. Untuk memperpanjang usia kegunaan asset, yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin.

3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
Sedangkan menurut Assauri (1980), tujuan utama dari fungsi *maintenance* adalah
 1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
 2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
 3. Untuk membantu mnegurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.
 4. Untuk mencapai tingkat biaya *maintenance* serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.
 5. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

2.4.2 Jenis *Maintenance*

Menurut Assauri (1980), kegiatan *maintenance* dibedakan menjadi 2 macam yaitu : *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Sedangkan menurut corder (1996), *maintenance* dibagi menjadi 2 macam juga yaitu pemeliharaan takterencana dan pemeliharaan terencana.

1. *Preventive maintenance* (pemeliharaan terencana)

Menurut Assauri (1980), *preventif maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. *Preventif maintenance* atau pemeliharaan terencana adalah pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya Corder (1996). *Preventif maintenance* adalah *maintenance* yang dilakukan pada interval-interval waktu yang telah ditetapkan secara rutin dengan maksud mencegah kegagalan, mengurangi kemungkinan kegagalan dengan mendeteksi secara dini tanda-tanda akan terjadinya kegagalan yang disusul dengan tindakan perbaikan, memperlambat proses degradasi dan penuaan mesin/peralatan

dan mencegah atau mengurangi penurunan *performance* mesin/peralatan (Kian, 2010).

Menurut Kian (2010), *preventive maintenance* memiliki 2 tujuan yaitu umum dan khusus. Tujuan umum *preventive maintenance* adalah meminimumkan *downtime*. Sedangkan tujuan khusus *preventive maintenance* adalah:

- Menurunkan biaya.
- Memperkecil investasi kapital.
- Meningkatkan perancangan.
- Memproteksi aset.
- Mengurangi perawatan darurat.
- Mengurangi reparasi besar.
- Meningkatkan keselamatan.
- Mengatur suku cadang dengan lebih baik.

Terdapat kategori kegiatan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) antara lain:

- *Condition directed* merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mendeteksi awal terjadinya kerusakan dan memperkirakan waktu-waktu yang menunjukkan suatu peralatan akan mengalami kegagalan dalam menjalankan operasinya.
- *Time directed* merupakan kegiatan yang bertujuan secara langsung mencegah atau memperlambat terjadinya kerusakan dan dilakukan secara periodik sampai peralatan tidak dapat diperbaiki kembali.
- *Failure finding* merupakan kegiatan yang bertujuan menemukan kerusakan yang tersembunyi dalam menjalankan operasinya. Pada sistem yang besar dan kompleks hampir seluruh peralatan pernah mengalami kerusakan tersembunyi.
- *Run to Failure* merupakan suatu keputusan mengoperasikan peralatan sampai terjadi kerusakan karena ditinjau dari segi ekonomis tidak menguntungkan jika dilakukan perawatan.

Secara prakteknya *preventif maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan dapat dibedakan atas:

- *Routine maintenance*

Merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari.

- *Periodic maintenance*

Merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu. Pada *periodic maintenance* jadwal kegiatan pemeliharaan dapat dilakukan berdasarkan lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi (Assauri,1980).

Ciri-ciri *preventif maintenance* menurut Kian (2010) adalah

- *Maintenance* terencana dan terjadwal.
- Mesin dan peralatan yang akan dirawat telah diidentifikasi.
- Mesin dan peralatan tersebut telah diuraikan menjadi komponen-komponennya (tertulis dalam daftar).
- Untuk setiap komponen dilakukan tindakan-tindakan *maintenance* yang telah ditetapkan secara rutin pada interval-interval waktu tertentu.
- Interval waktu dapat berupa jam operasi.
- Dll.

2. *Corrective maintenance* (pemeliharaan tak terencana)

Corrective maintenance atau *breakdown maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. *Corrective maintenance* bertujuan agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga operasi atau proses produksi dapat berjalan lancar kembali (Assauri, 1980).

Sedangkan menurut Corder (1996), *corrective maintenance* yaitu pemeliharaan darurat yang didefinisikan sebagai pemeliharaan dimana perlu segera dilaksanakan tindakan untuk mencegah akibat yang serius. Misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan atau untuk keselamatan kerja.

Blanchard *et al* (1995) mengklasifikasi perawatan menjadi 6 bagian, yaitu:

- a. *Corrective Maintenance*

Merupakan perawatan yang terjadwal ketika suatu sistem mengalami kegagalan untuk memperbaiki sistem pada kondisi tertentu.

- b. *Preventive Maintenance*

Meliputi semua aktivitas yang terjadwal untuk menjaga sistem / produk dalam kondisi operasi tertentu. Jadwal perawatan meliputi periode inspeksi.

c. *Predictive Maintenance*

Sering berhubungan dengan memonitor kondisi program perawatan preventif dimana metode memonitor secara langsung digunakan untuk menentukan kondisi peralatan secara teliti.

d. *Maintenance Prevention*

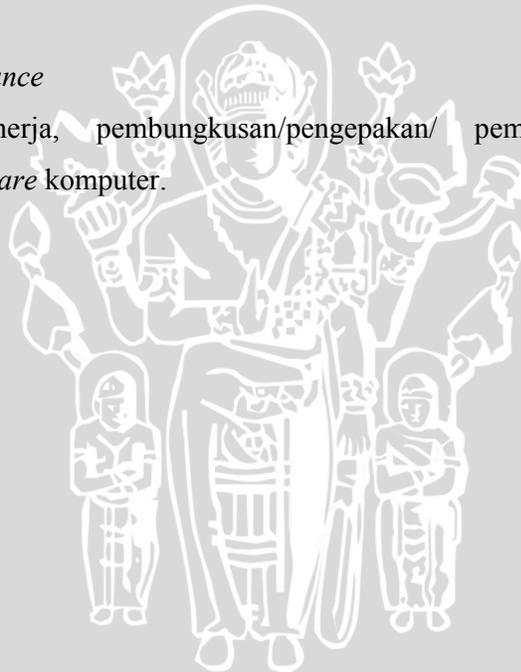
Merupakan usaha mengarahkan *maintenance free design* yang digunakan dalam konsep “*Total Predictive Maintenance (TPM)*”. Melalui desain dan pengembangan peralatan, keandalan dan pemeliharaan dengan meminimalkan *downtime* dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya siklus hidup.

e. *Adaptive Maintenance*

Menggunakan *software* komputer untuk memproses data yang diperlukan untuk perawatan.

f. *Perfective Maintenance*

Meningkatkan kinerja, pembungkusan/pengepakan/ pemeliharaan dengan menggunakan *software* komputer.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang cirri utamanya adalah tidak membutuhkan hipotesis dan memeberikan penjelasan objektif, komparasi, dan evaluasi sebagai bahan pengambilan keputusan bagi yang berwenang. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengusulkan suatu perbaikan terhadap keadaan yang sudah terjadi didalam perusahaan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian untuk tugas akhir ini dilaksanakan di PT Pembangkit Jawa Bali (PT PJB) pada bulan Mei 2010.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini, peneliti tidak membutuhkan bahan penelitian dikarenakan data yang dibutuhkan oleh peneliti adalah data masa lalu. sehingga peneliti hanya menggunakan komputer yang digunakan untuk pengetikan, pengolahan, dan penyimpanan data.

3.4 Sumber Data

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan 2 jenis data, yaitu:

1. Data primer,

Data primer yang diambil dalam penelitian ini adalah dengan melakukan *brainstroming* dengan karyawan perusahaan yang berkompeten didalam topik yang sedang diteliti.

2. Data sekunder

Data sekunder yang diambil dalam penelitian ini adalah mengambil data dari data-data historis perusahaan selama beberapa periode tertentu.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur digunakan untuk memperoleh kerangka teoritis dari masalah yang sedang diteliti dan untuk memperoleh teori-teori penunjangnya. Studi literatur dapat diperoleh dari jurnal-jurnal ilmiah, buku-buku atau sumber data informasi.

2. Studi lapangan

Studi lapangan merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan secara langsung di obyek penelitian. Cara yang digunakan dalam metode pengumpulan data ini adalah sebagai berikut:

- a. *Interview* (wawancara)

Peneliti melakukan wawancara dengan karyawan perusahaan yang berkompeten ditopik skripsi yang diambil oleh peneliti. Diharapkan wawancara yang dilakukan dapat memberikan informasi yang mendukung topik skripsi yang diambil.

- b. *Brainstorming*

Merupakan kegiatan berdiskusi dan bertukar pendapat dengan para praktisi yang berkompeten dalam suatu bidang tertentu terkait dengan topik skripsi. *Brainstorming* dilakukan peneliti untuk merumuskan penyebab akar permasalahan dari topik skripsi ini.

3.6 Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Survei awal

Survei awal dilakukan untuk mengumpulkan informasi tentang peramalan beban puncak, *maintenance* pembangkit, dan harga bahan bakar paling murah. Setelah melakukan wawancara dan *brainstorming* maka permasalahan yang diambil akan menjadi lebih jelas dan dapat dirumuskan.

2. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang berguna untuk dasar teori dan penunjang topik skripsi yang diambil. Studi literatur yang digunakan berasal dari jurnal dan buku. Teori-teori penunjang skripsi ini adalah penjelasan tentang pembangkit, penjelasan tentang peramalan, dan penjelasan tentang *maintenance*.

3. Identifikasi dan perumusan masalah

Tahap identifikasi dan perumusan masalah ini berdasarkan atas tahap survey awal. Permasalahan yang akan diteliti adalah berapa besar beban sistem mingguan area Jawa Timur dan Jawa Bali untuk periode Juni-September 2010, mengusulkan

pembangkit mana saja yang akan beroperasi berdasarkan bahan bakar termurah, serta merencanakan *maintenance* pembangkit di area Jawa Timur.

4. Penentuan tujuan penelitian

Tahap ini digunakan untuk menentukan target penelitian yang diinginkan. Penentuan tujuan penelitian berguna untuk menentukan langkah-langkah yang akan diambil oleh peneliti untuk mencapai target yang diinginkan. Tujuan penelitian pada skripsi ini telah dijelaskan pada bab 1.

5. Pengumpulan data

Pengumpulan data merupakan tahap untuk mencari data yang dibutuhkan yang berkaitan dengan topik skripsi yang diambil. Data yang diambil adalah data beban sistem tahun 2009 dan 2010, data *maintenance* pembangkit, data kapasitas pembangkit.

6. Pengolahan data

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah meramalkan beban sistem mingguan dengan menggunakan metode peramalan yang memiliki nilai MSE terkecil dan kemudian dijadikan acuan untuk menentukan pembangkit mana yang akan mensupply demand dan merencanakan jadwal pemeliharaan pembangkit yang berdasarkan atas jam operasi pembangkit atau dengan menggunakan jenis pemeliharaan *preventive maintenance*.

