

**PENGEMBANGAN METODOLOGI PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK
SECARA *MICROSPATIAL* PADA AREA PELAYANAN DINAMIS
BERDASARKAN SIMULASI TATA GUNA LAHAN**

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister dari
Institut Teknologi Bandung**

Oleh

ADRI SENEN

NIM : 23206003



**PROGRAM PASCASARJANA
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG**

2008

**PENGEMBANGAN METODOLOGI PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK
SECARA *MIKROSPASIAL* PADA AREA PELAYANAN DINAMIS
BERDASARKAN SIMULASI TATA GUNA LAHAN**

Oleh

ADRI SENEN

NIM : 23206003

**Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung**

Menyetujui

Dosen Pembimbing

Bandung, September 2008

Pembimbing

DR. IR. YUSRA SABRI

*Maha suci Engkau ya Allah,
kami tidak Mempunyai ilmu, melainkan hanya terbatas
Sepanjang yang Engkau ajarkan kepada kami saja.
Sesungguhnya hanya Engkaulah
Yang Maha Tahu, Maha Berilmu Lagi Maha Bijaksana*

(Al-Baqarah : 32)

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT
Kupersembahkan karyaku ini untuk
Ibunda Alm. Yusnidar, Ayahanda Syafril Latief, Kakakku Yudi Helmy
adikku Putra Sandi, Uncu Bakri, Yusneti dan Mailissa Yanti

Terimakasih atas bimbingan, perhatian, dorongan dan do'a
yang diberikan selama ini

Special Thank's :

Rekan Seperjuangan : Yayan dan Noviadi. Tidak lupa kepada seluruh
teman-teman Angkatan'06 yang kubanggakan.

*Ya Allah, jadikanlah ilmu yang telah ku peroleh ini
Memberi manfaat bagi diriku dan bagi orang lain.
Karena hanya dengan ilmu, kebahagiaan di dunia dan akhirat
dapat ku raih
Amin.. amin ..., ya rabbal alamin*

ABSTRAK

PENGEMBANGAN METODOLOGI PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK SECARA *MIKROSPASIAL* PADA AREA PELAYANAN DINAMIS BERDASARKAN SIMULASI TATA GUNA LAHAN

Oleh
ADRI SENEN
NIM : 23206003

Prakiraan kebutuhan energi listrik merupakan langkah yang penting dalam perencanaan pengembangan ketenagalistrikan. Prakiraan yang selama ini ada memang lebih sederhana dan mudah untuk diimplementasikan, namun dihadapkan pada suatu keadaan dimana keakuratannya akan cenderung bias pada suatu wilayah yang memiliki keterbatasan data dan area pelayanannya dinamis sebagai akibat dari perubahan tata guna lahan yang cepat. Oleh karena itu, penulis mengembangkan suatu metodologi prakiraan pertumbuhan beban listrik secara mikrosposial yang sesuai dengan karakteristik areanya. Pengembangan metodologi ini berdasarkan simulasi tata guna lahan yang melibatkan banyak variabel (multivarian) yakni demografi, geografi, ekonomi disamping variabel kelistrikan. Metodologi ini nantinya mampu memberikan informasi penentuan besarnya beban, kapan terjadinya dan dimana lokasi beban tersebut berada dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi, sehingga cocok digunakan untuk dasar perencanaan pengembangan jaringan distribusi tenaga listrik

Kata kunci : Prakiraan beban, area pelayanan dinamis, multivarian, mikrosposial, grid, pertumbuhan beban

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF MICROSPATIAL ELECTRIC LOAD FORECASTING METODOLOGY IN DYNAMIC SERVICE AREA BASED ON LAND-USE SIMULATION

By
ADRI SENEN
NIM : 23206003

Supply pattern of electric power embrace generation, transmission, and distribution, is started with supply planning of load demand. Load forecasting is an important step as first initiated in expansion electric power planning. Load forecasting used has some advantages like more simple and easier to apply; yet it is faced in a situation which of these methods to be driven out in area that has very poor data availability and dynamic service area. Therefore, Author tries to develop microspatial electric load forecasting methodology to understand electric demand growth according with its area characteristic. This methodology based on land-used simulation which perform more involved multivariate modeling of the process of growth, it will work with demographic, geographic, and economic data in addition to electric load data. Finally, This methodology can project both the magnitude and location of future electric load growth, and provides the geographics resolution of electrical demand growth location needed for distribution system planning

Keyword: Load forecasting, dynamic service area, land use, multivariate, microspatial, grid, load growth

PEDOMANA PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Institut Teknologi Bandung, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Institut Teknologi Bandung. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan dengan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya. Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Dekan Sekolah Pascasarjana, Institut Teknologi Bandung

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “*Pengembangan Metodologi Prakiraan Beban Listrik Secara Mikrospasial Pada Area Pelayanan Dinamis Berdasarkan Simulasi Tata Guna Lahan*” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Sekolah Teknik Elektro dan Informatika di Institut Teknologi Bandung

Selama penulisan tesis ini, penulis tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui tulisan ini penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Kedua orang tua (Syafрил Latif dan Yusnidar) serta saudara-saudara penulis (Yudi dan Putra), atas segenap dorongan, nasehat dan do'a restunya. *I'm nothing without you*. Semoga kita tetap selalu disatukan dalam ridha Allah SWT di dunia dan akhirat.
2. Bapak Dr. Ir. Yusra Sabri selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan perhatian, arahan, wawasan dan nasehat yang sangat berharga kepada penulis selama penyusunan tesis.
3. Mailissa Yanti yang telah memberi semangat, perhatian dan selalu ada buat penulis. *You are the special one*
4. Rekan seperjuangan Dian Yayan Sukma atas kebersamaan dan bantuannya selama menjalani perkuliahan.

5. Bapak Dr.Ir. Hermagasantos Zein yang telah memberikan masukan, nasehat dan berkonsultasi dalam penyelesaian tesis ini.
6. Rekan-rekan angkatan '06 yaitu Pak Opi, Romi, Pak Rachman, Bang Amir, Evtaleny dan Pri atas kebersamaannya. Semoga Tuhan menjadikan kita orang-orang yang sukses.

Oleh karena itu, penulis mendo'akan semoga amal kebajikan mereka diterima di sisi Allah SWT, dan dibalasi-Nya dengan pahala yang berlipat ganda. Amin ya rabbal 'alamin.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari isi, cara penyajian serta teknik penulisan. Karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi penyempurnaan penelitian ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan bagi penulis sendiri tentunya.

Bandung, September 2008

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
PEDOMAN TESIS	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.4 Metoda Penulisan	5
1.5 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Umum	8
2.2 Perencanaan Sistem Kelistrikan	9
2.3 Karakteristik Beban	11
2.4 Prediksi Beban Mikrospasial	13
2.4.1 Prediksi beban mikrospasial menggunakan metoda kecenderungan	14
2.4.2 Prediksi beban mikrospasial menggunakan metoda gompertz	17
2.4.3 Prediksi beban mikrospasial berdasarkan <i>land-use</i> <i>simulation</i>	18
BAB 3 METODOLOGI PREDIKSI BEBAN	22
3.1 Data Untuk Prediksi Beban di Area Kecil	22
3.2 Penyusunan Metodologi	23
3.2.1 Model dan parameter	24

3.2.2	Kebutuhan data	25
3.3	Metodologi	25
3.3.1	Tahap Identifikasi	25
3.3.1.1	Analisa kelompok (<i>clustering analysis</i>)	25
3.3.1.2	Analisa komponen utama	27
3.3.1.3	Analisa faktor	28
3.3.2	Tahap Pendugaan dan Pengujian Model	28
3.3.2.1	Penentuan model matematis	28
3.3.2.2	Analisa korelasi	29
3.3.2.3	Pemeriksaan dan pengujian model	30
3.3.3	Tahap Peramalan	32
3.3.3.1	Tren variabel	32
3.3.3.2	Forecasting kerapatan beban cluster berdasarkan model	33
3.3.4	Perhitungan Forecasting Beban Puncak	33
3.4.	Flowchart microspasial berdasarkan simulasi tata guna lahan	34
BAB 4	PENGUJIAN METODOLOGI	35
4.1	Tahap-Tahap Pengujian Metodologi	35
4.2	Hasil Pengujian Metodologi	37
4.3	Pembahasan	76
4.4	Uji Perbandingan Metodologi	80
BAB 5	PENUTUP	82
5.1	Kesimpulan	82
5.2.	Saran	83
DAFTAR KEPUSTAKAAN		84
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Tiga langkah pelaksanaan perencanaan sistem distribusi	9
Gambar 2.2. Diagram proses ARIMA	15
Gambar 2.3. Tiga langkah prosedur prediksi berbasis tata guna lahan	19
Gambar 4.1. Dendogram hasil clustering	39
Gambar 4.2. Tren analisis konsumsi energi listrik rumah tangga	45
Gambar 4.3. Tren analisis konsumsi energi listrik bisnis	46
Gambar 4.4. Tren analisis konsumsi energi listrik industri	47
Gambar 4.5. Tren analisis konsumsi energi listrik sosial	47
Gambar 4.6. Tren analisis Jumlah rumah tangga Jakarta Timur	49
Gambar 4.7. Tren analisis Jumlah rumah tangga Jakarta Selatan	49
Gambar 4.8. Tren analisis Jumlah rumah tangga Depok	49
Gambar 4.9. Tren analisis Jumlah rumah tangga Jakarta Timur	50
Gambar 4.10. Tren analisis PDRB Jakarta Timur	50
Gambar 4.11. Tren analisis PDRB Jakarta Selatan	51
Gambar 4.12. Kurva Kerapatan Beban (MVA/Km ²) per sektor Cluster 1	52
Gambar 4.13. Kurva Kerapatan Beban (MVA/Km ²) per sektor Cluster 2	57
Gambar 4.14. Kurva Kerapatan Beban (MVA/Km ²) per sektor Cluster 3	61
Gambar 4.15. Kurva Kerapatan Beban (MVA/Km ²) per sektor Cluster 4-	66
Gambar 4.16. Kurva Kerapatan Beban (MVA/Km ²) per sektor Cluster 5	71
Gambar 4.17. Kurva Kerapatan Beban (MVA/Km ²) per sektor Cluster 6	75
Gambar 4.18. Kurva kerapatan beban per sektor	77
Gambar 4.19. Kurva beban puncak per sektor	78
Gambar 4.20. Persentase pertumbuhan beban per sektor	79

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
Tabel 4.1	Pembagian cluster AJ Kramat Jati	40
Tabel 4.2	Karakteristik Cluster-Cluster AJ Kramat Jati	40
Tabel 4.3	Keragaman Komponen Yang Diterangkan cluster 1	42
Tabel 4.4	Rotated component cluster 1	42
Tabel 4.5	Hasil AKU dan analisa faktor cluster 1	42
Tabel 4.6	Hasil uji variabel cluster 1	44
Tabel 4.7	Kerapatan beban per sektor cluster 1	51
Tabel 4.8	Hasil perhitungan peak load (mva) per kelurahan cluster-1	53
Tabel 4.9	Keragaman Komponen Yang Diterangkan cluster 1	54
Tabel 4.10	Rotated component cluster 2	54
Tabel 4.11	Hasil AKU dan analisa faktor cluster 2	54
Tabel 4.12	Hasil uji variabel cluster 2	55
Tabel 4.13	Kerapatan beban per sektor cluster 2	56
Tabel 4.14	Hasil perhitungan peak load (mva) per kelurahan cluster-2	57
Tabel 4.15	Keragaman Komponen Yang Diterangkan cluster 3	58
Tabel 4.16	Rotated component cluster 3	58
Tabel 4.17	Hasil AKU dan analisa faktor cluster 3	58
Tabel 4.18	Hasil uji variabel cluster 3	60
Tabel 4.19	Kerapatan beban per sektor cluster 3-	61
Tabel 4.20	Hasil perhitungan peak load (mva) per kelurahan cluster-3	62
Tabel 4.21	Keragaman Komponen Yang Diterangkan cluster 4	63
Tabel 4.22	Rotated component cluster 4	63
Tabel 4.23	Hasil AKU dan analisa faktor cluster 4	64
Tabel 4.24	Hasil uji variabel cluster 4	65
Tabel 4.25	Kerapatan beban per sektor cluster 4	66
Tabel 4.26	Hasil perhitungan peak load (mva) per kelurahan cluster-4	67
Tabel 4.27	Keragaman Komponen Yang Diterangkan cluster 5	68

Tabel 4.28	Rotated component cluster 5	68
Tabel 4.29	Hasil AKU dan analisa faktor cluster 5	68
Tabel 4.30	Hasil uji variabel cluster 5	69
Tabel 4.31	Kerapatan beban per sektor cluster 5	70
Tabel 4.32	Hasil perhitungan peak load (mva) per kelurahan cluster-5-	71
Tabel 4.33	Keragaman Komponen Yang Diterangkan cluster 6	72
Tabel 4.34	Rotated component cluster 6	72
Tabel 4.35	Hasil AKU dan analisa faktor cluster 6	72
Tabel 4.36	Hasil uji variabel cluster 6	74
Tabel 4.37	Kerapatan beban per sektor cluster 6	75
Tabel 4.38	Hasil perhitungan peak load (mva) per kelurahan cluster-6	76
Tabel 4.39	Kerapatan beban per sektor AJ Kramat Jati	76
Tabel 4.40	Energy and Load Demand Forecast	78
Tabel 4.41	Uji perbandingan metodologi	80

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Prakiraan kebutuhan energi listrik merupakan langkah yang penting dalam perencanaan pengembangan ketenagalistrikan. Prakiraan tersebut dijabarkan dalam pola antisipasi untuk memenuhi kebutuhan energi listrik hingga jangka waktu tertentu.

Hasil prakiraan pertumbuhan beban listrik yang terlalu rendah akan memperbesar hilangnya *cost opportunity* penjualan listrik karena permintaan beban tidak dapat dilayani, serta menghambat laju pertumbuhan konsumen. Sedangkan jika terlalu tinggi dapat mengakibatkan terjadinya kelebihan investasi yang memberatkan biaya investasi, karena tidak optimalnya aset pada sistem distribusi.

Metoda prakiraan beban sektoral [13,14] yang selama ini ada memang lebih sederhana dan mudah untuk diimplementasikan, namun dihadapkan pada suatu keadaan dimana tingkat keakuratannya akan cenderung bias pada suatu wilayah yang memiliki keterbatasan data dan area pelayanannya dinamis, dalam artian wilayah tersebut mengalami perubahan tata guna lahan yang cepat sebagai akibat dari pertumbuhan ekonomi dan populasi penduduk. Hasil prakiraannya juga masih bersifat makro sehingga tidak memperlihatkan pusat-pusat beban pada wilayah yang lebih kecil (grid) dan mengakibatkan lokasi gardu distribusi tidak dapat ditentukan dengan pasti.

Oleh karena itu diperlukan teknik prakiraan beban yang berbasis pada wilayah yang lebih kecil (mikrospasial). Umumnya metoda prakiraan beban secara mikrospasial ini dibedakan dalam dua kategori [1,2,3,4], yakni metoda kecendrungan (*trending*) dan simulasi tata guna lahan (*land use simulation*). Metoda kecendrungan merupakan metoda dengan mengeksplorasikan data historis untuk menentukan pertumbuhan beban kedepan dengan menggunakan teknik yaitu *time series* [6], Box-Jenkins [7], ARIMA [8] atau teknik lainnya. Metoda ini tidak dapat memprediksi pertumbuhan beban untuk area kecil yang tidak memiliki data beban historis. Teknik ini juga tidak bisa menunjukkan interaksi faktor-faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan beban, karena prakiraan beban hanya sebuah fungsi dari beban sebelumnya.

Metoda simulasi tata guna lahan [1,3,4,5,9] adalah teknik mensimulasikan interaksi faktor-faktor penyebab pertumbuhan beban dengan dasar histori dan kondisi eksisting kawasan dengan membagi area dalam grid-grid tertentu. Pengelompokan grid-gridnya (analisis kelompok/*cluster*) masih mensimulasikan faktor-faktor penyebab pertumbuhan beban yang sama untuk setiap grid, padahal dalam kenyataannya setiap cluster mempunyai karakteristik wilayah yang berbeda-beda. Disamping itu faktor-faktor penyebab pertumbuhan beban belum secara langsung bisa menunjukkan korelasinya terhadap pertumbuhan beban.

Uji model yang dilakukan Wilis (2002), menunjukkan bahwa teknik dan metodologi yang dikembangkan dalam kurun waktu dua dasawarsa terakhir ini tidak memperlakukan akan ketersediaan data. Hal ini dipahami bahwa teknik yang dikembangkan umumnya diimplementasikan pada kawasan maju, yang pengumpulan data sudah berjalan dengan baik, berkelanjutan, rutin dan terbaru.