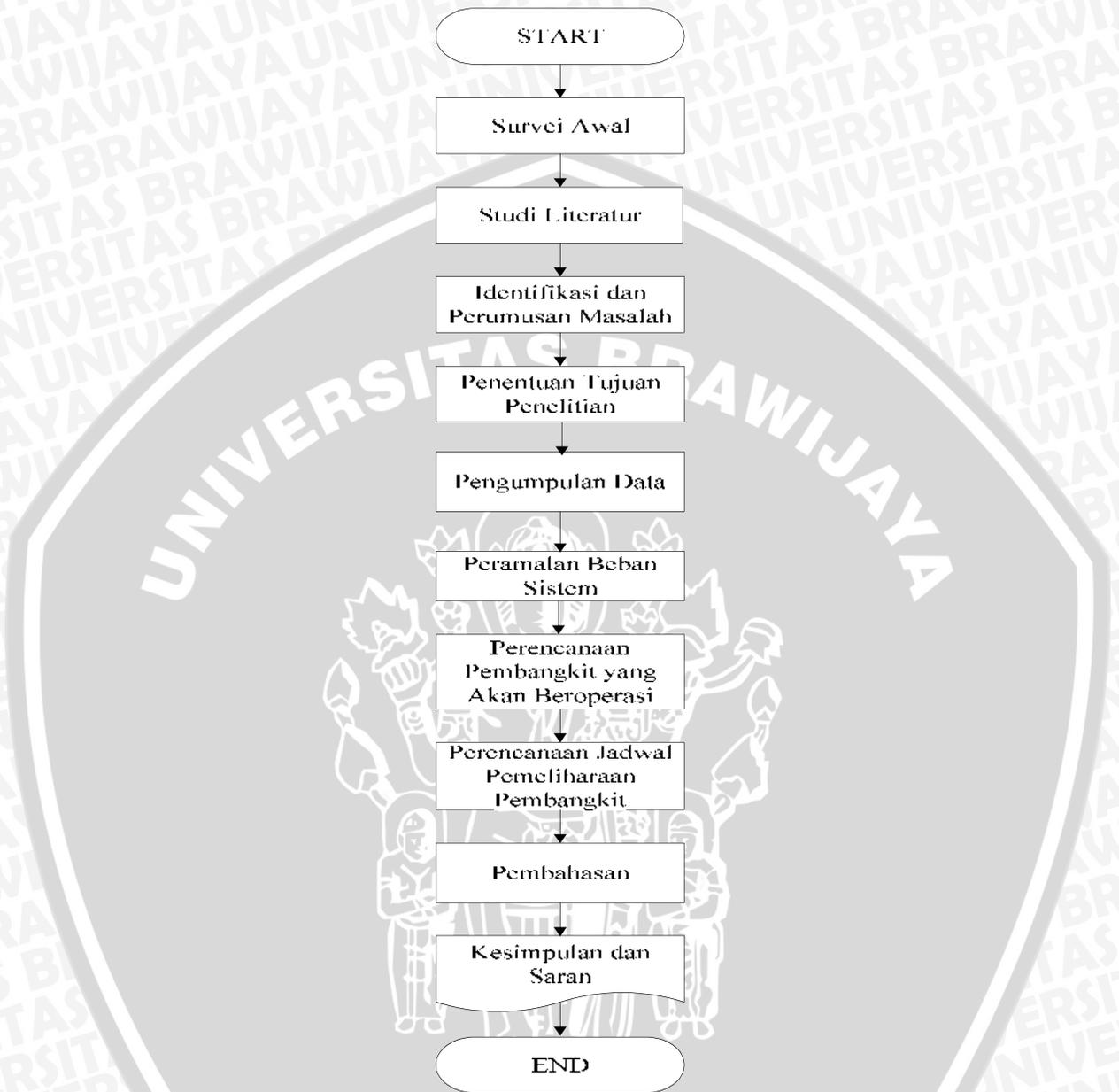
7. Analisis data

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah menganalisa data dari hasil peramalan beban sistem mingguan dan rencana jadwal pemeliharaan pembangkit yang telah dilakukan. Yang kemudian membuat usulan pembangkit yang akan mensupply demand berdasarkan atas pembangkit yang menggunakan bahan bakar paling murah. Selain itu, pada tahap ini juga mengusulkan rencana jadwal pemeliharaan pembangkit berdasarkan peramalan yang telah dibuat.

8. Kesimpulan dan saran

Tahap ini merupakan tahap yang berisi tentang kesimpulan hasil penelitian yang dilakukan dan merupakan jawaban dari rumusan masalah yang telah ditetapkan serta saran yang diperoleh dari hasil penelitian untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram alir metode penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Perusahaan

PT Pembangkit Jawa Bali adalah anak perusahaan PT.PLN (Persero), berdiri pada tanggal 3 November 1995. Perusahaan ini didirikan untuk melaksanakan desentralisasi guna meningkatkan efisiensi kerja dan pelayanan kepada masyarakat, serta untuk dapat bersaing dengan perusahaan-perusahaan pembangkit listrik swasta. PT.PJB diharapkan mampu menyelenggarakan usaha ketenagalistrikan berdasarkan prinsip industri dan niaga yang sehat, dengan menerapkan prinsip-prinsip Perseroan Terbatas (PT). Perusahaan dapat melaksanakan kegiatan usaha yang antara lain :

1. Penyediaan tenaga listrik berupa pembangkitan tenaga listrik yang ekonomis, bermutu tinggi dan andal.
2. Pembangunan dan atau pemasangan peralatan ketenagalistrikan, pemeliharaan dan atau pengoperasian peralatan ketenagalistrikan.
3. Usaha-usaha yang berkaitan perseroan dalam rangka memanfaatkan secara maksimal potensi yang dimiliki.

Pada saat didirikan, perusahaan ini disertai tugas mengelola tujuh sector pembangkitan, yaitu: Sektor Muara Karang (PLTU, PLTGU), Cirata (PLTA), Gresik (PLTU, PLTG), Brantas (PLTA), Gresik Baru (PLTGU), Paiton (PLTU), dan unit organisasi fungsi pembangkitan sector Madiun. Dalam pembangunannya, sector tersebut berubah nama menjadi Unit Pembangkit (UP), dan tujuh sector tadi dilebur menjadi enam UP, yaitu :

- | | | |
|--------------------|----------------------------------|-----------|
| 1. UP Muara Karang | (DKI Jakarta) : PLTGU, PLTU | = 1209 MW |
| 2. UP Muara Tawar | (Jawa Barat) : PLTGU, PLTG | = 920 MW |
| 3. UP Gresik | (Jawa Timur) : PLTU, PLTGU, PLTG | = 2259 MW |
| 4. UP Paiton | (Jawa Timur) : PLTU | = 800 MW |
| 5. UP Cirata | (Jawa Barat) : PLTA | = 1008 MW |
| 6. UP Brantas | (Jawa Timur) : PLTA | = 280 MW |

Dalam perjalannya, PT PJB mendirikan dua pembangkit baru, yaitu PLTD Kendari (15 MW) dan PLTG Talang Dukuh (34 MW), serta melakukan joint venture dengan sejumlah perusahaan dengan mendirikan: PLTU Cilacap (2 x 300 MW), PLTG

Gunung Megang (2 x 100 MW), PLTA Asahan (2 x 200 MW) dan PLTG Banjarsari (2 x 100 MW).

Keberadaan PT PJB sangat strategis, sebagai perusahaan pembangkit dengan kapasitas terbesar kedua di Indonesia. Usaha yang digeluti mempunyai resiko tinggi, karena terkait dengan kepentingan umum, mempunyai karakter bisnis padat modal dan investasi yang besar, serta banyak dikendalikan dengan peraturan pemerintah yang beragam.

Untuk memajukan jaringan usahanya, PT PJB telah mendirikan unit-unit bisnis pendukung yang mencakup unit bisnis pemeliharaan dan teknologi informasi. Memaksimalkan dan kemampuan perusahaan dalam jasa operasional dan pemeliharaan, PT PJB telah mendirikan sebuah anak perusahaan bernama PT PJB *Services*, yang menjalankan baik jasa operasional maupun pemeliharaan mesin-mesin pembangkit tenaga listrik dan mesin-mesin industri, termasuk perlengkapan dan peralatan pendukungnya.

4.2 Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data Pembangkit Listrik *Region 4*

Region 4 merupakan wilayah yang memiliki jumlah pembangkit yang banyak. Pembangkit yang terdapat di *region 4* tidak hanya milik PT PJB tetapi terdapat perusahaan swasta antara lain PT Jawa Power dan PT PEC (*Paiton Energy Company*) serta anak perusahaan PLN lainnya yaitu PT Indonesia Power. Nama pembangkit dan kapasitas pembangkit terdapat pada tabel 4.1a dan 4.1b.

Tabel 4.1a Pembangkit di Region 4

No	Nama Pembangkit	Jenis pembangkit	DMN (MW)
1	Perak 3	PLTA	40
2	Perak 4	PLTA	40
3	Grati 1.1	PLTGU	100
4	Grati 1.2	PLTGU	100
5	Grati 1.3	PLTGU	100
6	Grati 1.0	PLTGU	151
7	Grati 2.1	PLTGU	100
8	Grati 2.2	PLTGU	100
9	Grati 2.3	PLTGU	100
10	Sutami 1	PLTA	34
11	Sutami 2	PLTA	34
12	Sutami 3	PLTA	34
13	Wlingi 1	PLTA	27
14	Wlingi 2	PLTA	27
15	Lodoyo	PLTA	5
16	Mendalan 1	PLTA	4
17	Mendalan 2	PLTA	6
18	Mendalan 3	PLTA	6
19	Mendalan 4	PLTA	6
20	Siman 1	PLTA	3
21	Siman 2	PLTA	3
22	Siman 3	PLTA	3
23	Selorejo	PLTA	5
24	Giringan 1	PLTA	1
25	Giringan 2	PLTA	1
26	Giringan 3	PLTA	1
27	Golang 1	PLTA	1
28	Golang 2	PLTA	1
29	Golang 3	PLTA	1
30	Ngebel	PLTA	2

Sumber: PT PLN

Tabel 4.1b Pembangkit di Region 4

No	Nama Pembangkit	Jenis pembangkit	DMN (MW)
31	Sengguruh 1	PLTA	14
32	Sengguruh 2	PLTA	14
33	TGLNG	PLTA	18
34	TGLNG	PLTA	18
35	Gresik 1	PLTU	80
36	Gresik 2	PLTU	80
37	Gresik 3	PLTU	167
38	Gresik 4	PLTU	167
39	Paiton 1	PLTU	370
40	Paiton 2	PLTU	370
41	Gresik 1	PLTG	16
42	Gresik 2	PLTG	16
43	Gresik 3	PLTG	0
44	Gili timur 1	PLTG	17
45	Gili timur 2	PLTG	17
46	Gresik 1.1	PLTGU	100
47	Gresik 1.2	PLTGU	100
48	Gresik 1.3	PLTGU	100
49	Gresik 1.0	PLTGU	180
50	Gresik 2.1	PLTGU	90
51	Gresik 2.2	PLTGU	90
52	Gresik 2.3	PLTGU	90
53	Gresik 2.0	PLTGU	170
54	Gresik 3.1	PLTGU	100
55	Gresik 3.2	PLTGU	100
56	Gresik 3.3	PLTGU	100
57	Gresik 3.0	PLTGU	180
58	Paiton energy company 7	PLTU	610
59	Paiton energy company 8	PLTU	610
60	Jawa power 5	PLTU	610
61	Jawa power 6	PLTU	610

Sumber: PT PLN

2. Data Beban Listrik

Data beban listrik Jatim periode Agustus 2009-Juli 2010 merupakan data penggunaan listrik oleh masyarakat. Penggunaan listrik di masyarakat pada periode Agustus 2009-Juli 2010 berkisar antara 4000-6000 MW. Data beban listrik dapat dilihat pada tabel 4.2a dan 4.2b.

Dan pada gambar 4.1 dapat dilihat permintaan beban listrik region 4 yang sangat tidak stabil atau berfluktuasi. Permintaan akan listrik yang naik turun tergantung akan kebutuhan masyarakat setiap harinya.