Namun pada negara-negara berkembang akan muncul masalah akan ketersediaan data tersebut, hal ini diperburuk dengan tuntutan ketersediaan energi listrik yang sedemikian cepat untuk mendukung tingkat perekonomian kawasan.

Dari adanya perbedaan yang mendasar dari kondisi tersebut diatas, tampak akan kurang bijaksana bila kita secara utuh menerapkan teknik-teknik prakiraan tersebut tanpa mempertimbangkan masalah-masalah yang cukup mendasar. Oleh karena itu penulis mencoba menjembatani perbedaan tersebut dengan mengembangkan suatu metodologi prakiraan pertumbuhan beban listrik secara mikrosposial yang bisa mengakomodir perubahan tata guna lahan serta melibatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan beban. Pengembangan metodologi ini nantinya dapat memproyeksikan pertumbuhan beban pada lingkup wilayah yang kecil dengan hasil prakiraan yang lebih teliti, sehingga titik-titik beban dapat diperkirakan jumlahnya pada setiap grid sesuai dengan struktur geografisnya. Akumulasi dari pertumbuhan beban setiap grid merupakan pertumbuhan beban wilayah (makro).

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan suatu metodologi prakiraan pertumbuhan beban listrik secara mikrosposial berdasarkan simulasi tata guna lahan dengan mempertimbangkan faktor-faktor penyebab pertumbuhan beban. Metodologi yang dikembangkan nantinya akan dapat memberikan informasi berapa “besar” perubahan kerapatan beban (*load density*) pada tiap-tiap grid sesuai dengan struktur geografisnya, “dimana” pusat-pusat beban itu berada serta “kapan” itu terjadi.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dititikberatkan pada pengembangan suatu metodologi prediksi pada tingkat distribusi yang area pelayanannya dinamis dengan mempertimbangkan aspek-aspek geografis, demografis, serta ekonomi dan aspek kelistrikan.

Secara keseluruhan ruang lingkup penelitian yang dilakukan ini mempunyai beberapa proses kajian dan analisa, yaitu :

1. Menguraikan area yang akan diprediksi beban listriknya kedalam bentuk grid-grid (dengan ukuran per grid adalah kelurahan). Setiap grid dinyatakan sebagai titik, dengan koordinatnya adalah pasangan variabel kelistrikan dan non kelistrikan.
2. Mengelompokkan grid-grid tersebut kedalam sub-sub grup (*cluster*) berdasarkan kemiripan potensi dan karakteristik kawasan dan melakukan analisis variabel-variabel yang dominan pada tiap cluster.
3. Menentukan model matematis apa yang bisa menyelidiki dan menjelaskan hubungan atau pengaruh variabel-variabel dominan tersebut terhadap kerapatan beban.
4. Melakukan uji model kerapatan beban dengan uji statistik yang baku. Hasil dari kerapatan beban yang diperoleh, selanjutnya diproyeksikan kedalam bentuk beban untuk setiap tahun yang akan datang berdasarkan perubahan tata guna lahan pada setiap grid yang bersangkutan.
5. Sebagai metodologi yang dicoba untuk dikembangkan, metodologi ini diterapkan untuk jangka waktu prakiraan 10 tahun kedepan.

1.4 Metoda Penulisan

Langkah-langkah dalam pelaksanaan penulisan dibuat sedemikian rupa dengan urutan sebagai berikut :

1. Studi literatur dan rujukan

Dalam tahap awal ini, dilakukan studi rujukan dan mempelajari hasil-hasil publikasi tentang pertumbuhan prakiraan beban listrik, khususnya *microspasial load forecast*.

2. Menyusun metodologi

Dari hasil studi rujukan dan literatur, dilakukan penyusunan metodologi dengan memasukkan gagasan atau ide yang relevan dan memperkuat metodologi tersebut serta sesuai dengan kondisi lapangan atau eksisting sistem jaringan dan ketersediaan data

3. Pengumpulan dan pengolahan data

Jenis data yang dibutuhkan dalam pengembangan metodologi ini adalah sebagai berikut :

- a. Data kelistrikan, yang meliputi beban listrik per sektor di tiap kelurahan, record penggunaan energi pelanggan dan area-area pelayanan distribusi kawasan yang di prediksi.
- b. Data non listrik, yang terdiri dari data kondisi/komposisi eksisting kawasan, jumlah rumah tangga, tata guna lahan dan PDRB untuk masing-masing kelurahan dan rencana tata ruang/wilayah peruntukkan lahan.

Untuk memenuhi kekurangan data, maka dilakukan tiga pendekatan *Pertama* : Melakukan analisa dan justifikasi pada hasil yang diperoleh

dengan suatu metodologi *trend line* atau interpolasi dari data tersebut.

Kedua : Melakukan pemilihan metodologi yang sesuai sehingga dapat mengadaptasi pada kondisi data tersebut. *Ketiga* : Membangun data sintesis dalam melengkapi kebutuhan data yang ada.

4. Pengujian metodologi

Dalam tahap ini dilakukan pengujian metodologi pada suatu area uji coba di tingkat pelayanan distribusi dengan tingkat pertumbuhan ekonomi wilayah tersebut relatif tinggi.

5. Analisa dan evaluasi metodologi

Dalam tahap ini dilakukan analisa hasil metodologi dan kemungkinan penyempurnaan metodologi yang telah di susun. Hasil yang didapat dari metodologi yang digunakan untuk meyakinkan dilakukan uji perbandingan terhadap beberapa metoda lain. Kemudian setelah analisa dilakukan, selanjutnya dievaluasi pertumbuhan beban dimasing-masing grid untuk 10 tahun mendatang.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan dalam penelitian ini akan dibagi dalam lima Bab yang meliputi Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Pengujian Metodologi dan Penutup dengan perincian sebagai berikut :

1. Bab I sebagai pendahuluan yang mengungkapkan dasar-dasar dan latar belakang permasalahan serta tujuan yang hendak dicapai dengan penelitian ini, berikut pula lingkup kajian dan tahapan penelitian yang dilakukan.

2. Bab II berisi tinjauan pustaka yang menjabarkan konsep dan teori dasar yang berkaitan dengan pokok penelitian.
3. Bab III memuat metodologi prediksi beban yang berisikan jabaran metodologi prediksi. Bab ini nantinya menjelaskan seluruh tahapan proses metodologi yang dilakukan yakni tahap identifikasi, tahap pendugaan dan pengujian model, dan tahap *forecasting*.
4. Bab IV merupakan bagian yang memuat hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.
5. Bab V adalah penutup berisikan kesimpulan dan saran yang mungkin untuk perbaikan metodologi yang disusun.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

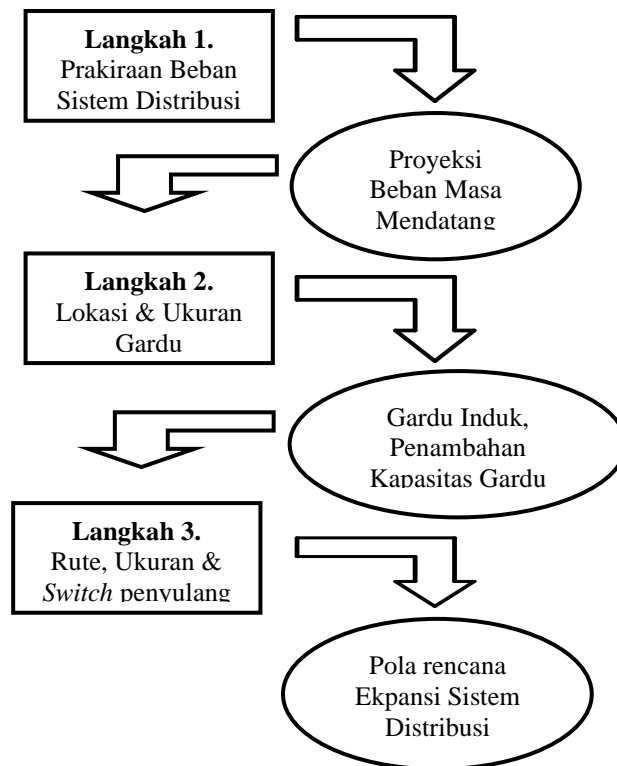
Langkah perencanaan yang baik dalam mengantisipasi perkembangan dan pergeseran pusat-pusat beban di suatu wilayah pelayanan distribusi listrik merupakan tindakan awal yang dibutuhkan untuk meningkatkan tingkat keandalan, efisiensi dan ekonomis dari energi listrik yang disalurkan kepada pelanggan. Walaupun disadari pula, hal ini tidak terlepas dari sisi pembangkitan dan transmisi.

Prakiraan kebutuhan energi listrik merupakan langkah penting dalam perencanaan pengembangan ketenagalistrikan tersebut karena pengembangan sistem kelistrikan memerlukan waktu lama dan investasi dana yang besar. Prakiraan tersebut dijabarkan dalam pola antisipasi untuk memenuhi kebutuhan energi listrik hingga jangka waktu tertentu.

Pola sektoral-kecendrungan (*trending-sectoral*) yang selama ini dipergunakan memang lebih sederhana dan mudah untuk diimplementasikan, namun dihadapkan pada suatu keadaan dimana tingkat keakuratan akan cenderung bias pada suatu wilayah yang memiliki keterbatasan data dan mengalami perubahan tata guna lahan yang cepat sebagai akibat dari pertumbuhan ekonomi dan populasi penduduk. Oleh karena itu diperlukan teknik prakiraan beban listrik yang berdasar pada metodologi mikrosposial dengan berusaha untuk mengadaptasikan permasalahan-permasalahan tersebut.

2.2. Perencanaan Sistem Kelistrikan

Perencanaan ekspansi (*expantion planning*) sistem distribusi membutuhkan sederetan proses yang bisa dikelompokkan kedalam tiga tahap proses [15]. Ketiga langkah tersebut adalah prakiraan beban untuk masa mendatang; menentukan jumlah, lokasi dan kapasitas dari gardu induk yang direncanakan; merencanakan jumlah, rute dan kapasitas dari penyulang. Langkah-langkah tersebut merupakan proses yang berurut.



Gambar 2.1. Tiga langkah pelaksanaan perencanaan sitem distribusi

Dalam prakiraan beban sektoral yaitu prakiraan yang berbasis pada pembagian pelanggan menurut sektor (rumah tangga, industri, umum dan komersial), diperoleh hasil dari prakiraan tersebut berupa beban puncak pada tahun tertentu dalam cakupan keseluruhan wilayah yang dimaksud. Namun metoda ini sulit menjawab pertanyaan “dimana” pusat-pusat beban itu tumbuh

(*load center*) dalam bagian-bagian kawasan tersebut [3]. Sebaliknya tujuan dari prakiraan beban secara spasial ini adalah mendapatkan rapatan beban pada tiap-tiap luasan kawasan yang lebih kecil dan pola perkembangan/pertumbuhan rapatan beban tersebut di tahun tertentu.

Secara garis besar metoda prakiraan beban dapat dibagi dalam tiga tahapan, yaitu pengumpulan dan penyiapan data; pengolahan dan analisa data; dan penentuan metoda dan pembuatan model. Model yang digunakan dalam peramalan harus dapat menggambarkan hubungan antara pertumbuhan beban dengan variabel-variabel lain yang ada dalam masyarakat seperti variabel ekonomi, geografi, demografi dan tingkat konsumsi masyarakat.

Hubungan antara pertumbuhan beban dengan variabel-variabel tersebut biasanya digunakan model pendekatan untuk memudahkan pembuatan ramalan. Ada dua macam model pendekatan [1], yakni :

a. Model Makro

Pendekatan ini menghasilkan pendekatan yang global mengenai kebutuhan listrik, terkait dengan sektornya, seperti sektor rumah tangga, sektor komersial, sektor publik dan sektor industri.

b. Model Mikro

Model ini meninjau secara terperinci setiap komponen atau variabel yang mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan beban pada area yang lebih kecil. Model ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran posisi dan letak beban serta besarnya terkait dengan struktur geografis. Pendekatan ini lebih menggunakan data daftar tunggu, rencana pengembangan, kemampuan jaringan distribusi dan lain lain.

2.3. Karakteristik Beban

Pada umumnya, beban selalu berubah setiap saat. Perubahan ini disebabkan oleh pola operasi konsumen dalam mengkonsumsi energi listrik yang tidak tetap. Berikut ini adalah istilah-istilah yang umum digunakan dalam menganalisa beban.

Load factor (f_L) :

Load factor adalah perbandingan beban rata-rata terhadap beban puncak dalam selang waktu tertentu, harian, mingguan, bulanan atau tahunan. Dan dituliskan sebagai berikut :

$$f_L = \frac{\text{beban rata - rata}}{\text{beban puncak}} = \frac{\bar{P}}{\hat{P}} \quad (2.1)$$

Dimana beban puncak adalah beban yang tertinggi dalam selang waktu itu (T jam). Dan beban rata-rata dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt \quad (2.2)$$

Demand

Demand dari suatu instalasi/system adalah beban rata-rata yang diterima pada konsumen dalam interval waktu tertentu, misalnya 15 menit, 30 menit, 1 jam atau 2 jam. Dalam praktek umumnya didapat beberapa jenis beban yang tersambung pada suatu terminal sehingga beban puncak masing-masing beban belum tentu jatuh pada waktu bersamaan. Perbedaan waktu beban puncak ini disebabkan oleh karakteristik konsumen masing-masingnya. Misalnya konsumen rumah tangga akan berbeda dengan konsumen industri dan lainnya.

Diversified demand

Diversified demand (coincident demand) adalah kebutuhan maksimum masing-masing dari komposit suatu grup beban (sistem).

Coincident factor

Coincident factor adalah rasio dari kebutuhan maksimum sistem terhadap total beban tersambung pada sistem tersebut.

$$f_c = \frac{\text{maksimum demand sistem}}{\text{total maksimum demand}} = \frac{DM_s}{\sum_{i=1}^n DM_i} \quad (2.3)$$

Dengan DM_s : Kebutuhan maksimum sistem

DM_i : Kebutuhan maksimum pada beban ke-i.

Diversity factor

Diversity factor adalah rasio dari jumlah individual kebutuhan maksimum terhadap kebutuhan maksimum sistem atau kebalikan dari coincident factor, yaitu

$$f_d = \frac{1}{f_c} \quad (2.4)$$

Distribution factor

Distribution factor adalah perbandingan dari besar beban pada waktu beban puncak sistem terhadap beban puncaknya.

$$c_i = \frac{\text{beban pada kondisi beban puncak sistem}}{\text{beban maksimumnya}} = \frac{d_{pls}}{DM_i} \quad (2.5)$$

Oleh karena beban puncak sama dengan kebutuhan maksimum, maka coincident factor berdasarkan persamaan (2.5) adalah

$$f_c = \frac{\sum_{i=1}^n c_i DM_i}{\sum_{i=1}^n DM_i} \quad (2.6)$$

Untuk kasus kebutuhan maksimum masing-masing individual adalah sama, persamaan (2.6) dapat disederhanakan menjadi sebagai berikut

$$f_c = \frac{DM \sum_{i=1}^n c_i}{n \times DM} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n} \quad (2.7)$$

Sedangkan untuk coincident factor masing-masing individu adalah sama, persamaan(2.7) dapat disederhanakan menjadi

$$f_c = \frac{c \sum_{i=1}^n DM_i}{\sum_{i=1}^n DM_i} = c \quad (2.8)$$

Loss factor adalah ratio dari rugi-rugi rata-rata terhadap rugi-rugi beban puncaknya.

$$f_{lf} = \frac{\text{rugi rata - rata}}{\text{prugi - rugi beban puncak}} \quad (2.9)$$

Load diversity adalah perbedaan antara total kebutuhan maksimum (beban puncak) dari semua beban dengan kebutuhan maksimum sistemnya (beban puncak sistem).

$$LD = \left(\sum_{i=1}^n DM_i \right) - DM_s \quad (2.10)$$

2.4. Prediksi Beban Mikrospasial

Dalam beberapa makalah dan tulisan yang telah dipublikasikan, perkembangan metodologi prakiraan, yang secara khusus meninjau suatu area/kawasan kecil (mikrospasial) telah berkembang [1,3,4,9]. Latar belakang yang mendorong begitu banyaknya teknik-teknik yang dikembangkan diantaranya adalah tingkat keakuratan prakiraan yang diinginkan, kebutuhan data serta sumber daya alat dan manusia yang diperlukan.

Umumnya metoda prakiraan untuk wilayah yang kecil dibedakan dalam dua kategori [1,2,3,6,7], yaitu metoda kecendrungan (*trending*) yang mengeksplorasi data histori pertumbuhan beban dengan menggunakan teknik *time series*, Box-Jenkins, ARIMA atau teknik lainnya. Sebaliknya pemodelan simulasi tata guna lahan memprediksi pertumbuhan beban dengan cara mensimulasikan interaksi faktor-faktor penyebab pertumbuhan kebutuhan listrik dengan berdasar pada kondisi eksisting kawasan dan rapatannya dari berbagai kelas pelanggan seperti pelanggan rumah tangga, komersial, sosial dan industri. Hasil akhirnya adalah memproyeksikan perubahan kerapatan beban puncak berbasis pada lokasi dimana beban itu tumbuh.