Tabel 4.2a Data beban listrik (MW) region 4

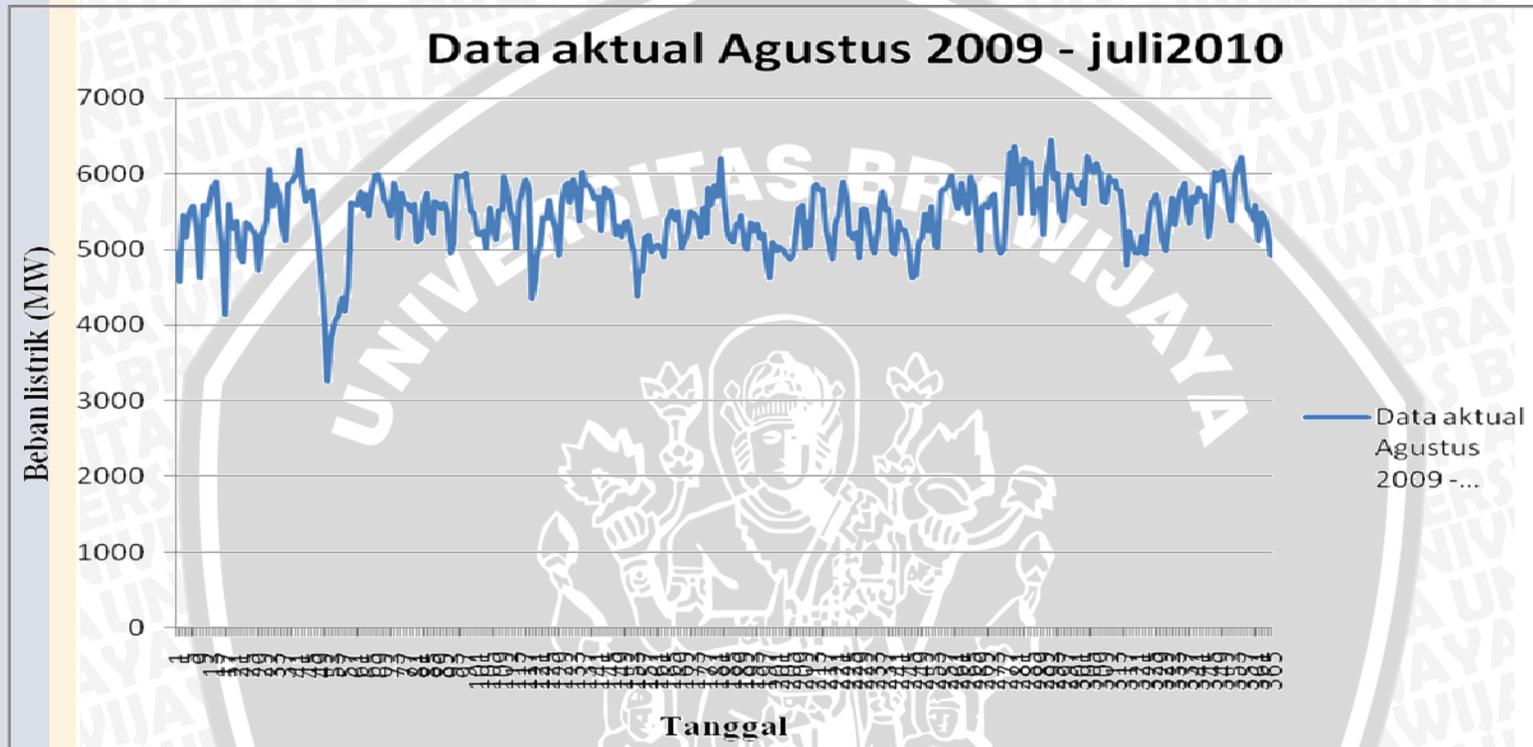
Tanggal	2009					2010						
	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli
1	4953	6070	5765	5086	5423	4393	5129	5836	5120	5054	6101	5794
2	4587	5571	5540	5974	5411	4706	5100	5861	4712	4953	6021	5880
3	5469	5865	5745	5960	5655	4719	5350	5780	4625	5004	6146	5608
4	5175	5727	5448	5965	5400	5175	5315	5801	4661	5661	6031	5343
5	5491	5323	5770	6020	5287	5196	5467	5244	5092	6285	5638	5700
6	5575	5119	5987	5832	4931	4967	5062	5099	5161	5872	5620	5627
7	5579	5870	5997	5512	5615	5045	5011	4868	5484	6373	5967	5825
8	5203	5905	5863	5494	5852	5078	5360	5326	5246	6103	5901	5708
9	4623	5969	5673	5222	5885	5024	5252	5453	5582	5479	5911	5722
10	5591	5982	5582	5196	5622	4905	5355	5798	5059	6210	5803	5173
11	5466	6327	5440	5250	5929	5403	5158	5904	5032	6141	5787	5439
12	5669	5887	5878	5022	5781	5457	5220	5682	5770	6153	5490	6023
13	5842	5640	5715	5559	5380	5520	4854	5207	5804	5474	4788	5910
14	5906	5755	5153	5276	6025	5401	4634	5144	5809	5715	5253	6017
15	5363	5782	5756	5138	5858	5512	5095	5231	5882	5825	5062	6046

Sumber: PT. PLN,2009-2010

Tabel 4.2b Data beban listrik (MW) region 4

Tanggal	2009					2010						
	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli
16	4948	5479	5601	5533	5859	5025	5056	4893	5988	5204	4955	5852
17	4140	5095	5605	5532	5778	5109	4995	5543	5672	5968	4964	5550
18	5611	4683	5507	5960	5679	5230	5038	5536	5547	6255	5178	5384
19	5394	4026	5614	5840	5698	5514	4991	5351	5891	6454	4944	5983
20	5288	3263	5109	5526	5254	5470	4918	5050	5642	5933	5330	6101
21	5377	3830	5147	5390	5813	5404	4881	4950	5471	6019	5645	6234
22	4911	3901	5612	5017	5683	5169	4931	5271	5971	5504	5620	5861
23	4835	4074	5754	5643	5783	5561	5265	5546	5832	5376	5742	5547
24	5367	4147	5299	5801	5623	5210	5553	5763	5457	5735	5469	5507
25	5325	4370	5211	5940	5200	5814	5586	5528	4995	6006	5119	5402
26	5267	4197	5633	5802	5311	5596	5025	5544	5546	5833	4983	5585
27	5195	4529	5620	4358	5161	5845	5372	4996	5609	5783	5326	5127
28	4733	5621	5547	4620	5367	5697	5061	4933	5566	5728	5686	5493
29	5216	5610	5626	4911	5382	6211		5386	5708	5908	5334	5425
30	5209	5593	5492	5072	5115	5651		5263	5737	5614	5664	5251
31	5399		4951		4968	5271		5258		6241		4926

Sumber: PT. PLN,2009-2010



Gambar 4.1 Grafik data aktual beban listrik periode Agustus 2009-Juli 2010

3. Data Pemeliharaan Pembangkit

Data pemeliharaan pembangkit merupakan data jadwal pemeliharaan pembangkit periode Agustus-Desember 2010. Data pemeliharaan pembangkit terdapat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Jadwal Pemeliharaan Periode Agustus – Desember 2010

No	Nama Pembangkit	DMN (MW)	Jenis Pembangkit	Jenis Maintenance	Rencana Maintenance	Lama Maintenance (Hari)
1	Grati 1.3	100	PLTGU	CI	22 Nov 2010 -1 Des 2010	10
2	Garti 2.1	100	PLTGU	MI	20 Sep 2010 - 13 Nov 2010	24
3	Lodoyo	5	PLTA	MO	8 Nov 2010 - 7 Des 2010	30
4	Siman 1	3	PLTA	AI	8 Nov 2010 - 12 Nov 2010	5
5	Siman 2	3	PLTA	MO	4 Okt 2010 - 2 Nov 2010	30
6	Siman 3	3	PLTA	AI	15 Nov 2010 - 19 Nov 2010	5
7	Selorejo	5	PLTA	AI	22 Nov 2010 - 26 Nov 2010	5
8	Sengguruh 1	14	PLTA	AI	4 Okt 2010 - 8 Okt 2010	5
9	Sengguruh 2	14	PLTA	AI	11 Okt 2010 - 15 Okt 2010	5
10	Paiton 1	370	PLTU	SE	2 Okt 2010 - 27 Okt 2010	26
11	Gresik 1	16	PLTG	CI	20 Sep 2010 - 29 Sep 2010	10
12	Gresik 2	16	PLTG	CI	8 Nov 2010 - 17 Nov 2010	10
13	Gilitimur 1	17	PLTG	MI	24 Jul 2010 - 6 Sep 2010	45
14	Gresik 1.1	100	PLTGU	MI	30 Nov 2010 - 13 Jan 2011	45
15	Gresik 1.2	100	PLTGU	TI	20 Sep 2010 - 14 Okt 2010	25
16	Gresik 2.2	90	PLTGU	CI	20 Sep 2010 - 14 Okt 2010	25
17	Gresik 3.1	100	PLTGU	MI	3 Agust 2010 - 16 Sep 2010	45
18	Gresik 3.0	180	PLTGU	MI	30 Jul 2010 - 28 Agust 2010	30
19	Tglng 2	18	PLTA	MO	5 Jul 2010 - 3 Agust 2010	30
20	Gresik 3.2	100	PLTGU	TI	9 Jul 2010 - 2 Agust 2010	35

Sumber: PT PLN

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Peramalan Beban Listrik

Dalam meramalkan beban listrik Jawa Timur dalam periode Agustus-Desember 2010 yang dihasilkan harus melalui beberapa langkah pengerjaan, yaitu:

1. Membuat peramalan beban listrik.

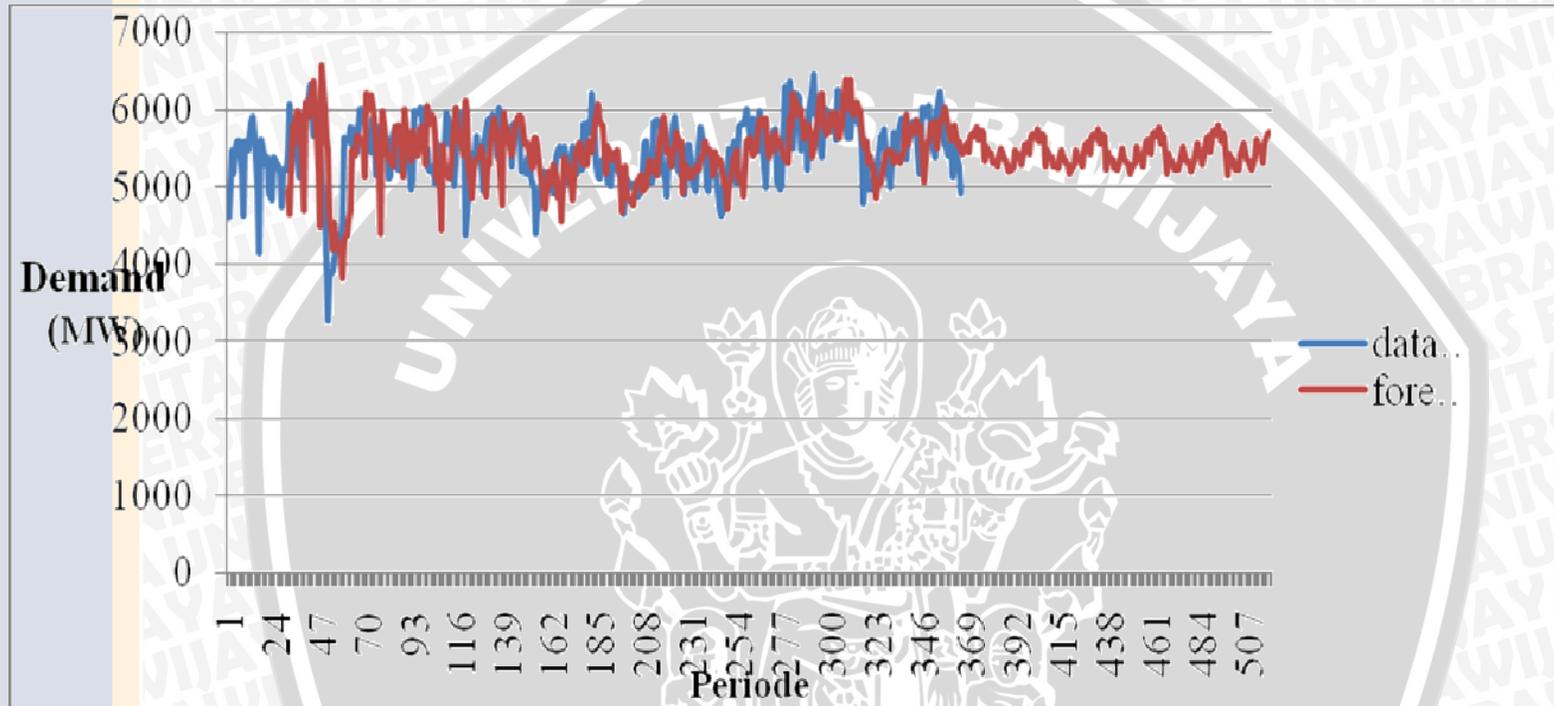
Peramalan beban listrik *region 4* pada periode Agustus-Desember 2010 menggunakan *holt winter multiplicative method* dikarenakan pada gambar 4.1 data historis beban listrik sangat berfluktuasi dan mempunyai pola musiman yang tidak konstan. Besar nilai parameter alpha, betha dan gamma yaitu 0.28, 0, dan 0.25. Perhitungan peramalan menggunakan microsoft excel. Hasil peramalan beban listrik *region 4* terdapat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil peramalan beban listrik (MW) *region* 4 Agustus-Desember 2010

Tanggal	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	5396	5537	5565	5640	5691
2	5501	5575	5602	5433	5462
3	5545	5404	5414	5681	5732
4	5393	5615	5643	5680	5727
5	5590	5621	5645	5624	5663
6	5600	5577	5596	5736	5784
7	5563	5674	5700	5534	5562
8	5655	5505	5515	5635	5675
9	5500	5588	5607	5574	5608
10	5576	5535	5550	5073	5070
11	5528	5100	5084	5310	5336
12	5122	5288	5295	5202	5223
13	5288	5188	5191	5206	5232
14	5191	5182	5190	5080	5099
15	5182	5067	5069	5093	5119
16	5071	5069	5077	5060	5087
17	5068	5034	5043	5251	5296
18	5032	5192	5217	5383	5438
19	5176	5307	5340	5388	5355
20	5283	5232	5256	5245	5276
21	5215	5196	5216	5235	5268
22	5182	5186	5206	5147	5175
23	5172	5108	5124	5229	5267
24	5099	5174	5197	5343	5382
25	5158	5286	5311	5555	5609
26	5269	5475	5511	5450	5489
27	5449	5398	5420	5441	5477
28	5384	5395	5414	5299	5323
29	5385	5276	5284	5539	5560
30	5276	5456	5491	5659	5678
31	5433		5605		5707

2. Membuat grafik perbandingan antara data beban listrik *region* 4 dengan hasil peramalan beban listrik.

Setelah menghitung peramalan beban listrik, langkah selanjutnya adalah membuat grafik perbandingan antara data beban listrik realisasi dengan hasil peramalan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil peramalan memiliki pola historis yang sama dengan data aktualnya. Grafik perbandingan antara data beban listrik dengan hasil peramalan terdapat pada gambar 4.2. Berdasarkan gambar 4.2 dapat dilihat bahwa grafik hasil peramalan memiliki pola historis yang sama dengan data aktualnya.