2.4.1. *Prediksi beban mikrosposial menggunakan metoda kecendrungan*

Metoda kecendrungan merupakan metoda mengeksplorasi data historis dan mengeksplorasi pertumbuhan data sebelumnya (deret waktu) untuk menentukan pertumbuhan beban kedepan. Baxter (2001) mendefinisikan deret berkala (deret waktu) adalah sekumpulan observasi atau pengamatan yang dibangkitkan secara sekuensial dalam waktu. Deret waktu yang dilambangkan dengan Z_t secara konseptual dipandang sebagai peubah acak. Sekuen $\{Z_1, Z_2, \dots\}$ atau $\{\dots, Z_0, Z_1, \dots\}$ dibangkitkan oleh suatu proses stokastik atau proses yang dikendalikan oleh mekanisme peluang. Hal tersebut dapat dirumuskan seperti berikut :

$$Z_t = F_t + e_t \quad (2.11)$$

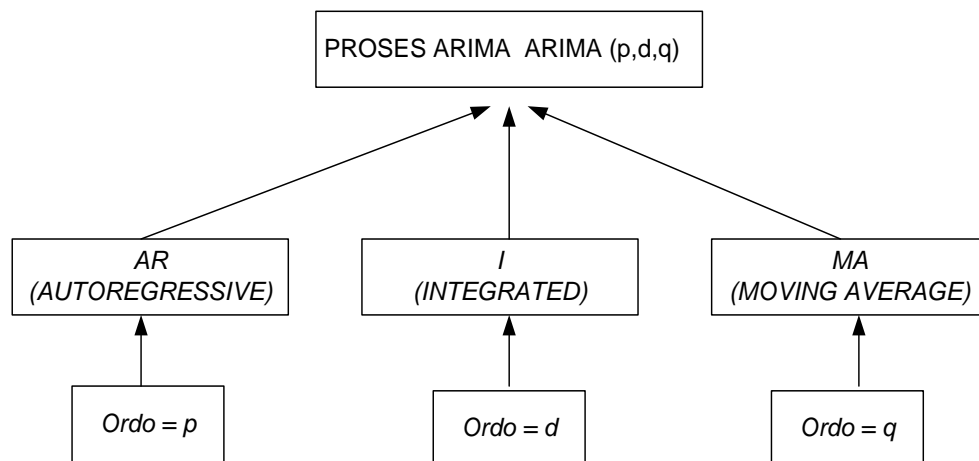
dimana Z_t adalah pengamatan deret waktu, F_t sebagai komponen yang terdiri dari *trend*, *cyclic*, musiman dan statistik, sedangkan e_t adalah komponen acak (galat).

Untuk membentuk kelas model yang sangat umum dan berguna dalam model deret waktu yang biasa dinamakan pola atau proses *autoregresif/moving average* (ARMA). Proses ARIMA adalah model matematika yang digunakan untuk peramalan. ARIMA atau *Autoregressive Integrated Moving Average* dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins pada awal tahun 1970-an, sehingga proses ARIMA lebih dikenal sebagai model Box-Jenkins.

Pendekatan ARIMA untuk peramalan berdasarkan ide-ide berikut :

1. Peramalan berdasarkan pada fungsi linear pengamatan contoh.
2. Tujuannya adalah untuk memperoleh model sederhana yang menyediakan deskripsi yang cukup mengenai data pengamatan.

Setiap proses ARIMA(p,d,q) terdiri dari tiga bagian : proses *Autoregressive* (AR), *Integrated* (I), dan *Moving Average* (MA). Proses AR adalah bagian dari model yang menerangkan setiap pengamatan adalah sebuah fungsi dari p pengamatan sebelumnya.



Gambar.2.2 Diagram proses ARIMA

Secara umum proses AR dengan ordo p dinotasikan sebagai berikut [7,8] :

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t \quad (2.12)$$

dimana :

$\mu =$ Konstanta

$\phi_j =$ Parameter Autoregressive ke-j

$e_t =$ Sisaan pada waktu ke-t

Atau model di atas dapat dituliskan :

$$\phi(B)Z_t = \mu + e_t \quad (2.13)$$

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad (2.14)$$

Integrated menunjukkan apakah nilai pengamatan perlu dimodelkan secara langsung atau perlu dilakukan pembedaan sebanyak d kali untuk mencapai kestasioneran.

Proses MA adalah bagian dari model yang menerangkan setiap pengamatan adalah sebuah fungsi dari q sisaan sebelumnya. Secara umum proses MA dengan ordo q dinotasikan sebagai berikut:

$$Z_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.15)$$

dimana :

$\mu =$ Konstanta

$\theta_j =$ Parameter Autoregressive ke-j

$e_t =$ Sisaan pada waktu ke-t

atau dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = \mu + \theta(B)a_t \quad (2.16)$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \quad (2.17)$$

Secara umum proses atau model ARIMA (p,d,q) adalah :

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \mu + \theta_q(B)e_t \quad (2.18)$$

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} + e_t \quad (2.19)$$

Proses ARIMA yang tidak mengalami pembedaan ($d = 0$) maka nilai pengamatan dimodelkan secara langsung atau ARIMA (p,d,q) sama dengan ARMA (p,q)

2.4.2 *Prediksi beban mikrosposial menggunakan Gompertz*

Perhitungan matematik prediksi beban dengan metoda ini berdasarkan sifat pertumbuhan kebutuhan daya listrik dari suatu area, dimana area dengan luasan yang kecil cenderung membentuk pola naik secara tiba-tiba dan kemudian segera mencapai saturasi atau oleh Wilis disebut sebagai perkembangan yang mengikuti pola kurva ‘S’. Area kecil cenderung berkembang secara gradual, dan apabila suatu area kecil tertentu telah sampai pada tahap penurunan laju pertumbuhannya (memasuki tahap ‘saturasi’) maka pada saat yang bersamaan pula terjadi pertumbuhan yang tinggi pada area kecil lainnya. Sifat-sifat ini dapat direpresentasikan dengan model fungsi logistik Gompertz [1,4]. Fungsi logistik ini secara luas dipergunakan sebagai pola umum perkembangan ataupun pertumbuhan berbagai jenis objek observasi ataupun kejadian.

Fungsi logistik Gompertz ini dinyatakan sebagai:

$$\frac{dy}{dt} = r x y(t) \left[\frac{K - y(t)}{K} \right] \quad (2.20)$$

Solusi dari persamaan differensial diatas adalah :

$$y(t) = \frac{K}{1 + e^{a-rt}} \quad (2.21)$$

Dengan : a adalah konstanta

K adalah harga asimtotis

Dengan memperhatikan bahwa :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{K}{1 + e^{a-rt}} = K \times \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{1 + \frac{e^a}{e^{rt}}} = K \quad (2.22)$$

Jadi $y(t)$ adalah asimtotis menuju harga K. sedangkan metoda yang dapat digunakan untuk mendapatkan koefisien-koefisien a dan r, maka persamaan diatas dilinearisasi menjadi :

$$e^{a-rt} = \frac{K - y(t)}{y(t)} \quad (2.23)$$

Bila kedua sisi diubah dalam bentuk logaritmik, akan diperoleh :

$$a - rt = \ln \left[\frac{K - y(t)}{y(t)} \right] = z(t) \quad (2.24)$$

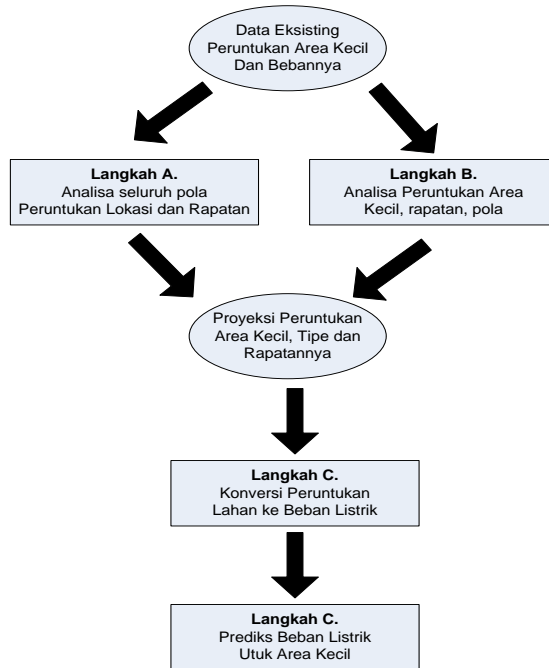
Jika $z(t)$ didekati dengan regresi linear oleh $a-rt$, maka koefisien-koefisien a dan r dapat ditentukan.

2.4.3 Prediksi beban mikrosposial berdasarkan simulasi tata guna lahan

Metoda prediksi beban spasial yang berbasis simulasi tata guna lahan merupakan metoda yang memproyeksikan tipe dan rapatn beban dari perkembangan suatu area yang berbasis pada perubahan penggunaan lahan eksisting dan yang akan datang. [1]. Informasi pola perkembangan tata guna lahan kemudian diterjemahkan ke dalam pola perkembangan kebutuhan beban.

Metoda yang berbasis pada pemodelan simulasi tata guna lahan, umumnya diawali dengan membagi area pelayanan dan utilitas listrik menjadi set wilayah yang kecil-kecil. Ukuran grid itu bervariasi bergantung pada ketersediaan data dan metoda prakiraan yang akan digunakan.

Proses simulasi berbasis tata guna lahan dimulai dengan analisa area pelayanan menurut kelas pelanggan rumah tangga, industri, komersial dan sosial kemudian diprediksi pertumbuhan bebannya. Secara umum teknik yang dikembangkan mengikuti tiga tahap prosedur seperti yang ditunjukkan gambar 2.3 dengan variasi yang ada pada tiap tahapnya [4].



Gambar 2.3. Tiga langkah prosedur prediksi berbasis tata guna lahan

Langkah-langkah tersebut adalah :

Langkah A. Analisa pola dari keseluruhan lokasi, dimana saja perkembangan suatu wilayah bisa terjadi, bisa dengan salah satu dari tiga cara dibawah ini :

1. Seluruh pola pertumbuhan dimasa mendatang diasumsikan identik dengan seluruh pola pertumbuhan saat ini
2. Seluruh pola dihitung berdasarkan pada penilaian yang dikembangkan dari analisa letak suatu area terhadap satu atau

lebih pusat-pusat aktivitas. Kecendrungan area yang dekat dengan pusat aktifitas akan ikut berkembang dengan faktor-faktor penyebab yang sama, dibandingkan dengan area yang terletak jauh.

3. Model transportasi wilayah kota (urban), ekonomi dan interaksi sosial antar bagian kota digunakan menentukan seluruh pola.

Langkah B. Analisa secara rinci pelanggan untuk setiap area kecil yang diselesaikan dengan salah satu teknik dibawah ini :

1. Tanpa menggunakan analisa rinci.
2. Nilai rujukan berbasis pada kombinasi masukan pemakai, data peruntukan (*zoning*) dan data pemakaian lahan.
3. Nilai rujukan berdasar pada analisa faktor lokal yang menggunakan teknik pengenalan pola (*pattern recognition*). Metoda ini menganalisa perubahan peruntukan lahan untuk mengidentifikasi pola seperti kecendrungan tumbuhnya pusat-pusat pertokoan yang terletak pada persilangan jalur-jalur utama. Pola ini kemudian digunakan untuk mengevaluasi seluruh area kecil untuk pertumbuhan dimasa mendatang yang potensial.

Langkah C. Hasil dari langkah A dan B memproyeksikan rapatannya seluruh kelas pelanggan pada basis area kecil. Proyeksi ini kemudian dikonversikan untuk memprediksi beban listrik, dengan menggunakan satu dari tiga teknik utama dari peruntukan lahan untuk model beban.

1. Faktor beban setiap kelas pelanggan digunakan untuk memproyeksikan rapatan pelanggan pada area yang kecil.
2. Keserempakan beban antar kelas secara eksplisit ditentukan dengan menggunakan kurva beban harian, disamping faktor-faktor yang ada di setiap kelas.
3. Model beban *end-use* dari kurva beban harian untuk setiap kelas pelanggan digunakan untuk menghitung beban area kecil yang berdasar perubahan yang diproyeksikan seperti tahap kejenuhan konsumsi energi peralatan listrik, konservasi dan faktor-faktor pemakaian lainnya.

BAB 3

METODOLOGI PREDIKSI BEBAN

3.1. Data Untuk Prediksi Beban di Area Kecil

Uji model yang dilakukan Willis (2002), menunjukkan bahwa teknik dan metodologi yang dikembangkan dalam kurun waktu dua dasawarsa terakhir ini tidak memperlmasalahakan akan ketersediaan data dalam artian hal tersebut bukanlah kendala yang jadi pokok permasalahan. Hal ini dipahami bahwa teknik yang dikembangkan umumnya diimplementasikan pada kawasan maju, yang pengumpulan data sudah berjalan dengan baik, berkelanjutan, rutin dan terbaru.

Namun pada negara-negara berkembang akan muncul masalah akan ketersediaan data tersebut, hal ini diperburuk dengan tuntutan ketersediaan energi listrik harus sedemikian cepat untuk mendukung tingkat perekonomian kawasan. Dengan demikian proses ekspansi atau perluasan suatu pelayanan baik secara kualitas dan kuantitas semakin tidak tertangani secara baik.

Permasalahan ada tidaknya data adalah sangat tipikal atau lazim terjadi untuk daerah yang pada awalnya tidak berkembang, namun dengan segera menunjukkan aktifitasnya yang begitu cepat. Kalaupun data itu ada, umumnya datanya bersifat menyeluruh dan sulit untuk memilah-milah atau membagi-bagi menurut area pelayanan gardu distribusi misalnya. Bahwa yang selama ini berlangsung, data lebih dititikberatkan pada pendapatan energi listrik semata, cenderung tidak memperhatikan masalah-masalah aktualisasi data yang berkenaan dengan sisi teknisnya, misalnya bagaimana pola pembebanan gardu distribusi menurut kelas bebannya, pola penggunaan energi menurut kelas pelanggan.

apalagi misalnya kebutuhan data yang bersifat historis. Bagaimana dengan data non listrik? Hal yang sama kondisinya tidak jauh berbeda dengan data listrik. Kesulitan untuk mendapatkan tipe tata guna lahan dan rapatannya merupakan hal biasa.

Dari adanya perbedaan yang mendasar dari kondisi tersebut diatas, tampak akan kurang bijaksana bila kita secara utuh menerapkan teknik-teknik prakiraan tersebut tanpa mempertimbangkan masalah-masalah yang cukup mendasar. Oleh karena itu penulis mencoba menjembatani perbedaan yang mendasar tersebut dengan melakukan pengadaptasian dengan melakukan penyesuaian serta mengkombinasikan teknik prakiraan beban khusus untuk suatu area kecil.

3.2. Penyusunan Metodologi

Metodologi prakiraan mikrosposial yang dikembangkan dalam penelitian ini diperuntukkan bagi wilayah yang tingkat pertumbuhannya dinamis dalam artian wilayah tersebut mengalami perubahan tata guna lahan yang cepat sebagai akibat dari pertumbuhan ekonomi dan populasi penduduk. Metodologi dibangun dengan mengakomodasikan masalah adanya data yang terbatas tapi tetap mempertimbangkan aspek-aspek yang mempengaruhi pertumbuhan beban seperti aspek-aspek geografis, demografis, serta ekonomi disamping aspek kelistrikan.

Metoda prediksi beban mikrosposial berbasis pada tata guna lahan ini merupakan metoda yang memproyeksikan tipe dan rapatan beban dari perkembangan suatu area yang berbasis pada perubahan penggunaan lahan eksisting dan yang akan datang. Informasi pola perkembangan tata guna lahan kemudian diterjemahkan ke dalam pola perkembangan kebutuhan beban, dengan

demikian pertumbuhan beban dapat ditentukan pada lingkup wilayah yang kecil dan diharapkan hasilnya lebih teliti. Perkembangan kebutuhan beban ini direpresentasikan dalam dalam rapatan beban tiap grid per tahun tinjauan.

3.2.1 Model dan Parameter

Prakiraan diawali dengan mengumpulkan dan kompilasi variabel-variabel kedalam setiap grid-grid yang akan diramal kebutuhan listriknya. Adapun variabel-variabel tersebut terdiri dari kondisi eksisting penggunaan lahan yang dinyatakan dalam persentase luas (mewakili aspek geografi dan tata guna lahan), variabel demografi yang diwakili oleh jumlah rumah tangga, variabel ekonomi yang direpresentasikan dengan PDRB, dan variabel kelistrikan berupa kebutuhan daya eksisting setiap grid untuk melihat kondisi eksisting rapatan beban di grid yang bersangkutan. Data eksisting yang dimiliki saat ini adalah data listrik berikut penggunaan lahan eksisting dan sejumlah variabel yang diperkirakan memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan beban. Namun untuk data historis, merupakan daya totalnya saja. Sedangkan data untuk akhir tinjauan adalah mengacu pada data Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RT/RW) grid yang bersangkutan.