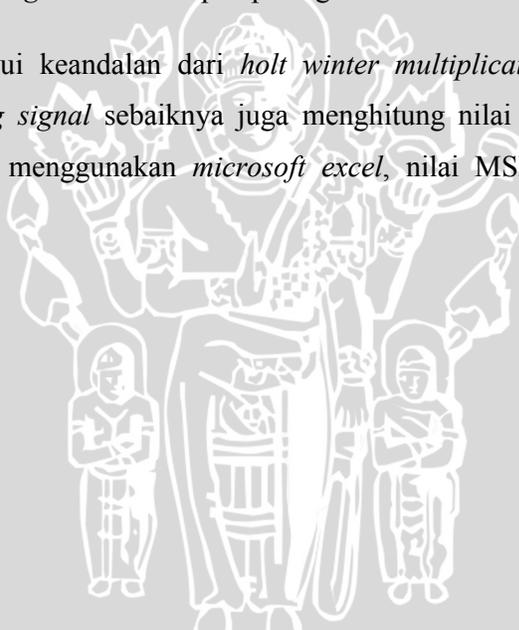
Gambar 4.2 Grafik perbandingan hasil peramalan beban listrik dengan data aktual

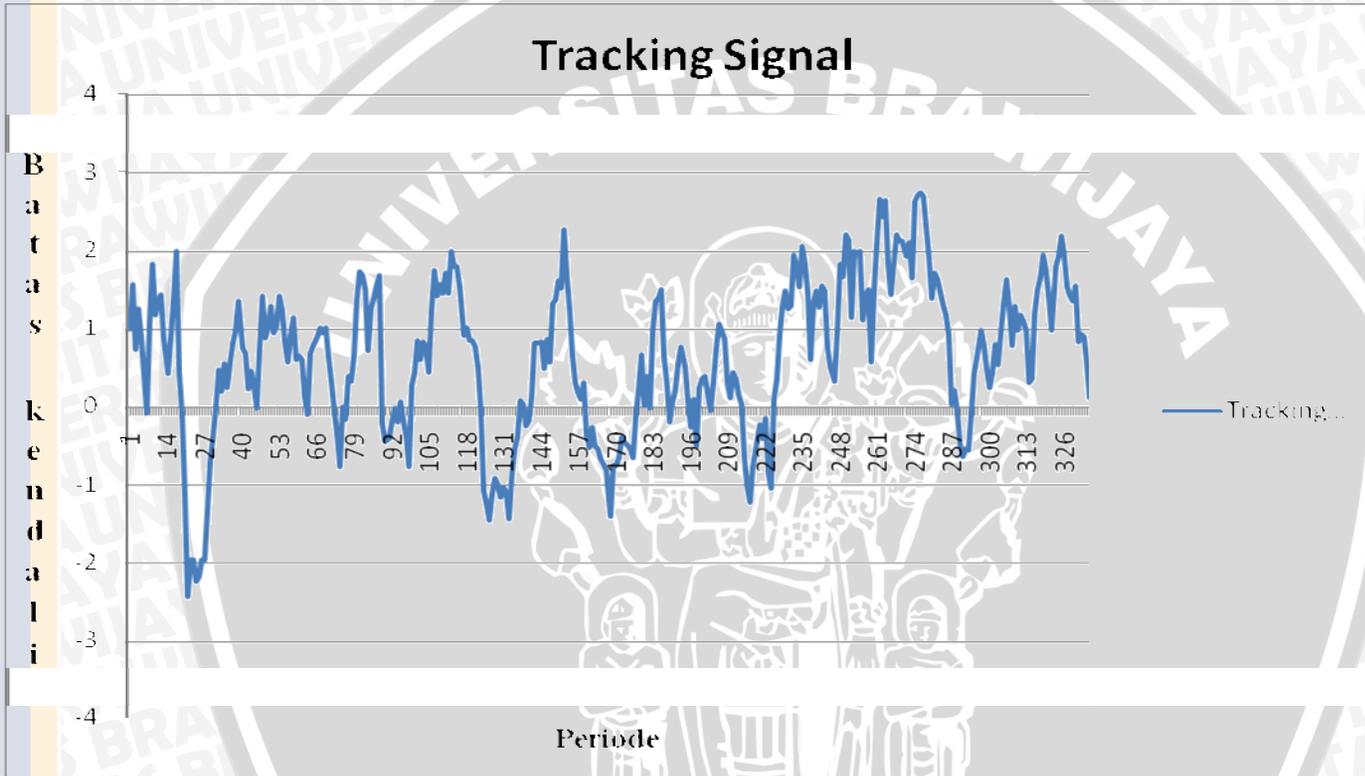
3. Memantau keandalan hasil peramalan dengan menggunakan peta control *tracking signal*.

Untuk mengetahui sejauh mana keandalan dari model peramalan dengan menggunakan *holt winter multiplicative method*, maka diperlukan peta kontrol *tracking signal* dan perhitungan MSE. Perhitungan *tracking signal* untuk *holt winter multiplicative method* terdapat pada lampiran 1-lampiran 4.

Berdasarkan lampiran 1-lampiran 4 dapat dilihat bahwa nilai *tracking signal* berada pada batas yang dapat di terima yaitu ± 4 . Hal ini menunjukkan bahwa akurasi dari model peramalan *holt winter multiplicative* dapat diandalkan karena nilai-nilai *tracking signal* berada dalam batas-batas kendali *tracking signal*, jika nilai-nilai perhitungan *tracking signal* berada diluar batas kendali ± 4 maka metode tersebut tidak dapat diandalkan. Apabila nilai-nilai *tracking signal* ditebarkan dalam peta control *tracking signal* akan nampak pada gambar 4.3.

Untuk mengetahui keandalan dari *holt winter multiplicative method*, selain menghitung *tracking signal* sebaiknya juga menghitung nilai MSE. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan *microsoft excel*, nilai MSE yang didapatkan sebesar 250634.61.





Gambar 4.3 Grafik tracking signal dengan metode holt winters multiplicative

4.3.2 Perencanaan pembangkit *region 4*

Region 4 merupakan *region* yang memiliki pembangkit yang lebih banyak dibanding dengan *region* lainnya. Pembangkit di *region 4* memiliki tugas ganda yaitu mensuplai permintaan listrik di *region 4* dan *region* lainnya. Pembangkit listrik di *region 4* tidak hanya di kelola oleh PT PJB saja tetapi juga dikelola oleh perusahaan swasta dan anak perusahaan PT PLN lainnya yaitu PT Indonesa Power (PT IP).

Perencanaan operasioanal pembangkit listrik ini bertujuan untuk memaksimalkan pengoperasian pembangkit yang dikelola oleh anak perusahaan PT PLN (PT PJB dan PT IP) dan meminimalkan pembangkit yang dikelola oleh perusahaan swasta (PT Jawa Power dan PT PEC). Perencanaan pengoperasian pembangkit berdasarkan atas perusahaan yang mengelola. Berdasrkan hasil perhitungan manual, perencanaan operasional pembangkit terdapat pada lampiran 5-lampiran 19. Pada lampiran 5-lampiran 19 dijelaskan bahwa warna biru merupakan pembangkit milik negara yang mampu beroperasi, warna hijau merupakan pembangkit yang *maintenance* dan pembangkit warna kuning merupakan pembangkit milik swasta yang akan membantu untuk mensuplai energi listrik. Dengan menggunakan perhitungan manual dan berdasarkan lampiran 5-lampiran 19, tabel 4.5a-4.5e merupakan tabel jumlah pembangkit yang siap untuk mensupplay demand listrik periode Agustus 2010-Desember 2010.

Tabel 4.5a Pembangkit listrik yang mampu beroperasi periode Agustus 2010

Tanggal (Agustus)	Demand (MW)	Jumlah pembangkit yang maintenance	Jumlah pembangkit yang beroperasi	
			PT PLN	Swasta
1	5396	5	51	4
2	5501	6	50	4
3	5545	5	51	4
4	5393	4	52	4
5	5590	4	52	4
6	5600	4	52	4
7	5563	3	53	4
8	5655	3	53	4
9	5500	4	52	4
10	5576	4	52	4
11	5528	4	52	4
12	5122	4	52	3
13	5288	4	52	3
14	5191	4	52	3
15	5182	4	52	3
16	5071	3	53	3
17	5068	3	53	3
18	5032	3	53	3
19	5176	3	53	3
20	5283	3	53	3
21	5215	3	53	3
22	5182	3	53	3
23	5172	3	53	3
24	5099	3	53	3
25	5158	3	53	3
26	5269	3	53	3
27	5449	3	53	4
28	5384	3	53	4
29	5385	2	54	3
30	5276	2	54	3
31	5433	2	54	3

Tabel 4.5b Pembangkit listrik yang mampu beroperasi periode September 2010

Tanggal (September)	Demand (MW)	Pembangkit yang Maintenance	Jumlah pembangkit yang beroperasi	
			PT PLN	Swasta
1	5537	2	54	4
2	5575	2	54	4
3	5404	2	54	3
4	5615	2	54	4
5	5621	2	54	4
6	5577	2	54	4
7	5674	1	55	4
8	5505	1	55	3
9	5588	1	55	4
10	5535	1	55	4
11	5100	1	55	3
12	5288	1	55	3
13	5188	1	55	3
14	5182	1	55	3
15	5067	1	55	3
16	5069	1	55	3
17	5034	1	55	3
18	5192	1	55	3
19	5307	1	55	3
20	5232	4	52	3
21	5196	4	52	3
22	5186	4	52	3
23	5108	4	52	3
24	5174	4	52	3
25	5286	4	52	3
26	5475	4	52	4
27	5398	3	53	4
28	5395	3	53	4
29	5276	3	53	3
30	5456	3	53	4

Tabel 4.5c Pembangkit listrik yang mampu beroperasi periode Oktober 2010

Tanggal (Oktober)	Demand (MW)	Pembangkit yang Maintenance	Jumlah pembangkit yang beroperasi	
			PT PLN	Swasta
1	5565	3	53	4
2	5602	3	53	4
3	5414	3	53	4
4	5643	5	51	4
5	5645	5	51	4
6	5596	5	51	4
7	5700	5	51	4
8	5515	5	51	4
9	5607	4	52	4
10	5550	4	52	4
11	5084	5	51	3
12	5295	5	51	3
13	5191	5	51	3
14	5190	5	51	3
15	5069	3	53	3
16	5077	2	54	3
17	5043	2	54	3
18	5217	2	54	3
19	5340	2	54	3
20	5256	2	54	3
21	5216	2	54	3
22	5206	2	54	3
23	5124	2	54	3
24	5197	2	54	3
25	5311	2	54	3
26	5511	2	54	3
27	5420	2	54	3
28	5414	2	54	3
29	5284	2	54	3
30	5491	2	54	3
31	5605	2	54	3