Nilai-nilai grid yang telah disusun dan dikompilasi berdasarkan data-data tersebut, selanjutnya dilakukan pengelompokan atas grid-grid berdasarkan teknik clustering, pengelompokan ini dilakukan karena grid-grid tersebut sangat banyak sehingga banyak grid-grid yang mempunyai karakter yang sama, dan grid ini dimasukkan dalam satu kelompok. Setelah pengelompokan dilakukan, dilanjutkan dengan menganalisis variabel-variabel berdasarkan teknik Analisa Komponen Utama (AKU). Teknik AKU ini akan menghasilkan variabel-variabel yang dominan setiap kelompok terhadap pertumbuhan beban dan selanjutnya

digunakan untuk menghitung kerapatan beban. Model kerapatan beban yang didapat akan di uji melalui teknik-teknik statistik yang baku. Hasil dari kerapatan beban yang diperoleh akhirnya diproyeksikan kedalam bentuk beban untuk setiap tahun yang akan datang berdasarkan tata guna lahan pada setiap grid.

3.2.2 Kebutuhan Data

Kelompok data-data yang diperlukan secara umum dikalisifikasikan menjadi dua jenis data, yaitu data listrik dan data non listrik. Data listrik meliputi daya per sektor (rumah tangga, bisnis, industri, dan sosial) disetiap kelurahan. Sedangkan data non listrik yang terdiri dari data jumlah rumah tangga, PDRB, tata guna lahan untuk setiap kelurahan, dan data rencana tata ruang dan tata wilayah untuk setiap kelurahan. Hasil pengumpulan dan kompilasi data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.

3.3. Metodologi

3.3.1. Tahap Identifikasi

3.3.1.1. Analisa Kelompok (*Clustering Analysis*)

Metoda ini bertujuan untuk mengelompokkan grid-grid kedalam suatu kelompok yang relatif homogen sehingga grid dalam satu kelompok mempunyai karakteristik yang mirip. Selanjutnya prakiraan beban dapat dilakukan pada satu grid model pada *cluster* tersebut.

Dalam hal ini, grid dan variabel-variabelnya dapat dipandang sebagai suatu vektor yang secara matematis disebut dengan objek, dengan demikian vektor-vektor yang dibentuk oleh grid in dapat ditentukan jarak antara satu dengan yang lainnya. Kesamaan *cluster* dalam proses peng*clusteran* ini ditentukan oleh

kedekatan vektor (jarak *euclidean*) objek tersebut. Semakin kecil jarak *euclidean*, maka semakin besar keserupaannya.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis *cluster* adalah sebagai berikut :

1. Susun matrik jarak berukuran $N \times N$ yang elemen-elemennya merupakan jarak *euclidean* antar N objek. Sebut matriks ini sebagai matriks jarak.

$$D = \{d_{ij}\}; I_j = 1,2,3,\dots,N$$

2. Hitung jarak minimum matriks tersebut diatas, kemudian jadikan keduanya sebagai satu kelompok. Andaikan kelompok yang mempunyai jarak minimum adalah kelompok U dan V , maka diperoleh kelompok baru (UV)
Metode revisi jarak yang digunakan adalah Jarak Euclidean yang merupakan jarak antar objek yang lazim digunakan.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (v_{ik} - v_{jk})^2} \quad (3.1)$$

d_{ij} : Jarak Euclidean

v_{ik}, v_{jk} : Skor grid ke- i dan ke- j pada variabel k

“Semakin rendah jarak *Euclidean* semakin dekat hubungan grid”

Ulangi langkah kedua dan ketiga sebanyak $(N-1)$ kali sehingga semua objek berada dalam satu kelompok. Catat setiap hasil pengelompokan berikut jarak minimumnya C_j .

3. Hasil pengelompokan dan kekuatan pengelompokan (C_j) dapat digambarkan dalam Dendogram.
4. Berdasarkan dendogram ini dapat ditentukan jumlah *cluster* dan anggotanya.

3.3.1.2. Analisa Komponen Utama (AKU)

AKU digunakan untuk melihat variabel-variabel yang berpengaruh pada setiap *cluster* yang telah didapatkan pada proses *clustering*. Dengan proses AKU ini variabel-variabel yang tidak berpengaruh akan dikeluarkan dari model matematis nantinya, sehingga model yang didapatkan lebih sederhana namun hasilnya tidak jauh berbeda (layak berdasarkan statistik).

AKU tergantung dari jenis data asal yang digunakan. Bila peubah asal memiliki satuan yang sama maka komponen utama diturunkan dari matriks ragam peragam. Bila peubah asal memiliki satuan pengukuran yang berbeda maka komponen utama diturunkan dari matriks korelasi R dan perlu dilakukan transformasi data asal ke dalam bentuk baku:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (3.2)$$

Dimana \bar{x}_j = nilai tengah peubah ke-j

s_j = simpangan baku peubah ke-j

Penentuan banyaknya komponen utama didasarkan pada proporsi keragaman kumulatif sebesar 75% atau lebih dari keragaman total.

3.3.1.3. Analisa Faktor

Analisa faktor merupakan perluasan dari AKU. Analisa ini pada dasarnya untuk menerangkan struktur hubungan antara variabel-variabel yang diamati dengan jalan membangkitkan beberapa faktor yang jumlahnya lebih sedikit daripada banyaknya variabel yang dianalisa. Jadi tujuan analisa faktor adalah menjelaskan hubungan diantara banyak variabel dalam bentuk beberapa faktor. Analisa faktor mengandung dua buah analisa, yaitu analisa komponen (*component*

analysis) dan analisa faktor bersama (*common factor analysis*). Analisa faktor ini terdapat komponen yang disebut dengan komunalitas (*communality*) yang menunjukkan proporsi keragaman dari vektor acak yang diterangkan oleh faktor bersama.

Keeratan hubungan antara peubah asal dengan komponen utama dapat dilihat melalui besarnya koefisien korelasi antara peubah asal dengan peubah komponen utama yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$r_{ij} = a_{ij} \sqrt{\lambda_j} \quad (3.3)$$

Dimana : r_{ij} : Koefisien korelasi antara peubah asal

λ_j : Proporsi keragaman yang diterangkan

3.3.2. Tahap Pendugaan dan Pengujian Model Matematis

3.3.2.1. Penentuan model matematis

Peramalan beban dalam tenaga listrik umumnya dalam bentuk linear. Berdasarkan ini, pembentukan model dapat dirumuskan dalam sebuah regresi berganda yang dibangun berdasarkan model matematis berikut ini :

$$Y = b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_k X_k + e \quad (3.4)$$

Model matematis tersebut diatas adalah bentuk kumpulan persamaan linear dengan multi variabel dan dapat disederhanakan penulisannya dalam bentuk matrik menjadi :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Xb} + e \quad (3.5)$$

$$\text{Dimana : } Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_k \end{bmatrix} \quad e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ e_n \end{bmatrix}$$

Y adalah kerapatan beban dengan matriks n x 1

X adalah variabel-variabel dengan matriks n x k

B adalah koefisien regresi dengan matriks k x 1

e adalah kesalahan dengan matriks k x 1

Untuk memperoleh nilai-nilai b, jumlah kuadrat deviasi harus diminimumkan :

$$\sum e_i^2 = e'e = (Y - Xb)'(Y - Xb) \quad (3.6)$$

$$\text{Dimana : } e' = (Y - Xb)' \text{ adalah transpose } e, \quad (3.7)$$

$$\begin{aligned} e' &= (Y' - b' X')(Y - Xb) \\ &= Y'Y - Y'Xb - b'X'Y + b'X'Xb \\ &= Y'Y - 2b'X'Y + b'X'Xb \end{aligned} \quad (3.8)$$

$$\frac{\partial e'e}{\partial b} = -2X'Y + 2X'Xb = 0 \quad (3.9)$$

$$X'Y = X'Xb$$

$$b = (X'X)^{-1} X'Y \quad (3.10)$$

3.3.2.2. Analisa korelasi

Analisa korelasi dilakukan untuk menentukan variabel yang mempunyai hubungan yang relatif lebih kuat (signifikan) dengan inisial respon (dalam hal ini kerapatan beban). Variabel yang diperoleh berkemungkinan besar memberikan pengaruh yang sangat signifikan. Untuk menghitung korelasi antara dua variabel

X dan Y yang dinotasikan sebagai r_{xy} untuk n pasangan observasi (X_i, Y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$. Rumus-rumus berikut adalah relevan :

$$\text{Nilai tengah X : } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \text{ dan Nilai tengah Y : } \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \quad (3.11)$$

Kovarians antara X dan Y

$$Cov_{XY} = Var_{XY} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \quad (3.12)$$

Varians X

$$Cov_{XX} = Var_X = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = S^2_X \quad (3.13)$$

Varians Y

$$Cov_{YY} = Var_{YY} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = S^2_Y \quad (3.14)$$

Maka korelasi antara X dan Y

$$r_{XY} = \frac{Cov_{XY}}{\sqrt{Cov_{XX} Cov_{YY}}} = \frac{Cov_{XY}}{S_X S_Y} \quad (3.15)$$

Dimana S_X dan S_Y adalah deviasi estandar X dan Y.

Jika $r > 0,5$ maka variabel tersebut mempunyai pengaruh signifikan terhadap variabel kerapatan beban. Namun demikian batas tersebut tidaklah mutlak tergantung kondisi dan kebutuhan akan variabel tersebut.

3.3.2.3. Pemeriksaan dan pengujian model matematis

Pemeriksaan dan pengujian model matematis dilakukan untuk menguji apakah model matematis tersebut sudah *layak* secara statistik. [12] yaitu dengan uji F (uji parameter), uji t (uji koefisien parameter) dan pemeriksaan multikolinearitas [16].

1. Uji F merupakan pengujian menyeluruh yaitu menguji semua parameter model secara bersama apakah parameter tersebut dapat menerangkan respon secara signifikan, hipotesis yang digunakan adalah :

$$F_0 = \frac{\left[\frac{R^2}{k} \right]}{\left[(1-R^2)/(N-k-1) \right]} \quad (3.16)$$

Keterangan F_0 : F hitung

K : Jumlah parameter(koefisien) pada persamaan regresi

N : Jumlah anggota (grid)

R : Koefisien Determinasi (korelasi antara variabel tidak bebas Y dengan taksiran Y berdasarkan variabel bebas)

Dimana : $R^2 = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}$ dan $F_{tabel} = F_{\alpha, k, n-k-1}$

Parameter-parameter **dapat** dikatakan menerangkan respon secara signifikan jika : $F_0 > F_{tabel}$

Selain itu P-value (nilai-P) juga dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan, jika nilai-P lebih kecil dari yang telah ditetapkan ($\alpha < 0.05$).

2. Uji t digunakan untuk menguji pengaruh koefisien parameter secara parsial. Bentuk hipotesisnya adalah :

$$t_0 = \frac{b_j - (\beta_j)}{Se_{(b_j)}} \quad (3.17)$$

Dimana t_0 : t hitung

b_j : Koefisien ke-j yang ditaksir

β_j : Parameter ke-j yang dihipotesakan

$Se_{(b_j)}$: Kesalahan standar b_j

$$t_{tabel} = t_{\alpha/2, n-k-1} \quad (3.18)$$

Jika $t_o > t_{tabel}$, hal ini berarti bahwa parameter tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan.

3. Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah kejadian yang menginformasikan terjadinya hubungan antara variabel-variabel bebas x_i dan hubungan yang terjadi cukup besar. Semakin besar kolinearitas atau mendekati sempurna (1) maka akan berakibat koefisien regresi yang dihitung tidak stabil dan model yang diperoleh akan cenderung bias.

Secara matematis pengukuran multikolinearitas dapat dirumuskan sebagai persamaan inflansi VIF (*Variance Inflation Factor*) berikut ini :

$$VIF(\hat{b}_i) = \frac{1}{(1 - R_i^2)} \quad (3.19)$$

Dimana R^2 adalah koefisien determinasi

Nilai VIF dinyatakan **tidak ada multikolinearitas** jika $1 < VIF < 10$

3.3.3 Tahap Peramalan

3.3.3.1. *Trend Variabel*

Untuk mendapatkan pertumbuhan kerapatan beban tiap tahun berdasarkan model yang diperoleh sebelumnya, maka terlebih dahulu perlu dilakukan trend masing-masing variabel (kecuali variabel tata guna lahan) untuk memperoleh model pertumbuhan tiap tahun dari setiap variabel tersebut. Adapun pemilihan trend terbaik dari setiap variabel adalah berdasarkan nilai error (MAPE) yang paling kecil.

Untuk trend perubahan tata guna lahan didasarkan pada RT/RW dari daerah yang bersangkutan. Berhubung data RT/RW yang tersedia hanya sampai tahun 2010, maka untuk perubahan tata guna lahan antara tahun 2011-2016 dilihat pola kecendrungan perkembangan wilayah dari tahun-tahun sebelumnya.

3.3.3.2. *Forecasting kerapatan beban cluster berdasarkan model*

Berdasarkan hasil tren setiap variabel yang diperoleh, selanjutnya model tren pertumbuhan variabel tersebut digunakan untuk memprediksi kerapatan beban di setiap cluster sesuai dengan model yang diperoleh sebelumnya.

3.3.4. **Perhitungan Forecasting Beban Puncak**

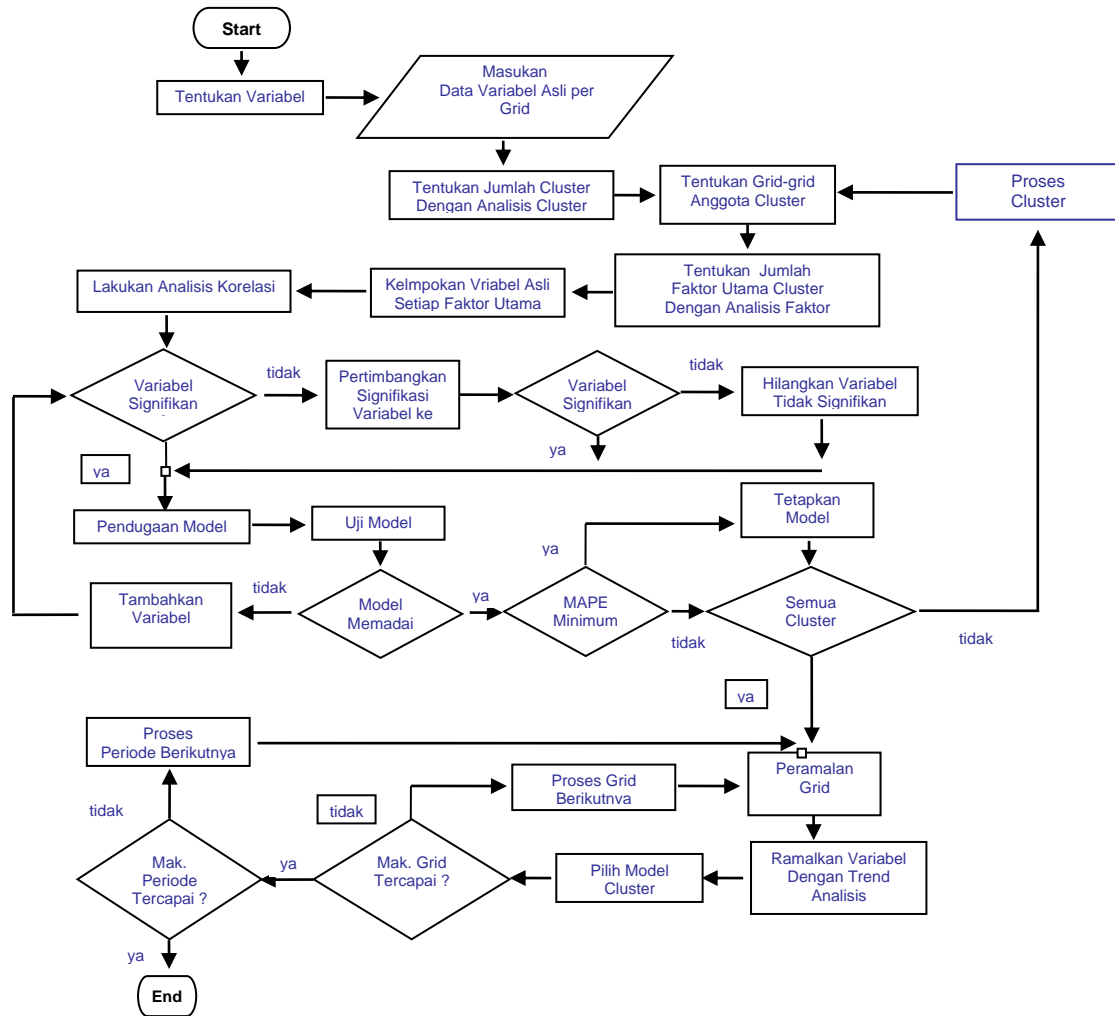
Hasil forecasting kerapatan beban per tahun yang diperoleh pada tiap *cluster* ini, selanjutnya digunakan untuk menghitung kerapatan beban masing-masing sektor pada *cluster* yang sama. Daya per sektor per kelurahan selanjutnya dapat ditentukan dengan mengalikan kerapatan beban per sektor dengan luas sektor dari daerah (kelurahan) pada *cluster* tersebut. Perubahan luas sektor per tahun disesuaikan dengan RT/RW.