Tabel 4.5d Pembangkit listrik yang mampu beroperasi periode November 2010

Tanggal (November)	Demand (MW)	Pembangkit yang Maintenance	Jumlah pembangkit yang beroperasi	
			PT PLN	Swasta
1	5640	2	54	4
2	5433	2	54	3
3	5681	1	55	4
4	5680	1	55	4
5	5624	1	55	4
6	5736	1	55	4
7	5534	1	55	4
8	5635	4	51	4
9	5574	4	51	4
10	5073	4	51	3
11	5310	4	51	3
12	5202	4	51	3
13	5206	3	52	3
14	5080	2	53	3
15	5093	3	52	3
16	5060	3	52	3
17	5251	3	52	3
18	5383	2	53	3
19	5388	2	53	3
20	5245	1	54	3
21	5235	1	54	3
22	5147	3	52	3
23	5229	3	52	3
24	5343	3	52	3
25	5555	3	52	4
26	5450	3	52	3
27	5441	2	53	3
28	5299	2	53	3
29	5539	2	53	4
30	5659	3	52	4

Tabel 4.5e Pembangkit listrik yang mampu beroperasi periode Desember 2010

Tanggal (Desember)	Demand (MW)	Pembangkit yang Maintenance	Jumlah pembangkit yang beroperasi	
			PT PLN	Swasta
1	5691	3	52	4
2	5462	2	53	3
3	5732	2	53	4
4	5727	2	53	4
5	5663	2	53	4
6	5784	2	53	4
7	5562	3	52	4
8	5675	2	53	4
9	5608	2	53	4
10	5070	2	53	3
11	5336	2	53	4
12	5223	2	53	4
13	5232	2	53	4
14	5099	2	53	3
15	5119	2	53	3
16	5087	2	53	3
17	5296	2	53	4
18	5438	2	53	4
19	5355	2	53	4
20	5276	2	53	4
21	5268	2	53	4
22	5175	2	53	4
23	5267	2	53	4
24	5382	2	53	4
25	5609	2	53	4
26	5489	2	53	4
27	5477	2	53	4
28	5323	2	53	4
29	5560	2	53	4
30	5678	2	53	4
31	5707	2	53	4

4.3.3 Perencanaan jadwal pemeliharaan pembangkit *region 4*

Jadwal pemeliharaan pembangkit listrik *region 4* berdasarkan atas jadwal rencana tahunan dari PT PJB dan berdasarkan hasil peramalan. Jadwal pemeliharaan pembangkit di *region 4* terdapat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Usulan jadwal pemeliharaan pembangkit region 4

No	Nama Pembangkit	DMN (MW)	Jenis Pembangkit	Jenis Maintenance	Rencana Maintenance	Lama Maintenance (Hari)	Usulan Maintenance
1	Grati 1.3	100	PLTGU	CI	22 Nov 2010 -1 Des 2010	10	22 Nov 2010 -1 Des 2010
2	Garti 2.1	100	PLTGU	MI	20 Sep 2010 - 13 Nov 2010	24	20 Sep 2010 - 13 Nov 2010
3	Lodoyo	5	PLTA	MO	8 Nov 2010 - 7 Des 2010	30	8 Nov 2010 - 7 Des 2010
4	Siman 1	3	PLTA	AI	8 Nov 2010 - 12 Nov 2010	5	8 Nov 2010 - 12 Nov 2010
5	Siman 2	3	PLTA	MO	4 Okt 2010 - 2 Nov 2010	30	4 Okt 2010 - 2 Nov 2010
6	Siman 3	3	PLTA	AI	15 Nov 2010 - 19 Nov 2010	5	15 Nov 2010 - 19 Nov 2010
7	Selorejo	5	PLTA	AI	22 Nov 2010 - 26 Nov 2010	5	22 Nov 2010 - 26 Nov 2010
8	Sengguruh 1	14	PLTA	AI	4 Okt 2010 - 8 Okt 2010	5	4 Okt 2010 - 8 Okt 2010
9	Sengguruh 2	14	PLTA	AI	11 Okt 2010 - 15 Okt 2010	5	11 Okt 2010 - 15 Okt 2010
10	Paiton 1	370	PLTU	SE	2 Okt 2010 - 27 Okt 2010	26	7 Des 2010 - 1 Jan 2011
11	Gresik 1	16	PLTG	CI	20 Sep 2010 - 29 Sep 2010	10	20 Sep 2010 - 29 Sep 2010
12	Gresik 2	16	PLTG	CI	8 Nov 2010 - 17 Nov 2010	10	8 Nov 2010 - 17 Nov 2010
13	Gilitimur 1	17	PLTG	MI	24 Jul 2010 - 6 Sep 2010	45	24 Jul 2010 - 6 Sep 2010
14	Gresik 1.1	100	PLTGU	MI	30 Nov 2010 - 13 Jan 2011	45	30 Nov 2010 - 13 Jan 2011
15	Gresik 1.2	100	PLTGU	TI	20 Sep 2010 - 14 Okt 2010	25	20 Sep 2010 - 14 Okt 2010
16	Gresik 2.2	90	PLTGU	CI	20 Sep 2010 - 14 Okt 2010	25	20 Sep 2010 - 14 Okt 2010
17	Gresik 3.1	100	PLTGU	MI	3 Agust 2010 - 16 Sep 2010	45	3 Agust 2010 - 16 Sep 2010
18	Gresik 3.0	180	PLTGU	MI	30 Jul 2010 - 28 Agust 2010	30	30 Jul 2010 - 28 Agust 2010
19	Tgln 2	18	PLTA	MO	5 Jul 2010 - 3 Agust 2010	30	5 Jul 2010 - 3 Agust 2010
20	Gresik 3.2	100	PLTGU	TI	9 Jul 2010 - 2 Agust 2010	35	9 Jul 2010 - 2 Agust 2010

Keterangan:

10 : Pembangkit yang mengalami perpindahan jadwal *maintenance*

4.4 Pembahasan

4.4.1 Analisa peramalan beban listrik *region 4*

Peramalan beban listrik *region 4* dibuat berdasarkan atas data realisasi atau data aktual penggunaan listrik *region 4* sebelumnya. Peramalan beban listrik menggunakan metode *holt winter multiplicative* dengan bantuan *microsoft excel*. Perhitungan *alpha*, *betha*, dan *gamma* dalam peramalan ini menggunakan bantuan *solver* yang terdapat dalam *microsoft excel*. Nilai dari *tracking signal* dalam peramalan ini digunakan untuk mengetahui apakah metode *holt winter multiplicative* merupakan metode yang handal untuk digunakan. Metode yang dianggap baik untuk digunakan jika nilai *tracking signal*nya berada pada ± 4 . Dan sesuai dengan pengolahan data, metode *holt winter multiplicative* merupakan metode yang bisa diandalkan dalam meramalkan beban listrik untuk periode Agustus 2010-Desember 2010.

4.4.2 Analisa perencanaan pembangkit listrik *region 4*

Peramalan beban listrik untuk periode berikutnya juga bertujuan untuk merencanakan pembangkit listrik yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan listrik dimasyarakat. Perencanaan pembangkit listrik ini berdasarkan atas perusahaan yang mengelola, artinya meminimalkan penggunaan pembangkit milik perusahaan swasta. Berdasarkan pengumpulan data, jumlah pembangkit yang dimiliki oleh perusahaan negara lebih banyak dibandingkan dengan pembangkit milik perusahaan swasta. Pembangkit listrik di *region 4* berjumlah 60 buah yang terdiri dari 56 pembangkit milik negara dengan kapasitas total pembangkit sebesar 3800 MW dan 4 pembangkit milik swasta dengan kapasitas total pembangkit sebesar 2440 MW. Karena hasil peramalan beban listrik *region 4* untuk periode Agustus-Desember 2010 yang tinggi dengan kapasitas pembangkit milik negara yang kecil maka pembangkit milik negara dioperasikan seluruhnya setiap hari. Meskipun demikian pembangkit milik negara tidak mampu memenuhi permintaan listrik oleh masyarakat setiap harinya, sehingga pembangkit milik swasta pun juga dioperasikan setiap harinya untuk memenuhi permintaan listrik tersebut.

Berdasarkan pengolahan data juga diperoleh hasil bahwa ketika pembangkit milik negara dan swasta dipakai untuk memenuhi permintaan listrik di *region 4*, terjadi surplus listrik atau listrik yang dihasilkan pembangkit lebih besar dibanding dengan permintaan. Dengan kondisi demikian maka sisa dari listrik tersebut digunakan untuk

membantu *region* lain dalam memenuhi permintaan listrik. Table 4.7a-4.7e merupakan data kelebihan listrik di *region* 4 selama periode Agustus 2010-Desember 2010.

Tabel 4.7a Kelebihan listrik *region* 4 periode Agustus 2010

Tanggal Agustus	Demand (MW)	Jumlah pembangkit yang maintenance	Jumlah pembangkit yang beroperasi		Surplus demand (MW)
			PT PLN	Swasta	
1	5396	5	51	4	429
2	5501	6	50	4	323
3	5545	5	51	4	379
4	5393	4	52	4	549
5	5590	4	52	4	352
6	5600	4	52	4	342
7	5563	3	53	4	380
8	5655	3	53	4	288
9	5500	4	52	4	409
10	5576	4	52	4	333
11	5528	4	52	4	381
12	5122	4	52	3	177
13	5288	4	52	3	11
14	5191	4	52	3	108
15	5182	4	52	3	117
16	5071	3	53	3	262
17	5068	3	53	3	265
18	5032	3	53	3	301
19	5176	3	53	3	157
20	5283	3	53	3	50
21	5215	3	53	3	82
22	5182	3	53	3	151
23	5172	3	53	3	161
24	5099	3	53	3	234
25	5158	3	53	3	175
26	5269	3	53	3	64
27	5449	3	53	4	494
28	5384	3	53	4	559
29	5385	2	54	3	128
30	5276	2	54	3	237
31	5433	2	54	3	80

Tabel 4.7b Kelebihan listrik *region 4* periode September 2010

Tanggal Sept	Demand (MW)	Pembangkit yang Maintenance	Jumlah pembangkit yang beroperasi		Surplus demand
			PT PLN	Swasta	
1	5537	2	54	4	586
2	5575	2	54	4	548
3	5404	2	54	3	109
4	5615	2	54	4	508
5	5621	2	54	4	502
6	5577	2	54	4	546
7	5674	1	55	4	466
8	5505	1	55	3	25
9	5588	1	55	4	552
10	5535	1	55	4	605
11	5100	1	55	3	430
12	5288	1	55	3	242
13	5188	1	55	3	342
14	5182	1	55	3	348
15	5067	1	55	3	463
16	5069	1	55	3	461
17	5034	0	56	3	596
18	5192	0	56	3	438
19	5307	0	56	3	323
20	5232	4	52	3	92
21	5196	4	52	3	128
22	5186	4	52	3	138
23	5108	4	52	3	216
24	5174	4	52	3	150
25	5286	4	52	3	38
26	5475	4	52	4	459
27	5398	4	52	4	536
28	5395	4	52	4	539
29	5276	4	52	3	48
30	5456	3	53	4	494

Tabel 4.7c Kelebihan listrik *region 4* periode Oktober 2010

Tanggal Oktober	Demand (MW)	Pembangkit yang Maintenance	Jumlah pembangkit yang beroperasi		Surplus demand (MW)
			PT PLN	Swasta	
1	5565	3	53	4	385
2	5602	3	53	4	348
3	5414	3	53	4	536
4	5643	5	51	4	290
5	5645	5	51	4	288
6	5596	5	51	4	337
7	5700	5	51	4	233
8	5515	5	51	4	418
9	5607	4	52	4	340
10	5550	4	52	4	397
11	5084	5	51	3	239
12	5295	5	51	3	28
13	5191	5	51	3	78
14	5190	5	51	3	79
15	5069	3	53	3	444
16	5077	2	54	3	450
17	5043	2	54	3	484
18	5217	2	54	3	310
19	5340	2	54	3	187
20	5256	2	54	3	271
21	5216	2	54	3	311
22	5206	2	54	3	321
23	5124	2	54	3	403
24	5197	2	54	3	330
25	5311	2	54	3	216
26	5511	2	54	3	16
27	5420	2	54	3	107
28	5414	2	54	3	113
29	5284	2	54	3	243
30	5491	2	54	3	36
31	5605	2	54	4	532

Tabel 4.7d Kelebihan listrik *region 4* periode November 2010

Tanggal November	Demand (MW)	Pembangkit yang Maintenance	Jumlah pembangkit yang beroperasi		Surplus demand (MW)
			PT PLN	Swasta	
1	5640	2	54	4	497
2	5433	2	54	3	94
3	5681	1	55	4	459
4	5680	1	55	4	460
5	5624	1	55	4	516
6	5736	1	55	4	404
7	5534	1	55	4	606
8	5635	4	51	4	481
9	5574	4	51	4	542
10	5073	4	51	3	433
11	5310	4	51	3	196
12	5202	4	51	3	304
13	5206	3	52	3	303
14	5080	2	53	3	529
15	5093	3	52	3	513
16	5060	3	52	3	546
17	5251	3	52	3	355
18	5383	2	53	3	239
19	5388	2	53	3	234
20	5245	1	54	3	380
21	5235	1	54	3	390
22	5147	3	52	3	377
23	5229	3	52	3	295
24	5343	3	52	3	181
25	5555	3	52	4	579
26	5450	3	52	3	74
27	5441	2	53	3	84
28	5299	2	53	3	226
29	5539	2	53	4	596
30	5659	3	52	4	376

Tabel 4.7e Kelebihan listrik *region 4* periode Desember 2010

Tanggal Desember	Demand (MW)	Pembangkit yang Maintenance	Jumlah pembangkit yang beroperasi		Surplus demand (MW)
			PT PLN	Swasta	
1	5691	3	52	4	344
2	5462	2	53	3	63
3	5732	2	53	4	403
4	5727	2	53	4	408
5	5663	2	53	4	472
6	5784	2	53	4	351
7	5562	3	52	4	203
8	5675	2	53	4	95
9	5608	2	53	4	162
10	5070	2	53	3	90
11	5336	2	53	4	434
12	5223	2	53	4	547
13	5232	2	53	4	538
14	5099	2	53	3	61
15	5119	2	53	3	41
16	5087	2	53	3	73
17	5296	2	53	4	474
18	5438	2	53	4	332
19	5355	2	53	4	415
20	5276	2	53	4	494
21	5268	2	53	4	502
22	5175	2	53	4	595
23	5267	2	53	4	503
24	5382	2	53	4	388
25	5609	2	53	4	161
26	5489	2	53	4	281
27	5477	2	53	4	293
28	5323	2	53	4	447
29	5560	2	53	4	210
30	5678	2	53	4	92
31	5707	2	53	4	63

4.4.3 Analisa perencanaan jadwal pemeliharaan pembangkit *region 4*

Selain untuk perencanaan pembangkit, peramalan beban listrik juga digunakan untuk acuan dalam merencanakan jadwal pemeliharaan pembangkit. Jadwal pemeliharaan pembangkit merupakan jadwal rencana pemeliharaan pembangkit tahunan. Perencanaan jadwal pemeliharaan bertujuan untuk menjaga performansi pembangkit agar mampu bekerja untuk memenuhi permintaan listrik, selain itu bertujuan untuk mencegah terjadinya *forced outage* yaitu kerusakan pembangkit secara tiba-tiba. Berdasarkan tabel 4.6 pambangkit Paiton 1 (PLTU) harus mundur

pelaksanaan pemeliharaan dari rencana jadwal pemeliharaan tanggal 2 Oktober 2010-27 Oktober 2010 diundur menjadi tanggal 7 Desember 2010-1 Januari 2011 dikarenakan pada bulan Oktober peramalan permintaan listrik di *region* 4 tinggi.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

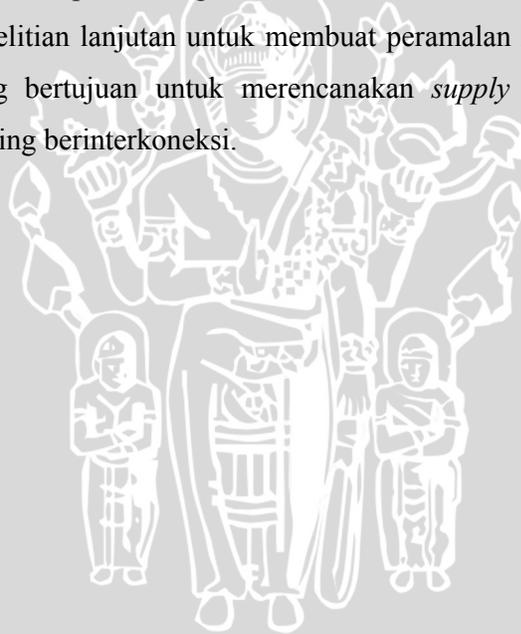
Berdasarkan hasil pengumpulan data dan pengolahan data didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil peramalan beban listrik *region 4* yang paling sesuai dengan menggunakan metode *holt winter multiplicative method* dikarenakan pada gambar 4.1 data historis beban listrik sangat berfluktuasi dan mempunyai pola musiman yang tidak konstan, dengan nilai parameter *alpha*, *betha* dan *gamma* sebesar 0.28, 0, dan 0.25. Hasil dari peramalan beban listrik periode Agustus 2010-Desember 2010 berkisar antara 5000-6000 MW. Nilai *tracking signal* yang didapat dari perhitungan peramalan ini berada diantara ± 4 sehingga metode yang digunakan untuk peramalan beban listrik ini dapat diandalkan.
2. Hasil peramalan didalam pengolahan data dapat dijadikan dasar untuk merencanakan pembangkit listrik yang akan beroperasi untuk memenuhi permintaan akan listrik di *region 4*. Selain hasil peramalan, untuk merencanakan pembangkit listrik memprioritaskan pembangkit milik negara untuk beroperasi terlebih dahulu setelah itu pembangkit milik swasta. Berdasarkan hasil peramalan, dapat disimpulkan bahwa semua pembangkit milik negara di *region 4* direncanakan untuk beroperasi seluruhnya setiap hari. Dikarenakan pembangkit listrik di *region 4* tidak mampu memenuhi permintaan listrik, maka pembangkit milik swasta juga dioperasikan setiap hari.
3. Perencanaan jadwal pemeliharaan pembangkit di *region 4* berdasarkan hasil peramalan pada pengolahan data dan disesuaikan dengan rencana jadwal pemeliharaan tahunan yang telah dibuat oleh perusahaan. Maka terdapat 1 pembangkit yang harus masuk jadwal pemeliharaan yang tidak sesuai dengan rencana dikarenakan jika pembangkit tersebut masuk jadwal pemeliharaan sesuai rencana awal, permintaan akan listrik di *region 4* pada bulan Oktober tidak terpenuhi dikarenakan hasil peramalan permintaan listrik tinggi. Pembangkit tersebut adalah Paiton 1 (PLTU), pemeliharaan untuk pembangkit Paiton 1 (PLTU) sebaiknya dilaksanakan pada tanggal 7 Desember 2010-1 Januari 2011 dari rencana jadwal pemeliharaan tanggal 2 Oktober-27 Oktober 2010, Selain dikarenakan tingginya permintaan listrik, kapasitas pembangkit Paiton 1 (PLTU) juga cukup

mempengaruhi maka dari itu untuk mengantisipasi permintaan listrik yang tinggi sebaiknya pembangkit Paiton 1 (PLTU) harus masuk jadwal pemeliharaan yang tidak sesuai dengan rencana.

5.2 Saran

1. Untuk mengantisipasi permintaan akan listrik yang semakin tinggi di masyarakat, PT PJB dan perusahaan listrik milik negara lainnya sebaiknya membangun pembangkit baru dengan mempertimbangkan biaya bahan bakar paling murah.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk membuat peramalan kebutuhan listrik dengan mempertimbangkan faktor internal dan faktor eksternal.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk membuat perencanaan *supply* energi listrik dari pembangkit dengan biaya yang paling murah.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk membuat perencanaan jadwal pemeliharaan dengan mempertimbangkan faktor keandalan mesin pembangkit.
5. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk membuat peramalan kebutuhan listrik di region lainnya yang bertujuan untuk merencanakan *supply* energy listrik dari pembangkit yang saling berinterkoneksi.



DAFTAR PUSTAKA

Alpen steel. *Pembangkit Listrik 101*.

<http://www.alpensteel.com/article/51-113-energi-lain-lain/2110-pembangkit-listrik-101.html>. Diakses 5 Mei 2010.

Assauri, Sofyan. 1993. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.

Batan. 2010. Seputar PLTN. http://www.batan.go.id/FAQ/faq_pltn.php. Diakses 16 Mei 2010.

Corder, Antony. 1996. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Darmanto, Mustafa. 2009. *Pembangkit Listrik*.

<http://technoku.blogspot.com/2009/01/pembangkit-listrik.html>. Diakses 15 Mei 2010.

Esdm. 2006. Strategi Operasi Sistem Tenaga Listrik.

http://www.djlpe.esdm.go.id/modules/news/?_act=detail&sub=news_article&news_id=627. Diakses 14 Mei 2010.

Gasperz, Vincent. 2001. *Production Planning And Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*. Jakarta: Penerbit Gramedia Pustaka Utama.

Intelibib. Preventive Maintenance.

http://id.intelibib.com/preventive_maintenance256936a.html. Diakses 30 April 2010.

Kellena90. 2010. Pengantar Manajemen Pemeliharaan.

<http://www.docstoc.com/docs/21676845/Pengantar-Manajemen-Pemeliharaan>. Diakses 29 April 2010.

Kian. 2010. *Preventive Maintenance*. <http://www.onkian.com/2010/01/preventive-maintenance.html>. Diakses 26 April 2010.

Nasution, Arman H. 2003. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta : Guna Widya.

Nugroho, Agung. 2006. *Metode Pengaturan Penggunaan Tenaga Listrik Dalam Upaya Penghematan Bahan Bakar Pembangkit dan Energi*. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.

Permatasari, Nia L R. 2010. *Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)*.

<http://www.scribd.com/doc/32155767/PLTP>. Diakses 16 Mei 2010.

PLN. *Beban Puncak dan Budaya Hemat Listrik*.

<http://www.plnjateng.co.id/?p=367>. Diakses 14 Mei 2010.

- Prabowo, Anto. 2009. *Prinsip Kerja Pembangkit Uap Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)*. <http://hanantobowo.wordpress.com/2009/01/24/prinsip-kerja-pembangkit-uap-tenaga-gas-dan-uap-pltgu/>. Diakses 15 Mei 2010.
- Prastyo, Dedy D. 2009. *Peramalan Menggunakan Metode Pemulusan (Smoothing)*. [http://www.its.ac.id/personal/files/material/1834-dedy.d.prastyoBAB%20.%20Pemulusan%20\(SMOOTHING\).PDF](http://www.its.ac.id/personal/files/material/1834-dedy.d.prastyoBAB%20.%20Pemulusan%20(SMOOTHING).PDF). Diakses 9 September 2010.
- Prihastono. 2008. *Pengantar Teknologi SCADA*. <http://prihastomo.files.wordpress.com/2008/01/makalahscada.pdf>. Diakses 14 Mei 2010.
- Purnama, Rizki Arizal. 2008. *Aplikasi Matlab Untuk Peramalan Beban Jaringan Distribusi Di UPJ Randudongkal Tahun 2008-2013*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.
- Purnomo, Mauridhi Hery & Ardianto, Yudy. 2003. *Peramalan Beban Jangka Pendek Secara Real Time di Pertamina UP-VI Balongan Dengan Menggunakan Metode Functional Link Network*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sasongko, Firman. 2010. *Sekilas Mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)*. <http://konversi.wordpress.com/2010/05/01/sekilas-mengenai-pembangkit-listrik-tenaga-air/>. Diakses 15 Mei 2010.
- Supardi, Agus. 2002. *Simulasi Dinamika dan Stabilitas Sistem Tenaga Listrik dengan Menggunakan Thyristor Controlled Braking Resistor*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.
- Sutrisna, kadek F & Rahardjo, Ardha P. 2009. *Pembangkit Listrik Masa Depan Indonesia*. <http://konversi.wordpress.com/2009/02/18/pembangkit-listrik-masa-depan-indonesia/>. Diakses 15 Mei 2010.
- Utama, Ngakan Putu Satriya. 2007. *Prakiraan Kebutuhan Tenaga Listrik Propinsi Bali Sampai Tahun 2018 Dengan Metode Regresi Berganda Deret Waktu*. Skripsi. Bali: Universitas Udayana.
- Wahyuda. 2009 *Prediksi Beban Listrik Menggunakan Kernel Ridge Regreeion Untuk Mengurangi Resiko Dump Power dan Energy Not Served*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wikipedia. 2010. *Pembangkit Listrik Tenaga Air*. http://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit_listrik_tenaga_air. Diakses 15 Mei 2010.