Proses selanjutnya adalah melakukan perhitungan daya total kelurahan dengan menjumlahkan daya pada masing-masing sektor (perumahan, komersial, industri dan sosial) pada kelurahan tersebut. Secara matematis dapat dituliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$P_{Total\ Kelurahan}(t) = C_f (P_R(t) + P_B(t) + P_I(t) + P_S(t)) \quad (3.20)$$

Dimana : C_f : *Coincident factor*

3.4 Flowchart microspasial berdasarkan simulasi tata guna lahan



BAB IV

PENGUJIAN METODOLOGI

4.1. TAHAP-TAHAP PENGUJIAN METODOLOGI

Pertama, tahap identifikasi. Metodologi yang dikembangkan ini dicoba untuk diimplementasikan pada suatu area yang area pelayanannya dinamis dalam artian wilayah tersebut mengalami perubahan tata guna lahan yang cepat sebagai akibat dari pertumbuhan ekonomi yang relatif tinggi dan populasi penduduk. Adapun wilayah yang diambil sebagai objek penelitian adalah area jaringan Kramat Jati yang merupakan bagian dari sistem distribusi Jakarta Raya dan Tangerang. Area tersebut selanjutnya dibagi dalam bentuk grid-grid, dimana satu grid mewakili satu kelurahan. Untuk setiap grid kemudian dinilai tata guna lahan eksisting, kependudukan, ekonomi serta eksisting kebutuhan daya listriknya. Data-data tersebut kemudian ditabulasi menurut kode kelurahan. Hasil pengumpulan data diperoleh 100 kelurahan yang meliputi sebagian daerah Jakarta Timur, Jakarta Selatan, Bekasi dan Depok dengan peubah-peubahnya (variabel) yang berjumlah 11 buah untuk masing-masing kelurahan (lihat Lampiran 1).

Area dan variabel-variabel yang terlibat dalam memprediksi kebutuhan listrik wilayah ini cukup banyak, maka perlu dilakukan penyederhanaan struktur dan dimensi untuk memudahkan interpretasi dari seluruh informasi yang ada. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengelompokkan grid-grid tersebut ke dalam suatu kelompok yang relatif homogen dengan tujuan untuk menyederhanakan dimensi grid yang diamati berdasarkan interaksi antara variabelnya. Adapun teknik yang tepat untuk mengakomodasi dan menjawab permasalahan ini adalah melakukan analisa *cluster*, sehingga akan terkelompok

kelurahan-kelurahan kedalam suatu kelompok yang relatif homogen dan mempunyai karakteristik kawasan yang mirip. Setiap *cluster* yang dihasilkan tentunya akan mempunyai variabel-variabel tertentu dan berbeda yang mempengaruhi pertumbuhan beban secara dominan. Untuk dapat menunjukkan variabel mana yang memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan beban pada masing-masing wilayah, maka dilakukan AKU dan analisa faktor.

Kedua, tahap pendugaan dan pengujian model matematis. Tahap selanjutnya adalah menentukan model matematis apa yang harus dipergunakan yang bisa menyelidiki dan menjelaskan hubungan atau pengaruh variabel-variabel dominan yang diperoleh pada proses AKU sebelumnya terhadap pertumbuhan beban. Oleh karena bentuk hubungan ini dapat dirumuskan dalam sebuah model regresi berganda yang berbetuk :

$$Y = b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_k X_k + e \quad (4.1)$$

Dimana : Y adalah Variabel tak bebas (dalam hal ini kerapatan beban)

X adalah variabel bebas (dalam hal ini adalah variabel-variabel yang diperkirakan memberikan kontribusi terhadap kerapatan beban)

Model matematis tersebut diatas adalah bentuk kumpulan persamaan linear dengan multivariabel. Teknik ini dapat memperkirakan keadaan di masa mendatang dengan menemukan dan mengukur beberapa faktor bebas yang penting beserta pengaruhnya terhadap kerapatan beban yang akan diramalkan. Untuk memastikan bahwa model matematis yang diperoleh sudah layak secara statistik maka dilakukan beberapa pengujian yaitu uji F (uji parameter), uji t (uji koefisien parameter) dan pemeriksaan multikolinearitas. Model-model yang telah layak selanjutnya dipergunakan sebagai model baku untuk meramalkan kerapatan

beban beberapa tahun kedepan. Satu model nantinya akan mewakili satu buah cluster.

Ketiga, tahap peramalan. Ini merupakan tahap akhir, dimana untuk mendapatkan pertumbuhan kerapatan beban tiap tahun berdasarkan model yang diperoleh sebelumnya, terlebih dahulu perlu ditentukan trend masing-masing variabel untuk memperoleh model pertumbuhan tiap tahun dari setiap variabel tersebut. Adapun pemilihan trend terbaik dari setiap variabel adalah berdasarkan nilai *error* yang paling kecil. Hasil trend setiap variabel tersebut digunakan untuk memproyeksikan pertumbuhan beban untuk setiap tahun yang akan datang berdasarkan tata guna lahan pada setiap grid yang bersangkutan.

4. 2. HASIL PENGUJIAN METODOLOGI

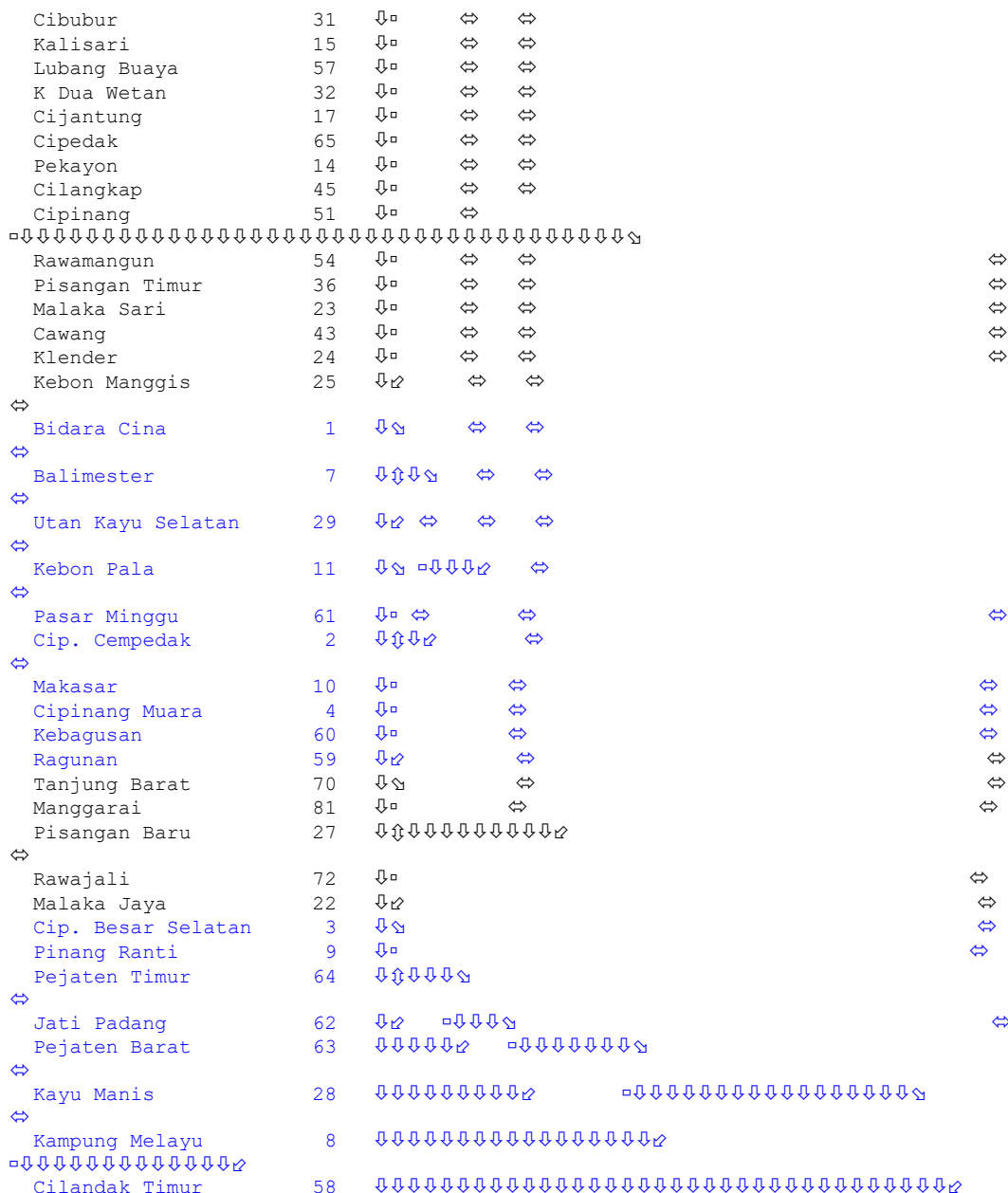
***Step 1.* Membangun Cluster**

Tujuannya adalah mengelompokkan kelurahan-kelurahan dalam bentuk cluster-cluster, dimana setiap cluster beranggotakan kelurahan-kelurahan yang memiliki karakteristik relatif homogen dengan teknik *clustering* (menggunakan persamaan 3.1).

Hasil pengolahan matriks korelasi antara variabel-variabel kelurahan yang terdapat di Aj Kramat Jati, dapat dilihat pada ‘dendogram’ dibawah ini :

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

C A S E		Rescaled Distance Cluster Combine					
Label	Num	0	5	10	15	20	25
		+-----+-----+-----+-----+-----+					
Jatiasih	90	↓↘					
KJatisari	93	↓□					
Jatiluhur	92	↓□					
Jatimakmur	88	↓□					
Jatikramat	91	↓□					
Sukatani	95	↓□					
Harjamukti	96	↓□					
Curug	94	↓□					
Mekarsari	98	↓□					
Pasirgunung Selatan	100	↓↗↓↘					
Tugu	99	↓□ ↔					
Cisalak Pasar	97	↓□ ↔					
Kranji	82	↓□ ↔					
Bintara Jaya	83	↓□ ↔					
Pekayon Jaya	85	↓□ ↔					
Jatimekar	89	↓□ ↔					
Jakasampurna	84	↓□ ↔					
Jatibening	87	↓□ ↔					
Jatiwaringin	86	↓↗↘ ↔					
Palmeriam	26	↓↗↘ ↔					
Bukit Duri	79	↓□ ↔					
Kebon Baru	78	↓□ ↔					
Utan Kayu Utara	30	↓↗↘↗↘↗↘↗↘					
Cip. Besar Utara	5	↓□ ↔	↔				
Manggarai Selatan	80	↓□ ↔	↔				
Pancoran	73	↓↗↘ ↔	↔				
Munjul	46	↓↗↘ ↔	↔				
Cipayung	47	↓□ ↔	↔				
Rawa Bunga	6	↓□ ↔	↔				
Pulo Gadung	56	↓□ ↔	↔				
Susukan	34	↓□ ↔	↔				
Jatinegara Kaum	52	↓□ ↔	↔				
Tebet Barat	76	↓□ ↔	↔				
Tebet Timur	77	↓□ ↔	↔				
Pangadegan	74	↓□ ↔	↔				
Kramat Jati	41	↓□ ↔	↔				
Lenteng Agung	69	↓□ ↔	↔				
Duren Tiga	71	↓□ ↔	↔				
Duku	40	↓□ ↔	↔				
Ciganjur	67	↓□ ↔	↔				
Jagakarsa	68	↓□ ↔	↔				
Cikoko	75	↓□ ↔	↔				
Pondok Kopi	21	↓□ ↔	↔				
Rambutan	35	↓□ ↔	↔				
Pondok Bambu	18	↓□ ↔	↔				
Duren Sawit	19	↓□ ↔	↔				
Pondok Kelapa	20	↓□ ↔	↔				
Srengseng Sawah	66	↓□ ↔	↔				
Halim Perdana K	12	↓↗↘↗↘	↔				
Pdk Ranggon	44	↓□	↔				
Bambu apus	49	↓□	↔				
Ceger	50	↓□	↔↗↘↗↘				
Setu	48	↓□	↔	↔			
Baru	16	↓□	↔	↔			
Kamp. Tengah	39	↓□	↔	↔			
Batu Ampar	38	↓□	↔	↔			
Cililitan	42	↓□	↔	↔			
Cipinang Melayu	13	↓□	↔	↔			
Ciracas	33	↓□	↔	↔			
Jati	53	↓□	↔	↔			
Kayu Putih	55	↓□	↔	↔			
Bale Kembang	37	↓□	↔	↔			



Gambar 4.1. Dendogram hasil clustering

Berdasarkan dendogram diatas, maka dari 100 kelurahan yang terdapat pada AJ Kramat Jati dapat dikelompokkan menjadi **6 (Enam) cluster**. Rincian anggota tiap cluster nya adalah sebagai berikut :

Tabel. 4.1. Pembagian Cluster AJ Kramat Jati

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3		Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6
Kranji	Cip. Besar Utara	Rawa Bunga	Cawang	Bidara Cina	Malaka Jaya	Cip. Besar Seltn
Bintara Jaya	Palmeriam	Halim Perdana K	Pdk Ranggon	Cip. Cempedak	Pisngan Bru	Kampung Mlayu
Jakasampurna	Utan Kayu Utara	Cipinang Melayu	Cilangkap	Cipinang Muara	Tanjng Bart	Pinang Ranti
Pekayon Jaya	Pancoran	Pekayon	Munjul	Balimester	Rawajali	Kayu Manis
Jatiwaringin	Kebon Baru	Kalisari	Cipayung	Makasar	Manggarai	Cilandak Timur

Jatibening	Bukit Duri	Baru	Setu	Kebon Pala	Jati Padang Pejaten Barat Pejaten Timur
Jatimakmur	Manggarai Selatan	Cijantung	Bambu apus	Utan Kayu Sltan	
Jatimekar		Pondok Bambu	Ceger	Ragunan	
Jatiasih		Duren Sawit	Cipinang	Kebagusan	
Jatikramat		Pondok Kelapa	Jatinegara Kaum	Pasar Minggu	
Jatiluhur		Pondok Kopi	Jati		
Kjatisari		Malaka Sari	Rawamangun		
Curug		Klender	Kayu Putih		
Sukatani		Kebon Manggis	Pulo Gadung		
Harjamukti		Cibubur	Lubang Buaya		
Cisalak Pasar		K Dua Wetan	Cipedak		
Mekarsari		Ciracas	Srengseng Swah		
Tugu		Susukan	Ciganjur		
Pasirgunung Slatan		Rambutan	Jagakarsa		
		Pisangan Timur	Lenteng Agung		
		Bale Kembang	Duren Tiga		
		Batu Ampar	Pangadegan		
		Kamp. Tengah	Cikoko		
		Duku	Tebet Barat		
		Kramat Jati	Tebet Timur		
		Cililitan			

Tabel. 4.2. Karakteristik Cluster-Cluster AJ Kramat Jati

Variabel	Cluster 1				Cluster 2				Cluster 3		
	Min	Max	Mean	StDev	Min	Max	Mean	StDev	Min	Max	Mean
Jmlh Rmh_Tng (KK)	1570	15425.0	7544	3572.0	4600	15707.0	8788	3855.0	2215	17473.0	7698
Luas Perumahan (Ha)	94	4163.0	975	1290.0	27	101.7	72	31.2	44.4	618.8	199.6
Luas Industri (Ha)	28.1	756.0	155.6	217.8	0	7.7	1.73	3.1	0	70.9	7.88
Luas Komersial (Ha)	42	1764.0	333	524.0	3.49	20.0	10.79	6.2	2.78	416.7	53.39
Luas Sosial (Ha)	18	866.0	161.6	196.4	2.14	70.3	14.91	24.6	1.7	255.4	32.91
PDRB (x 10 Milyar)	24.79	55.1	40.02	10.2	33.88	89.8	69.65	21.6	23.06	322.4	111.03
Beban rata2 Prumahan (kW)	133	5904.0	1383	1829.0	479	1805.0	1277	555.0	788	10985.0	3543
Beban rata2 Industri (kW)	196	5282.0	1087	1522.0	0	479.3	107.8	193.3	0	4431.0	493
Beban rata2 Komersial (kW)	95	3961.0	747	1176.0	105.1	601.7	324.7	185.3	84	12537.0	1606
Beban rata2 Sosial (kW)	20.7	995.5	185.8	225.7	38	1244.0	264	435.0	30	4516.0	582
Kerapatan beban (kW/Ha)	1.59	2.6	2.1447	0.3	18.63	21.3	19.74	1.0	18.19	30.6	20.964

Variabel	Cluster 4				Cluster 5				Cluster 6			
	Min	Max	Mean	StDev	Min	Max	Mean	StDev	Min	Max	Mean	StDev
Jmlh Rmh_Tng (KK)	4586	14880.0	9059	3299.0	2215	50817.0	12375.0	14524.0	5215	10144.0	7399	1699.0
Luas Perumahan (Ha)	40.2	378.8	162	100.9	20	199.3	76.8	55.8	35.1	293.6	165.6	94.7
Luas Industri (Ha)	0	29.9	4.51	9.1	0	20.0	2.7	6.2	0	4.1	0.97	1.7
Luas Komersial (Ha)	15.58	78.3	32.33	19.8	3.62	102.7	27.9	27.5	4.69	37.2	23.61	12.7
Luas Sosial (Ha)	9.55	48.0	19.81	12.2	2.22	80.0	29.6	29.3	2.87	22.8	14.47	7.8
PDRB (x 10 Milyar)	97.2	761.0	386.7	211.6	31.6	242.5	87.6	60.4	205	2555.0	946	763.0
Beban rata2 Prumahan (kW)	714	6723.0	2875	1790.0	355	3537.0	1364.0	990.0	624	5211.0	2939	1682.0
Beban rata2 Industri (kW)	0	1870.0	282	571.0	0	1250.0	167.0	390.0	0	254.7	60.6	106.9
Beban rata2 Komersial (kW)	469	2355.0	972	596.0	109	3091.0	840.0	826.0	141	1120.0	710	383.0
Beban rata2 Sosial (kW)	168.8	848.3	350.3	214.8	39	1414.0	523.0	518.0	50.8	403.5	255.8	137.9
Kerapatan beban (kW/Ha)	18.74	25.2	20.742	1.9	18.41	26.0	21.0	2.1	18.76	22.4	19.731	1.4

Step 2. Pembentukan Model Kerapatan Beban Cluster

Proses pembentukan model kerapatan beban dilakukan pada setiap cluster sebagai berikut :

Cluster 1

1. Analisa Komponen Utama dan Analisa Faktor

Setelah diperoleh anggota grid pada tiap cluster, maka selanjutnya dilakukan analisa komponen utama dengan menggunakan persamaan (3.2). Ini dilakukan untuk mentransformasikan peubah asal menjadi peubah baru (komponen utama) dalam bentuk kombinasi linier, sehingga dapat mereduksi dan menerangkan keragaman data asal. Hasil analisa komponen utama untuk cluster 1 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel. 4.3. Keragaman Komponen Yang Diterangkan cluster 1

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5.005	50.046	50.046	5.005	50.046	50.046	4.451	44.515	44.515
2	2.815	28.146	78.192	2.815	28.146	78.192	3.368	33.677	78.192
3	.929	9.295	87.487						
4	.866	8.660	96.148						
5	.384	3.838	99.985						
6	.001	.015	100.000						
7	.000	.000	100.000						
8	.000	.000	100.000						
9	.000	.000	100.000						

Tabel. 4.4. Komponen cluster 1

Variabel	Komponen	
	1	2
Rmh_Tngga	-.123	-.408
L_Prmhan	.456	.818
L_Industri	.979	.149
L_Kmrsil	.980	.164
L_Sosial	-.225	.935
PDRB	-.287	.131
BR_Prmhn	.456	.818
BR_Indstr	.979	.149
BR_Kmrsl	.980	.164
BR_Sosial	-.225	.935

Dari hasil pengolahan AKU tersebut, selanjutnya dapat dikelompokkan AKU beserta faktor-faktor yang ada didalamnya dengan menggunakan persamaan (3.3) seperti tabel dibawah ini:

Tabel. 4.5. Hasil AKU dan Analisa Faktor Cluster 1

Cluster	Komponen Utama	
	Komponen 1	Komponen 2
I	Beban Komersial Luas Komersial Beban Industri Luas Industri PDRB	Beban Sosial Luas Sosial Beban Permahan Luas Perumahan Rumah Tangga

2. Pembentukan Model

Pada tahap ini dilakukan pemodelan terhadap seluruh variabel yang memberikan kontribusi terhadap nilai kerapatan beban, berdasarkan hasil AKU dan analisa faktor yang dilakukan sebelumnya, maka berdasarkan persamaan (4.1) diperoleh model sebagai berikut :

$$\text{Load_Dnst} = 2.23 - 0.000009*\text{RT} - 0.000195*\text{L_Prumhn} - 0.000055*\text{L_Sosial} + 0.00004*\text{PDRB} + 0.000168*\text{BR_Indstri}$$

Model regresi linear berganda yang terbentuk pada cluster ini, menghasilkan nilai statistik uji F (berdasarkan persamaan 3.16) sebesar 49.17 dengan tingkat signifikan 0.000 (<0.05). Ini berarti bahwa model yang diperoleh memadai.

3. *Analisa Korelasi*

Analisa korelasi untuk melihat Variabel yang mempunyai hubungan relatif lebih kuat dengan respon (kerapatan beban), berkemungkinan besar memberikan pengaruh yang sangat signifikan. Nilai korelasi terletak antara -1 sampai $+1$, dimana hubungan tersebut bisa positif atau negatif.

Hasil analisa korelasi masing-masing variabel terhadap kerapatan beban berdasarkan persamaan (3.15) diperoleh variabel-variabel yang memiliki hubungan cukup erat dengan kerapatan beban, yakni :

- ✓ Rumah Tangga (Demografi)
- ✓ PDRB (Ekonomi)
- ✓ Luas Perumahan (Tata guna lahan)
- ✓ Luas Sosial (Tata guna lahan)
- ✓ Beban rata-rata Industri (Kelistrikan)

Hasil perhitungan memperlihatkan variabel-variabel tersebut sudah dapat menjelaskan keragaman dari nilai rating sebesar **95.0 %**. Secara statistik nilai ini sudah menunjukkan hasil yang baik.

4. *Uji Variabel*

Untuk menguji variabel-variabel utama dari model matematis yang diperoleh tersebut apakah sudah *layak* secara statistik. Maka dilakukan uji t (uji koefisien variabel) dan pemeriksaan multikolinearitas dengan menggunakan persamaan 3.17 dan 3.19 seperti yang dijelaskan sebelumnya

Tabel. 4.6. Hasil uji variabel cluster 1

Model	t-test	sig.	VIF
(Konstanta)	27.15	0.000	
RT	-1.96	0.072	1.1
L_Perumahan	-9.03	0.000	3.0
L_Sosial	-0.45	0.663	2.3
PDRB	0.02	0.983	1.0
BR_Industri	11.16	0.000	2.0

Berdasarkan uji variabel koefisien regresi seperti pada tabel di atas dengan tingkat kesalahan α yang ditolerir adalah 5 %, diperoleh hasil bahwa variabel yang berpengaruh sangat signifikan adalah konstanta, Luas Perumahan dan Beban rata-rata Industri karena nilai-P yang diperoleh lebih kecil dari nilai $\alpha=0.05$. Selain itu setelah dilakukan analisa multikolinearitas (VIF) memperlihatkan **tidak terjadi multikolinearitas**. Nilai-nilai VIF dinyatakan tidak ada multikolinearitaas jika $1 < \text{VIF} < 10$

Step 3. Proses Ramalan Kerapatan Beban

1. Trend Variabel

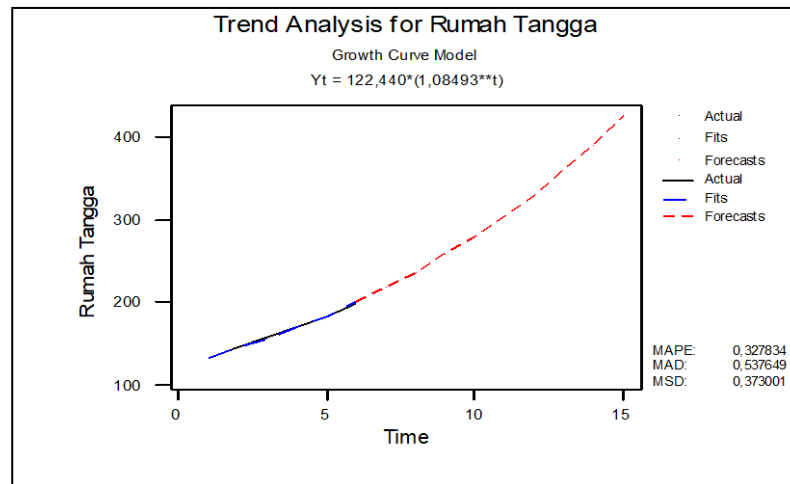
Untuk mendapatkan pertumbuhan kerapatan beban tiap tahun berdasarkan model yang diperoleh sebelumnya, maka terlebih dahulu perlu dihitung trend masing-masing variabel untuk memperoleh model pertumbuhan tiap tahun dari setiap variabel tersebut. Adapun pemilihan trend terbaik dari setiap variabel berdasarkan nilai error yang paling kecil.

Trend perubahan variabel tata guna lahan didasarkan pada RT/RW dari daerah yang bersangkutan. Berhubung data RT/RW yang tersedia hanya sampai tahun 2010, maka untuk perubahan tata guna lahan antara tahun 2011-2016 dilihat pola kecenderungan perkembangan wilayah dari tahun-tahun sebelumnya.

1.1. Variabel Kelistrikan

- Konsumsi energi listrik sektor rumah tangga

Gambar berikut ini menunjukkan tren pertumbuhan konsumsi energi listrik (yang diwakili oleh daya rata-rata) sampai 15 tahun kedepan yang dimulai 2002-2016.



Gambar. 4.2. Tren analisis konsumsi energi listrik rumah tangga

Catatan : Sumbu axis = 0 adalah tahun 2002

Sumbu axis= 15 adalah tahun 2016

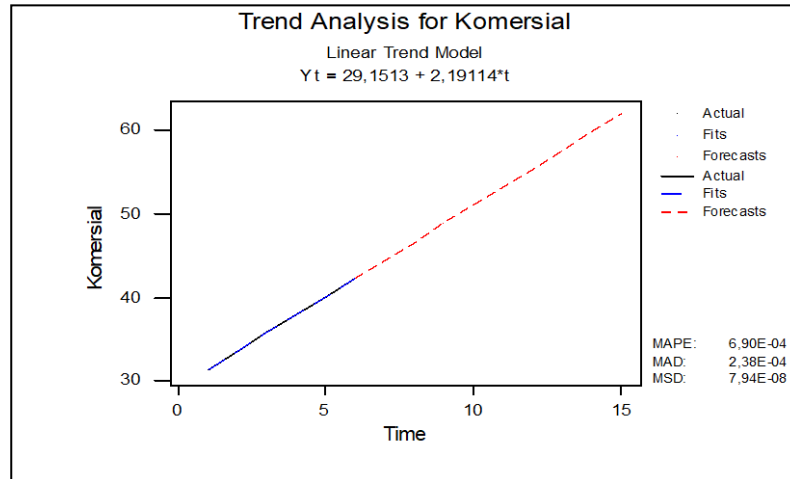
Garis biru adalah historis data

Garis merah putus-putus adalah tren (ramalan)

Catatan ini berlaku sama untuk gambar berikut-bekikut (sesuai dengan sektor masing-masing)

- Konsumsi energi listrik sektor Komersial (Komersial)

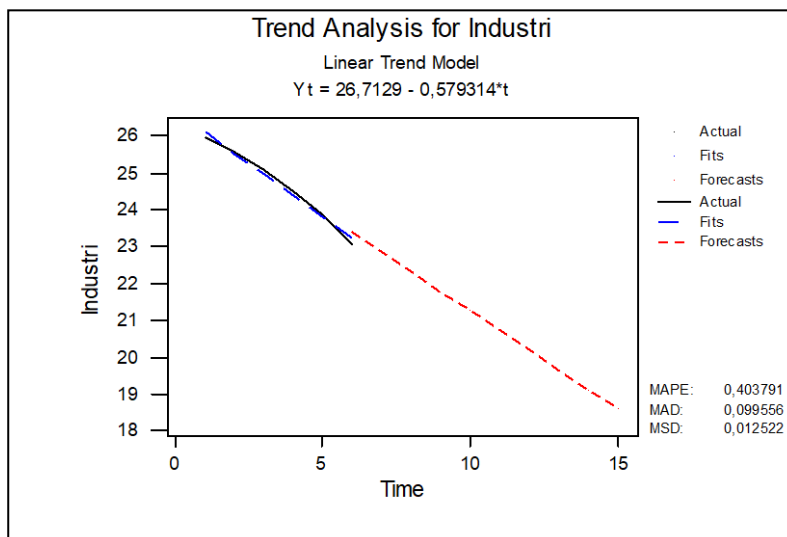
Gambar berikut ini menunjukkan tren pertumbuhan konsumsi energi listrik (yang diwakili oleh daya rata-rata) sampai 15 tahun kedepan yang dimulai 2002-2016.



Gambar. 4.3. Tren analisis konsumsi energi listrik Komersial

- Konsumsi energi listrik sektor Industri

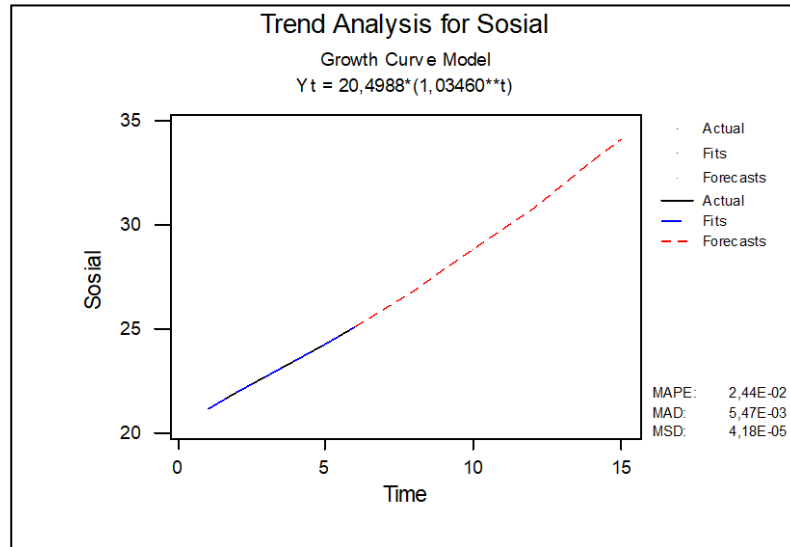
Gambar berikut ini menunjukkan tren pertumbuhan konsumsi energi listrik (yang diwakili oleh daya rata-rata) sampai 15 tahun kedepan yang dimulai 2002-2016.



Gambar. 4.4. Tren analisis konsumsi energi listrik industri

- Konsumsi energi listrik sektor Sosial

Gambar berikut ini menunjukkan tren pertumbuhan konsumsi energi listrik (yang diwakili oleh daya rata-rata) sampai 15 tahun kedepan yang dimulai 2002-2016.

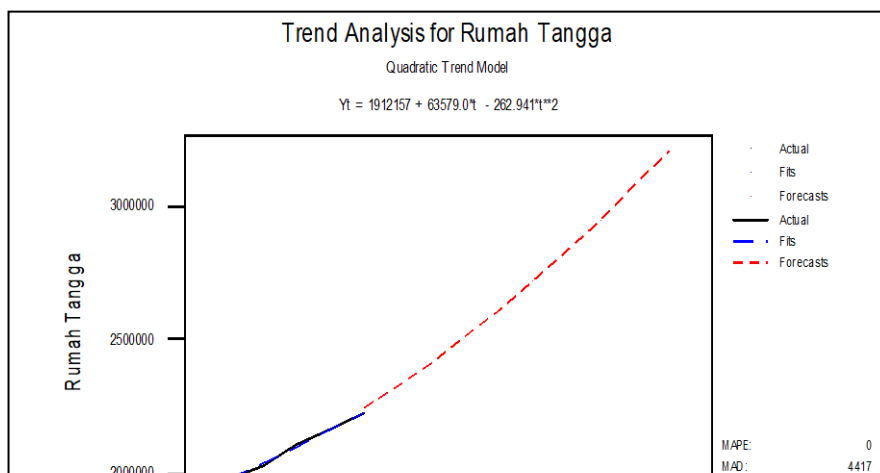


Gambar. 4.5. Tren analisis konsumsi energi listrik sosial

1.2 Variabel Rumah Tangga (KK)

- Jakarta Timur

Gambar berikut ini menunjukkan tren pertumbuhan rumah tangga (yang diwakili oleh KK) sampai 15 tahun kedepan yang dimulai 2002-2016.