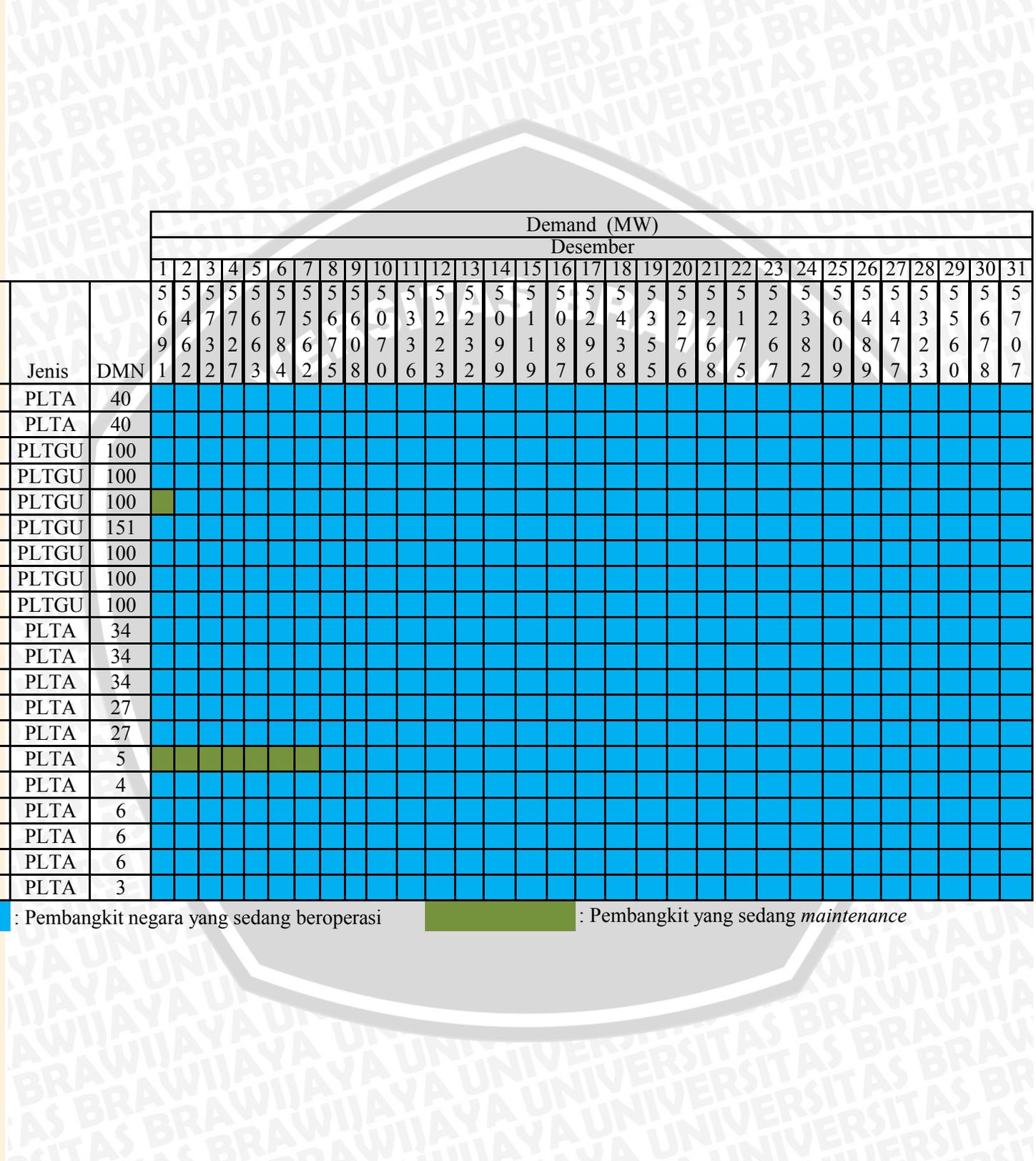
Periode	Error	RSFE	Kumulatif Error	Kumulatif Absolut Error	MAD	Tracking Signal
1	446	446	446	446	446	1
2	1171.83	1617.83	1617.83	2063.83	1031.92	1.57
3	-935.43	682.40	682.40	2746.24	915.41	0.75
4	575.68	1258.08	1258.08	4004.32	1001.08	1.26
5	-380.97	877.11	877.11	4881.42	976.28	0.90
6	-519.11	357.99	357.99	5239.42	873.24	0.41
7	-414.80	-56.81	56.81	5296.23	756.60	-0.08
8	878.63	821.82	821.82	6118.05	764.76	1.07
9	754.55	1576.37	1576.37	7694.42	854.94	1.84
10	-538.19	1038.18	1038.18	8732.60	873.26	1.19
11	175.86	1214.04	1214.04	9946.63	904.24	1.34
12	152.09	1366.13	1366.13	11312.76	942.73	1.45
13	-545.43	820.70	820.70	12133.45	933.34	0.88
14	-437.53	383.17	383.17	12516.62	894.04	0.43
15	426.90	810.06	810.06	13326.68	888.45	0.91
16	448.41	1258.47	1258.47	14585.16	911.57	1.38
17	686.92	1945.39	1945.39	16530.55	972.39	2.00
18	-1540.02	405.38	405.38	16935.93	940.88	0.43
19	-484.02	-78.65	78.65	17014.57	895.50	-0.09
20	-953.54	-1032.19	1032.19	18046.76	902.34	-1.14
21	-1325.10	-2357.29	2357.29	20404.05	971.62	-2.43
22	375.33	-1981.96	1981.96	22386.01	1017.55	-1.95
23	-96.85	-2078.81	2078.81	24464.82	1063.69	-1.95
24	-431.00	-2509.81	2509.81	26974.62	1123.94	-2.23
25	-49.42	-2559.23	2559.23	29533.85	1181.35	-2.17
26	166.40	-2392.83	2392.83	31926.68	1227.95	-1.95
27	-94.16	-2486.99	2486.99	34413.67	1274.58	-1.95
28	785.06	-1701.93	1701.93	36115.61	1289.84	-1.32

Periode	Error	RSFE	Kumulatif Error	Kumulatif Absolut Error	MAD	Tracking Signal
29	833.59	-868.35	868.35	36983.95	1275.31	-0.68
30	404.47	-463.88	463.88	37447.83	1248.26	-0.37
31	462.92	-0.95	0.95	37448.79	1208.03	0.00
32	574.87	573.92	573.92	38022.70	1188.21	0.48
33	-335.88	238.04	238.04	38260.74	1159.42	0.21
34	409.53	647.57	647.57	38908.31	1144.36	0.57
35	-369.39	278.17	278.17	39186.48	1119.61	0.25
36	335.85	614.02	614.02	39800.50	1105.57	0.56
37	287.56	901.58	901.58	40702.07	1100.06	0.82
38	175.45	1077.02	1077.02	41779.10	1099.45	0.98
39	427.24	1504.26	1504.26	43283.36	1109.83	1.36
40	-658.92	845.34	845.34	44128.70	1103.22	0.77
41	-83.41	761.94	761.94	44890.64	1094.89	0.70
42	-507.10	254.83	254.83	45145.47	1074.89	0.24
43	239.82	494.66	494.66	45640.13	1061.40	0.47
44	-209.81	284.84	284.84	45924.97	1043.75	0.27
45	-292.49	-7.65	7.65	45932.62	1020.72	-0.01
46	767.11	759.46	759.46	46692.08	1015.05	0.75
47	704.67	1464.13	1464.13	48156.20	1024.60	1.43
48	-563.17	900.96	900.96	49057.16	1022.02	0.88
49	148.53	1049.49	1049.49	50106.65	1022.58	1.03
50	284.25	1333.73	1333.73	51440.38	1028.81	1.30
51	-344.17	989.56	989.56	52429.94	1028.04	0.96
52	68.88	1058.44	1058.44	53488.39	1028.62	1.03
53	423.76	1482.21	1482.21	54970.60	1037.18	1.43
54	-179.36	1302.85	1302.85	56273.44	1042.10	1.25
55	-439.93	862.92	862.92	57136.36	1038.84	0.83
56	-268.46	594.46	594.46	57730.83	1030.91	0.58
57	347.56	942.02	942.02	58672.85	1029.35	0.92

Periode	Error	RSFE	Kumulatif Error	Kumulatif Absolut Error	MAD	Tracking Signal
58	251.07	1193.10	1193.10	59865.95	1032.17	1.16
59	-567.65	625.45	625.45	60491.40	1025.28	0.61
60	50.84	676.30	676.30	61167.70	1019.46	0.66
61	-48.94	627.36	627.36	61795.06	1013.03	0.62
62	-495.02	132.33	132.33	61927.39	998.83	0.13
63	-229.54	-97.20	97.20	62024.59	984.52	-0.10
64	771.83	674.63	674.63	62699.22	979.68	0.69
65	101.41	776.04	776.04	63475.26	976.54	0.79
66	108.70	884.74	884.74	64360.00	975.15	0.91
67	113.48	998.22	998.22	65358.22	975.50	1.02
68	-69.82	928.40	928.40	66286.62	974.80	0.95
69	70.35	998.76	998.76	67285.38	975.15	1.02
70	-394.45	604.31	604.31	67889.68	969.85	0.62
71	-292.60	311.71	311.71	68201.39	960.58	0.32
72	-349.96	-38.25	38.25	68239.64	947.77	-0.04
73	-286.57	-324.83	324.83	68564.47	939.24	-0.35
74	-380.44	-705.26	705.26	69269.73	936.08	-0.75
75	710.12	4.86	4.86	69274.58	923.66	0.01
76	-149.92	-145.06	145.06	69419.65	913.42	-0.16
77	501.73	356.67	356.67	69776.32	906.19	0.39
78	-53.94	302.73	302.73	70079.05	898.45	0.34
79	287.95	590.68	590.68	70669.72	894.55	0.66
80	641.69	1232.37	1232.37	71902.09	898.78	1.37
81	339.73	1572.10	1572.10	73474.19	907.09	1.73
82	-20.20	1551.90	1551.90	75026.09	914.95	1.70
83	-162.65	1389.24	1389.24	76415.33	920.67	1.51
84	-729.67	659.58	659.58	77074.91	917.56	0.72
85	503.33	1162.91	1162.91	78237.82	920.44	1.26

Periode	Error	RSFE	Kumulatif Error	Kumulatif Absolut Error	MAD	Tracking Signal
86	126.02	1288.93	1288.93	79526.74	924.73	1.39
87	154.96	1443.88	1443.88	80970.63	930.70	1.55
88	134.30	1578.19	1578.19	82548.81	938.05	1.68
89	-1763.50	-185.31	185.31	82734.13	929.60	-0.20
90	-208.40	-393.72	393.72	83127.84	923.64	-0.43