Gambar. 4.6. Tren analisis Jumlah rumah tangga Jakarta Timur

Catatan : Sumbu axis = 0 adalah tahun 2002

Sumbu axis= 15 adalah tahun 2016

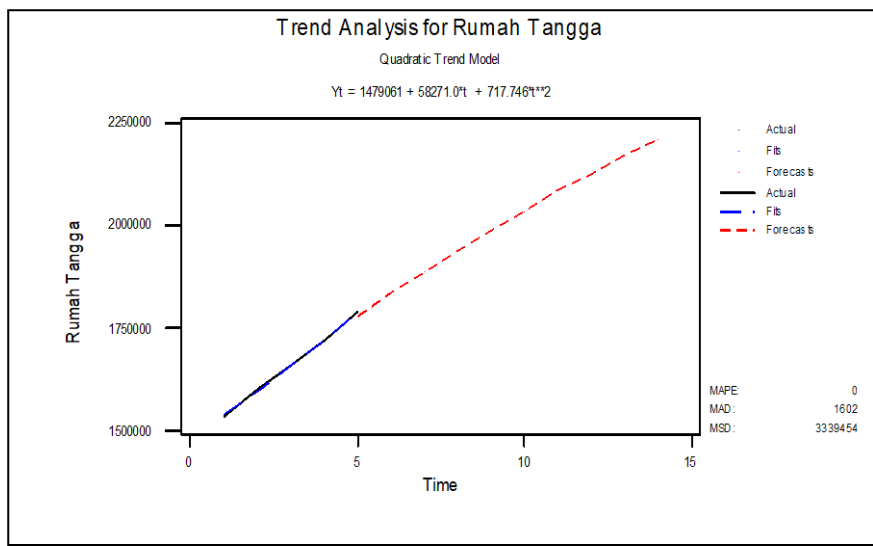
Garis biru adalah historis data

Garis merah putus-putus adalah tren (ramalan)

Catatan ini berlaku sama untuk gambar berikut-bekut (sesuai dengan sektor masing-masing)

- Jakarta Selatan

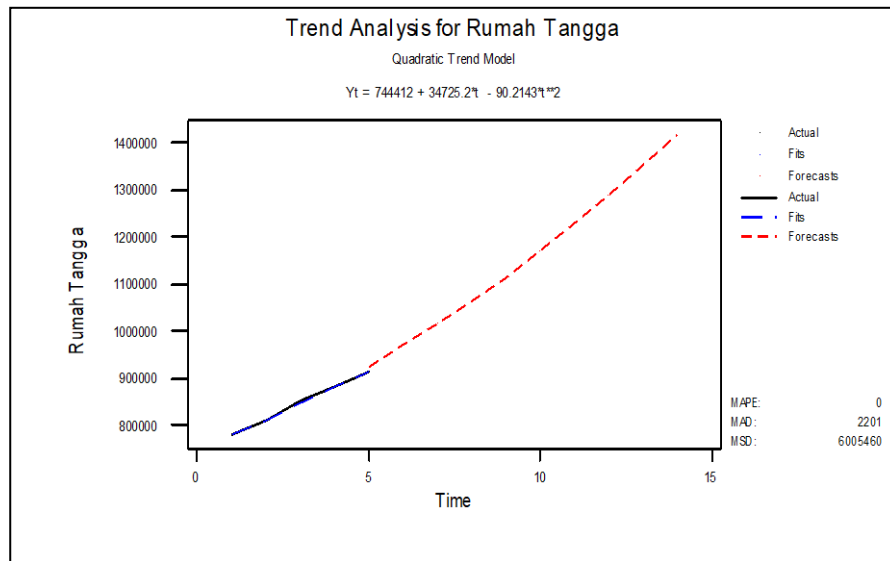
Gambar berikut ini menunjukkan tren pertumbuhan rumah tangga (yang diwakili oleh KK) sampai 15 tahun kedepan yang dimulai 2002-2016.



Gambar. 4.7. Tren analisis Jumlah rumah tangga Jakarta Selatan

- Depok

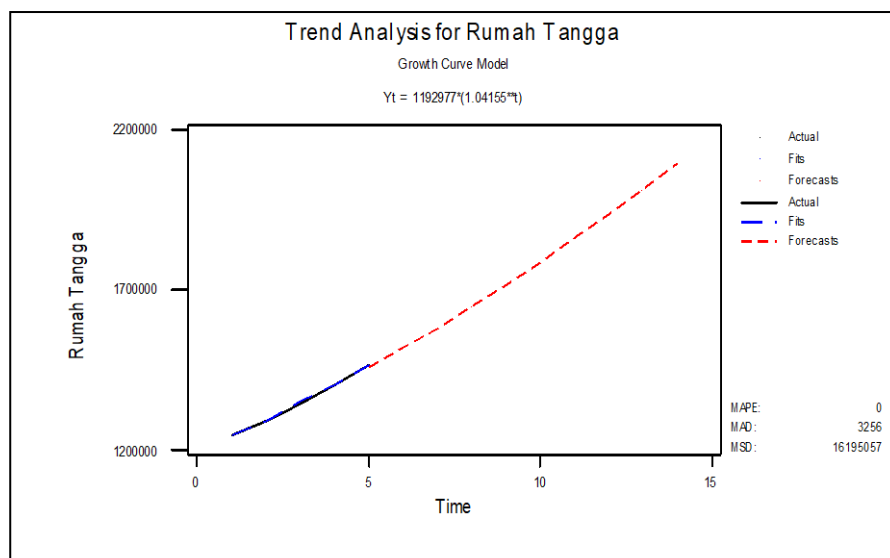
Gambar berikut ini menunjukkan tren pertumbuhan rumah tangga (yang diwakili oleh KK) sampai 15 tahun kedepan yang dimulai 2002-2016.



Gambar. 4.8. Tren analisis Jumlah rumah tangga Depok

- Bekasi

Gambar berikut ini menunjukkan tren pertumbuhan rumah tangga (yang diwakili oleh KK) sampai 15 tahun kedepan yang dimulai 2002-2016.

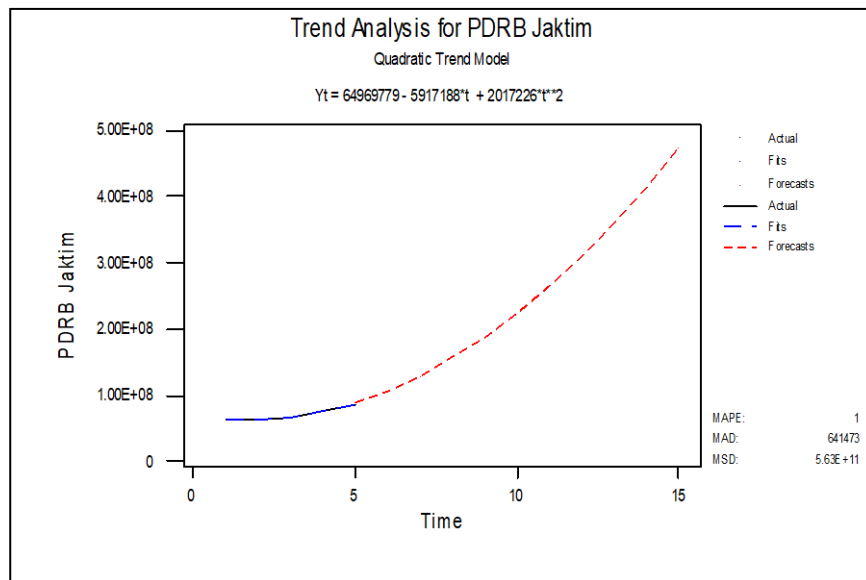


Gambar. 4.9. Tren analisis Jumlah rumah tangga Jakarta Timur

1.3. Variabel PDRB

- PDRB Jakarta Timur

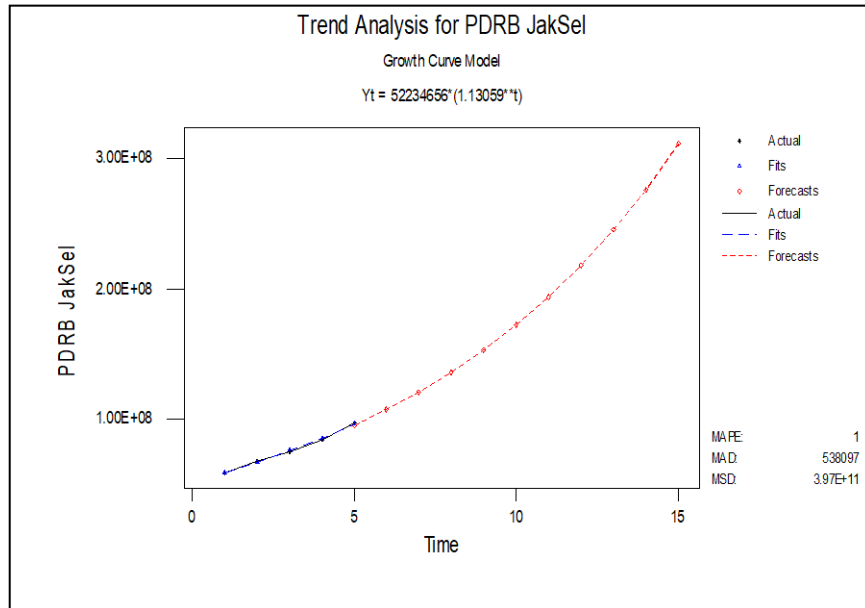
Gambar berikut ini menunjukkan tren pertumbuhan PDRB sampai 15 tahun kedepan yang dimulai 2002-2016.



Gambar. 4.10. Tren analisis PDRB Jakarta Timur

- PDRB Jakarta Selatan

Gambar berikut ini menunjukkan tren pertumbuhan PDRB sampai 15 tahun kedepan yang dimulai 2002-2016.



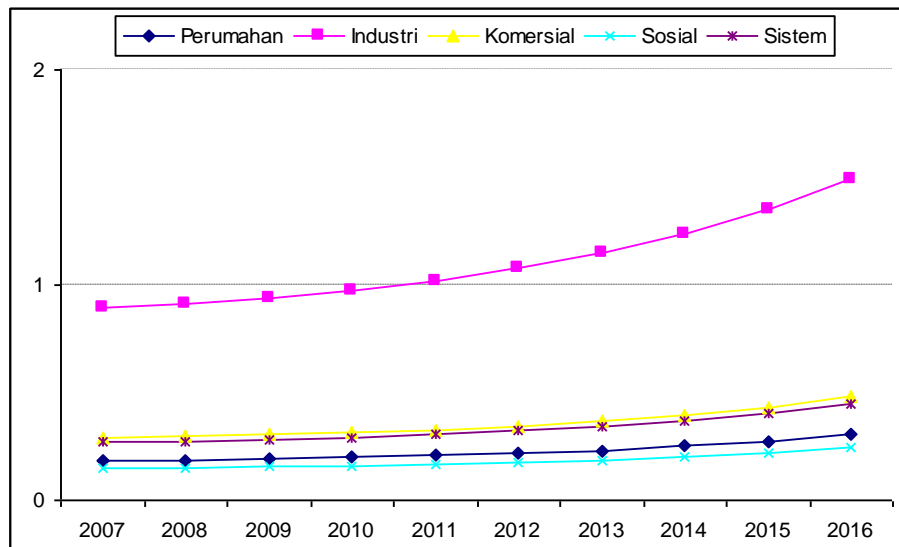
Gambar. 4.11. Tren analisis PDRB Jakarta Selatan

2. *Ramalan Kerapatan Beban*

Berdasarkan hasil tren setiap variabel yang diperoleh diatas, selanjutnya digunakan untuk melakukan peramalan kerapatan beban. Hasilnya ramalannya seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel. 4.7. Kerapatan Beban per sektor Cluster 1

Tahun	Rho rumah (MVA/Km ²)	Rho Industri (MVA/Km ²)	Rho Komersial (MVA/Km ²)	Rho Sosial (MVA/Km ²)	Rho Sistem (MVA/Km ²)
2007	0.18	0.90	0.29	0.15	0.27
2008	0.19	0.92	0.29	0.15	0.27
2009	0.19	0.94	0.30	0.16	0.28
2010	0.20	0.98	0.31	0.16	0.29
2011	0.21	1.02	0.33	0.17	0.31
2012	0.22	1.07	0.35	0.18	0.32
2013	0.23	1.15	0.37	0.19	0.34
2014	0.25	1.23	0.40	0.20	0.37
2015	0.27	1.35	0.43	0.22	0.40
2016	0.30	1.50	0.48	0.25	0.45



Gambar. 4.12. Kurva Kerapatan Beban (MVA/Km²) per sektor Cluster 1

Step 4. Perhitungan Pertumbuhan Beban di Setiap Kelurahan

Hasil ramalan kerapatan beban per tahun yang diperoleh pada cluster ini, selanjutnya digunakan untuk menghitung kerapatan beban masing-masing sektor pada cluster yang sama. Kerapatan setiap sektor yang diperoleh, selanjutnya digunakan untuk menentukan besarnya daya per sektor per kelurahan dengan mengalikan kerapatan beban per sektor dengan luas sektor dari setiap kelurahan pada cluster tersebut. Sedangkan perubahan luas sektor per tahun disesuaikan dengan rencana tata ruang dan tata wilayahnya. (Hasil ramalan daya puncak per sektor per kelurahan tiap tahun dapat dilihat pada lampiran 2).

Proses selanjutnya adalah melakukan perhitungan daya total kelurahan dengan menjumlahkan daya pada masing-masing sektor (perumahan, komersial, industri dan sosial) pada kelurahan tersebut. Secara matematis dapat dituliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$P_{Total\ Kelurahan}(t) = C_f (P_R(t) + P_B(t) + P_I(t) + P_S(t)) \quad (4.2)$$

Dimana : C_f : Coincident faktor

Sehingga diperoleh hasil prakiraan total daya puncak per kelurahan tiap tahun adalah sebagai berikut :

Tabel. 4.8. Hasil perhitungan beban puncak (MVA) per kelurahan cluster-1

Kelurahan	Tahun									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)
Kranji	0.95	0.98	1.01	1.04	1.09	1.15	1.22	1.32	1.44	1.59
Bintara Jaya	0.90	0.92	0.94	0.98	1.02	1.08	1.15	1.24	1.35	1.50
Jakasampurna	1.99	2.04	2.10	2.17	2.27	2.39	2.55	2.75	3.00	3.33
Pekayon Jaya	1.63	1.67	1.72	1.78	1.86	1.96	2.08	2.25	2.46	2.72
Jatiwaringin	1.26	1.29	1.33	1.38	1.44	1.51	1.61	1.74	1.90	2.11
Jatibening	0.97	0.99	1.02	1.05	1.10	1.16	1.24	1.33	1.46	1.61
Jatimakmur	1.57	1.60	1.65	1.71	1.79	1.88	2.01	2.16	2.36	2.62
Jatimekar	1.43	1.47	1.51	1.56	1.63	1.72	1.83	1.98	2.16	2.39
Jatiasih*	1.84	1.89	1.94	2.01	2.10	2.21	2.36	2.54	2.78	3.08
Jatikramat	1.62	1.66	1.70	1.76	1.84	1.94	2.07	2.23	2.44	2.70
Jatiluhur	1.85	1.89	1.95	2.02	2.10	2.22	2.36	2.55	2.78	3.09
KJatisari	1.75	1.79	1.84	1.91	1.99	2.10	2.24	2.41	2.64	2.92
Curug	7.09	7.26	7.47	7.74	8.08	8.51	9.07	9.78	10.69	11.85
Sukatani	19.56	20.01	20.59	21.32	22.27	23.47	25.01	26.97	29.47	32.66
Harjamukti	19.02	19.46	20.02	20.74	21.66	22.83	24.32	26.23	28.66	31.76
Cisalak Pasar	6.33	6.47	6.66	6.90	7.20	7.59	8.09	8.72	9.53	10.57
Mekarsari	11.50	11.77	12.11	12.54	13.10	13.81	14.71	15.86	17.33	19.21
Tugu	19.33	19.77	20.34	21.07	22.01	23.19	24.71	26.65	29.12	32.27
Pasir gnung Seltan	17.79	18.20	18.73	19.40	20.26	21.35	22.75	24.53	26.81	29.71

Dengan menggunakan metodologi yang sama pada cluster 1, maka untuk cluster 2 3,4,5 dan 6 diperoleh hasil sebagai berikut:

Cluster 2

1. Analisa Komponen Utama dan Analisa Faktor

Tabel. 4.9. Keragaman Komponen Yang Diterangkan Cluster 2

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.756	47.563	47.563	4.756	47.563	47.563	3.657	36.570	36.570
2	3.202	32.020	79.583	3.202	32.020	79.583	3.533	35.326	71.895
3	1.916	19.164	98.747	1.916	19.164	98.747	2.685	26.852	98.747
4	.112	1.120	99.867						
5	.012	.122	99.989						
6	.001	.011	100.000						
7	.000	.000	100.000						
8	.000	.000	100.000						
9	.000	.000	100.000						
10	.000	.000	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Tabel. 4.10. Komponen Cluster 2

Variabel	Komponen		
	1	2	3
Rmh_Tangga	-.358	.829	.419
L_Prmhan	-.199	.979	-.031
L_Industri	.003	.085	.991
L_Kmrsil	.978	-.056	-.148
L_Sosial	.807	-.441	.372
PDRB	.484	.719	.472
BR_Prmhn	-.199	.979	-.031
BR_Indstr	.003	.085	.991
BR_Kmrsl	.978	-.055	-.148
BR_Sosial	.807	-.441	.372

Dari hasil pengolahan AKU tersebut, selanjutnya dapat dikelompokkan AKU beserta faktor-faktor yang ada didalamnya seperti tabel dibawah ini:

Tabel. 4.11. Hasil AKU dan Analisa Faktor Cluster 2

Cluster	Komponen Utama		
	Komponen 1	Komponen 2	Komponen 3
2	Beban Komersial Luas Komersial Beban Sosial Luas Sosial	Beban Perumahan Luas Perumahan Rumah Tangga PDRB	Beban Industri Luas Industri

2. Pembentukan Model

Berdasarkan hasil AKU dan analisa faktor yang dilakukan sebelumnya. Sehingga diperoleh model sebagai berikut :

$$\text{Load_Dnst} = 19.6 - 0.000141 \cdot \text{RT} - 0.0184 \cdot \text{L_Sosial} + 0.00277 \cdot \text{BR_Bsns} + 0.00733 \cdot \text{BR_Indstri}$$

Model regresi linear berganda yang terbentuk pada cluster ini, menghasilkan nilai statistik uji F sebesar 3592.15 dengan tingkat signifikan 0.000 (<0.05). Ini berarti bahwa model yang diperoleh memadai.