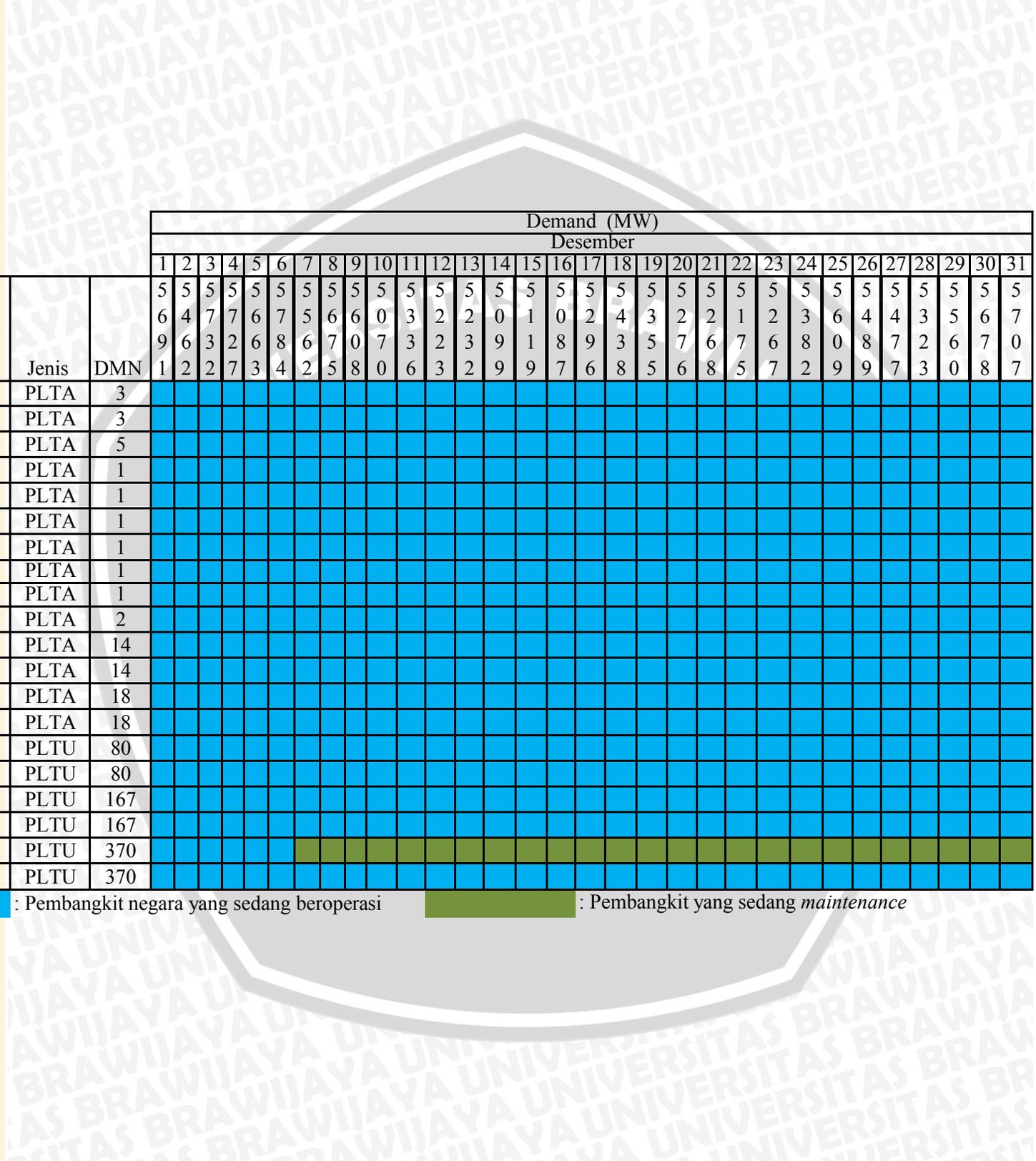


Demand (MW)
Desember

No	Pembangkit	Jenis	DMN	Desember																																	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
				6	4	7	7	6	7	5	6	6	0	3	2	2	0	1	0	2	4	3	2	2	1	2	3	6	4	4	3	5	6	7			
				9	6	3	2	6	8	6	7	0	7	3	2	3	9	1	8	9	3	5	7	6	7	6	8	0	8	7	2	6	7	0			
				1	2	2	7	3	4	2	5	8	0	6	3	2	9	9	7	6	8	5	6	8	5	7	2	9	9	7	3	0	8	7			
1	Perak 3	PLTA	40																																		
2	Perak 4	PLTA	40																																		
3	Grati 1.1	PLTGU	100																																		
4	Grati 1.2	PLTGU	100																																		
5	Grati 1.3	PLTGU	100																																		
6	Grati 1.0	PLTGU	151																																		
7	Grati 2.1	PLTGU	100																																		
8	Grati 2.2	PLTGU	100																																		
9	Grati 2.3	PLTGU	100																																		
10	Sutami 1	PLTA	34																																		
11	Sutami 2	PLTA	34																																		
12	Sutami 3	PLTA	34																																		
13	Wlingi 1	PLTA	27																																		
14	Wlingi 2	PLTA	27																																		
15	Lodoyo	PLTA	5																																		
16	Mendalan 1	PLTA	4																																		
17	Mendalan 2	PLTA	6																																		
18	Mendalan 3	PLTA	6																																		
19	Mendalan 4	PLTA	6																																		
20	Siman 1	PLTA	3																																		

: Pembangkit negara yang sedang beroperasi

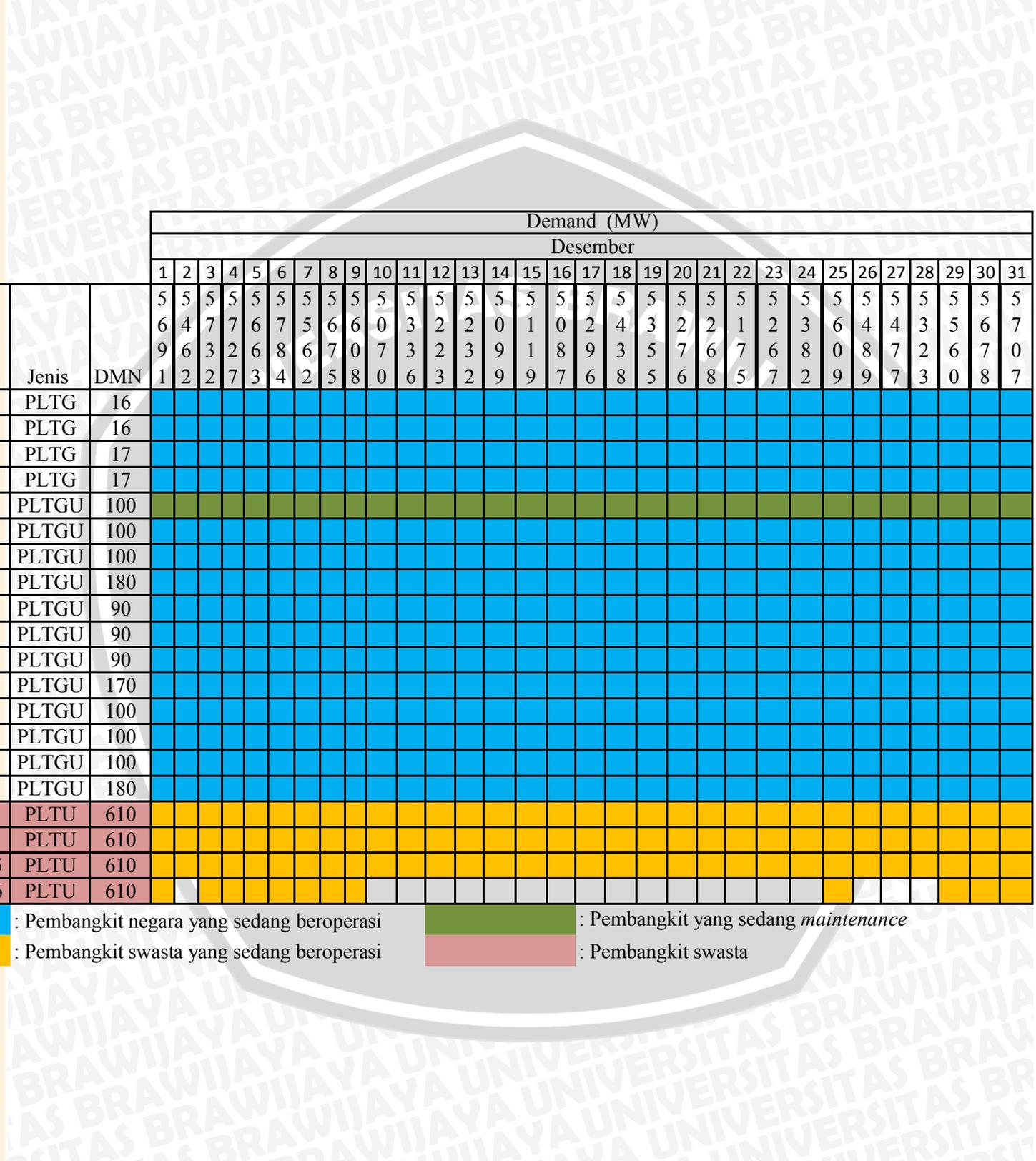
: Pembangkit yang sedang maintenance



				Demand (MW)																																	
				Desember																																	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
No	Pembangkit	Jenis	DMN	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
21	Siman 2	PLTA	3	6	4	7	7	6	7	5	6	6	0	3	2	2	0	1	0	2	4	3	2	2	1	2	3	6	4	4	3	5	6	7			
22	Siman 3	PLTA	3	9	6	3	2	6	8	6	7	0	7	3	2	3	9	1	8	9	3	5	7	6	7	6	8	0	8	7	2	6	7	0			
23	Selorejo	PLTA	5	1	2	2	7	3	4	2	5	8	0	6	3	2	9	9	7	6	8	5	6	8	5	7	2	9	9	7	3	0	8	7			
24	Giringan 1	PLTA	1																																		
25	Giringan 2	PLTA	1																																		
26	Giringan 3	PLTA	1																																		
27	Golang 1	PLTA	1																																		
28	Golang 2	PLTA	1																																		
29	Golang 3	PLTA	1																																		
30	Ngebel	PLTA	2																																		
31	Sengguruh 1	PLTA	14																																		
32	Sengguruh 2	PLTA	14																																		
33	TGLNG 1	PLTA	18																																		
34	TGLNG 2	PLTA	18																																		
35	Gresik 1	PLTU	80																																		
36	Gresik 2	PLTU	80																																		
37	Gresik 3	PLTU	167																																		
38	Gresik 4	PLTU	167																																		
39	Paiton 1	PLTU	370																																		
40	Paiton 2	PLTU	370																																		

□ : Pembangkit negara yang sedang beroperasi

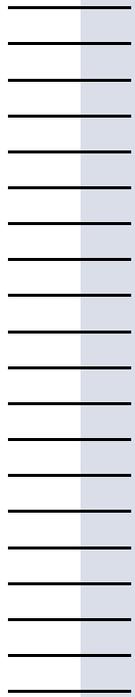
■ : Pembangkit yang sedang *maintenance*

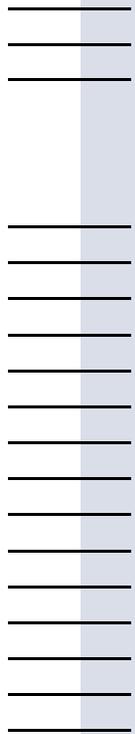


Demand (MW)
Desember

No	Pembangkit	Jenis	DMN	Demand (MW)																																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
				6	4	7	7	6	7	5	6	6	0	3	2	2	0	1	0	2	4	3	2	2	1	2	3	6	4	4	3	5	6	7		
				9	6	3	2	6	8	6	7	0	7	3	2	3	9	1	8	9	3	5	7	6	7	6	8	0	8	7	2	6	7	0		
				1	2	2	7	3	4	2	5	8	0	6	3	2	9	9	7	6	8	5	6	8	5	7	2	9	9	7	3	0	8	7		
41	Gresik 1	PLTG	16																																	
42	Gresik 2	PLTG	16																																	
43	Gili timur 1	PLTG	17																																	
44	Gili timur 2	PLTG	17																																	
45	Gresik 1.1	PLTGU	100																																	
46	Gresik 1.2	PLTGU	100																																	
47	Gresik 1.3	PLTGU	100																																	
48	Gresik 1.0	PLTGU	180																																	
49	Gresik 2.1	PLTGU	90																																	
50	Gresik 2.2	PLTGU	90																																	
51	Gresik 2.3	PLTGU	90																																	
52	Gresik 2.0	PLTGU	170																																	
53	Gresik 3.1	PLTGU	100																																	
54	Gresik 3.2	PLTGU	100																																	
55	Gresik 3.3	PLTGU	100																																	
56	Gresik 3.0	PLTGU	180																																	
57	PEC 7	PLTU	610																																	
58	PEC 8	PLTU	610																																	
59	Jawa power 5	PLTU	610																																	
60	Jawa power 6	PLTU	610																																	

: Pembangkit negara yang sedang beroperasi
 : Pembangkit yang sedang *maintenance*
 : Pembangkit swasta yang sedang beroperasi
 : Pembangkit swasta





LAMPIRAN 20

DAFTAR ISTILAH

AI (<i>Annual Inspection</i>)	: Inspeksi mesin pembangkit setiap 8000 jam.
CI (<i>Combustion Inspection</i>)	: Pemeriksaan ruang bakar pembangkit.
DMN	: Daya mampu netto.
MI (<i>Major Inspection</i>)	: Pemeliharaan mesin pembangkit setiap 32000 jam.
MO (<i>Major Overhaul</i>)	: Pemeliharaan mesin pembangkit setiap 32000 jam.
PLTA	: Pembangkit listrik tenaga air.
PLTD	: Pembangkit listrik tenaga diesel.
PLTG	: Pembangkit listrik tenaga gas.
PLTGU	: Pembangkit listrik tenaga gas uap.
PLTN	: Pembangkit listrik tenaga nuklir.
PLTP	: Pembangkit listrik tenaga panas bumi.
PLTU	: Pembangkit listrik tenaga uap.
SE (<i>Serious Inspection</i>)	: Pemeliharaan mesin pembangkit setiap 32000 jam.
TI (<i>Turbin Inspection</i>)	: Pemeriksaan turbin pada pembangkit.