3. Analisa Korelasi

Dari hasil analisa nilai korelasi masing-masing variabel terhadap nilai respon (kerapatan beban) diperoleh variabel-variabel memiliki yang cukup erat dengan initial respon, yakni :

- ✓ Luas Sosial (Tata guna lahan)
- ✓ Rumah Tangga (Demografi)
- ✓ Beban rata-rata Industri (kelistrikan)
- ✓ Beban rata-rata Komersial (kelistrikan)

Hasil perhitungan memperlihatkan variabel-variabel tersebut sudah dapat menjelaskan keragaman dari nilai rating sebesar **100 %**. Secara statistik nilai ini sudah menunjukkan hasil yang baik.

4. Uji Variabel

Tabel. 4.12. Hasil uji variabel Cluster 2

Model	t-test	sig.	VIF
(Konstanta)	505.25	0.000	
L_Industri	-26.83	0.001	5.5
L_Sosial	-14.84	0.005	9.3
BR_Industri	62.48	0.000	6.8
BR_Komersial	25.51	0.002	5.4

Step 3. Proses Ramalan Kerapatan Beban

1. Trend Variabel

Selanjutnya untuk mendapatkan pertumbuhan kerapatan beban tiap tahun berdasarkan model yang diperoleh sebelumnya, maka terlebih dahulu perlu dihitung trend masing-masing variabel (kecuali variabel tata guna lahan) untuk memperoleh model pertumbuhan tiap tahun dari setiap variabel tersebut. Adapun pemilihan trend terbaik dari setiap variabel adalah berdasarkan nilai error yang paling kecil. Hasil trend yang digunakan pada model ini mengacu pada model trend yang diperoleh sebelumnya.

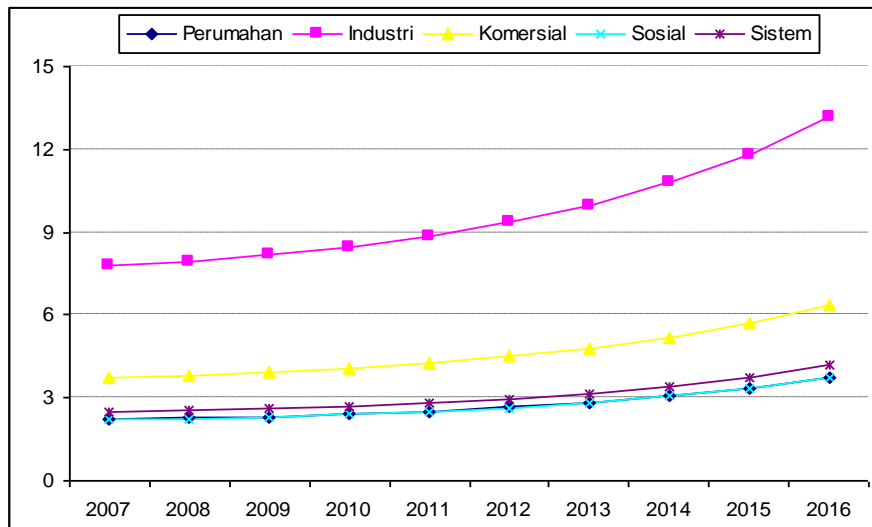
Untuk trend perubahan variabel tata guna lahan berdasarkan rencana tata RT/RW dari daerah yang bersangkutan. Berhubung data RT/RW yang tersedia hanya sampai tahun 2010, maka untuk perubahan tata guna lahan antara tahun 2011-2016 dilihat pola kecenderungan perkembangan wilayah dari tahun sebelumnya.

2. Perhitungan Pertumbuhan Kerapatan Beban

Berdasarkan model kerapatan beban pada cluster ini, maka selanjutnya dapat dihitung ramalan pertumbuhan kerapatan beban berdasarkan trend variabelnya. Hasil perhitungan seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel. 4.13. Kerapatan Beban per sektor Cluster 2

Tahun	Rho rumah (MVA/Km²)	Rho Industri (MVA/Km²)	Rho Komersial (MVA/Km²)	Rho Sosial (MVA/Km²)	Rho Sistem (MVA/Km²)
2007	2.21	7.78	3.75	2.20	2.47
2008	2.26	7.96	3.83	2.25	2.53
2009	2.32	8.19	3.94	2.32	2.60
2010	2.41	8.48	4.08	2.40	2.69
2011	2.52	8.86	4.27	2.51	2.82
2012	2.66	9.35	4.50	2.65	2.97
2013	2.83	9.98	4.80	2.82	3.17
2014	3.06	10.79	5.19	3.05	3.43
2015	3.36	11.82	5.69	3.35	3.76
2016	3.74	13.15	6.33	3.72	4.18



Gambar. 4.13. Kurva Kerapatan Beban (MVA/km²) per sektor Cluster 2

Step 4. Perhitungan Pertumbuhan Beban di Setiap Kelurahan

Hasil ramalan kerapatan beban per tahun yang diperoleh pada cluster ini, selanjutnya digunakan untuk menghitung kerapatan beban masing-masing sektor pada cluster yang sama. (Hasil ramalan daya puncak per sektor per kelurahan tiap tahun dapat dilihat pada lampiran 3). Sedangkan rekapitulasi hasil ramalan total daya puncak per kelurahan tiap tahun adalah sebagai berikut :

Tabel. 4. 14. Hasil perhitungan beban puncak (MVA) per kelurahan cluster-2

Kelurahan	Tahun									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)
Cip. Besar Utara	4.06	4.15	4.27	4.43	4.62	4.88	5.21	5.63	6.17	6.86
Palmeriam	2.30	2.35	2.41	2.50	2.61	2.76	2.94	3.18	3.49	3.88
Utah Kayu Utara	3.71	3.79	3.90	4.04	4.22	4.46	4.76	5.14	5.63	6.27
Pancoran	4.30	4.40	4.52	4.69	4.90	5.17	5.51	5.96	6.53	7.27
Kebon Baru	4.59	4.70	4.83	5.00	5.23	5.52	5.89	6.36	6.98	7.76
Bukit Duri	3.81	3.90	4.01	4.16	4.34	4.58	4.89	5.29	5.80	6.45
Manggarai Selatan	1.80	1.84	1.90	1.96	2.05	2.16	2.31	2.50	2.74	3.05

Cluster 3

1. Analisa Komponen Utama dan Analisa Faktor

Tabel. 4.15. Keragaman Komponen Yang Diterangkan Cluster 3

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5.256	52.564	52.564	5.256	52.564	52.564	4.814	48.138	48.138
2	2.024	20.237	72.802	2.024	20.237	72.802	2.011	20.108	68.246
3	1.296	12.960	85.762	1.296	12.960	85.762	1.752	17.516	85.762
4	.937	9.371	95.133						
5	.486	4.857	99.989						
6	.001	.011	100.000						
7	.000	.000	100.000						
8	.000	.000	100.000						
9	.000	.000	100.000						
10	.000	.000	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Tabel. 4.16. Komponen Cluster 3

Variabel	Komponen		
	1	2	3
Rmh_Tangga	-.053	.059	.878
L_Prmhan	.659	.022	.669
L_Industri	.009	.997	.035
L_Kmrsil	.982	-.010	.117
L_Sosial	.982	-.011	.115
PDRB	.288	.136	-.168
BR_Prmhn	.659	.022	.669
BR_Indstr	.009	.997	.035
BR_Kmrsl	.982	-.010	.117
BR_Sosial	.982	-.011	.115

Dari hasil pengolahan AKU tersebut, selanjutnya dapat dikelompokkan AKU

beserta faktor-faktor yang ada didalamnya seperti tabel dibawah ini:

Tabel. 4.17. Hasil AKU dan Analisa Faktor Cluster 3

Cluster	Komponen Utama		
	Komponen 1	Komponen 2	Komponen 3
3	Beban Komersial Luas Komersial Beban Sosial Luas Sosial PDRB	Beban Industri Luas Industri	Rumah Tangga Beban Perumahan Luas Perumahan

2. *Pembentukan Model*

Pada tahap ini dilakukan pemodelan terhadap seluruh variabel berdasarkan hasil AKU dan analisa faktor yang dilakukan sebelumnya. Sehingga diperoleh model sebagai berikut :

$$\text{Load_Dnst} = 20.4 + 0.000000*RT - 0.00769*L_Prumhn + 0.00261*PDRB \\ + 0.00227*BR_Indstri + 0.000431*BR_Bsns$$

Model regresi linear berganda yang terbentuk pada cluster ini, menghasilkan nilai statistik uji F sebesar 75.95 dengan tingkat signifikan 0.000 (<0.05). Ini berarti bahwa model yang diperoleh memadai dan menunjukkan beberapa variabel yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap nilai rating

3. *Analisa Korelasi*

Hasil analisa nilai korelasi masing-masing variabel terhadap nilai respon (kerapatan beban) diperoleh variabel-variabel memiliki korelasi yang cukup erat dengan kerapatan beban, yakni :

- ✓ Luas Perumahan (tata guna lahan)
- ✓ Rumah Tangga (Demografi)
- ✓ PDRB (Ekonomi)
- ✓ Beban rata-rata Industri (Kelistrikan)
- ✓ Beban rata-rata Komersial (kelistrikan)

Hasil perhitungan memperlihatkan variabel-variabel tersebut sudah dapat menjelaskan keragaman dari nilai rating sebesar 89.4 %. Secara statistik nilai ini sudah menunjukkan hasil yang baik.

4. Uji Variabel

untuk untuk menguji variabel-variabel utama apakah model matematis tersebut sudah *layak* secara statistik. yaitu dengan uji F (uji variabel), uji t (uji koefisien variabel) dan pemeriksaan multikolinearitas seperti yang dijelaskan sebelumnya.

Tabel. 4.18. Hasil uji variabel Cluster 3

Model	t-test	sig.	VIF
(Konstanta)	50.73	0.000	
RT	0.01	0.994	1.3
L_Perumahan	-4.22	0.000	2.4
PDRB	1.31	0.199	1.0
BR_Industri	18.73	0.000	1.0
BR_Komersial	4.81	0.000	2.0

Step 3. Perhitungan Pertumbuhan Kerapatan Beban

1. Trend Variabel

Selanjutnya untuk mendapatkan pertumbuhan kerapatan beban tiap tahun berdasarkan model yang diperoleh sebelumnya, maka terlebih dahulu perlu dihitung trend masing-masing variabel untuk memperoleh model pertumbuhan tiap tahun dari setiap variabel tersebut. Adapun pemilihan trend terbaik dari setiap variabel adalah berdasarkan nilai error yang paling kecil. Hasil trend yang digunakan pada model ini mengacu pada model trend yang diperoleh sebelumnya.

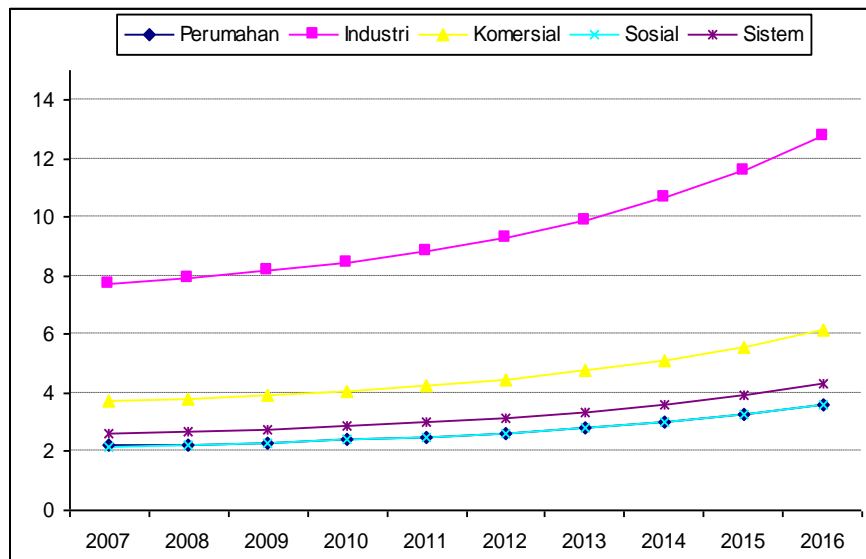
Untuk trend perubahan variabel Tata guna lahan berdasarkan RT/RW dari daerah yang bersangkutan. Berhubung data RT/RW yang tersedia hanya sampai tahun 2010, maka untuk perubahan tata guna lahan antara tahun 2011-2016 dilihat pola kecenderungan perkembangan wilayah dari tahun sebelumnya.

2. Perhitungan Pertumbuhan Kerapatan Beban

Berdasarkan model kerapatan beban pada cluster ini, maka selanjutnya dapat dihitung prakiraan pertumbuhan kerapatan beban berdasarkan trend variabelnya. Hasil perhitungan seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel. 4.19. Kerapatan Beban per sektor Cluster 3

Tahun	Rho rumah (MVA/Km ²)	Rho Industri (MVA/Km ²)	Rho Komersial (MVA/Km ²)	Rho Sosial (MVA/Km ²)	Rho Sistem (MVA/Km ²)
2007	2.20	7.73	3.72	2.19	2.62
2008	2.25	7.92	3.81	2.24	2.68
2009	2.32	8.16	3.93	2.31	2.76
2010	2.40	8.45	4.07	2.39	2.87
2011	2.51	8.83	4.25	2.50	2.99
2012	2.64	9.30	4.48	2.63	3.15
2013	2.81	9.90	4.76	2.80	3.36
2014	3.02	10.65	5.13	3.01	3.61
2015	3.29	11.60	5.58	3.28	3.93
2016	3.63	12.80	6.16	3.62	4.34



Gambar. 4.14. Kurva Kerapatan Beban (MVA/km²) per sektor Cluster 3

Step 4. Perhitungan Pertumbuhan Beban di Setiap Kelurahan

Hasil ramalan kerapatan beban per tahun yang diperoleh pada cluster ini, selanjutnya digunakan untuk menghitung kerapatan beban masing-masing sektor pada cluster yang sama. (Hasil ramalan daya puncak per sektor per kelurahan tiap tahun dapat dilihat pada lampiran 2). Sedangkan rekapitulasi hasil ramalan total daya puncak per kelurahan tiap tahun adalah sebagai berikut :

Tabel. 4.20. Hasil perhitungan beban puncak (MVA) per kelurahan cluster-3

Kelurahan	Tahun									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)
Rawa Bunga	3.29	3.37	3.48	3.60	3.76	3.96	4.22	4.54	4.94	5.45
Halim Perdana K	49.05	50.24	51.74	53.63	56.01	59.01	62.79	67.56	73.58	81.18
Cipinang Melayu	9.47	9.70	9.99	10.36	10.82	11.40	12.13	13.05	14.21	15.68
Pekayon	11.76	12.04	12.40	12.86	13.43	14.15	15.05	16.19	17.64	19.46
Kalisari	10.82	11.08	11.42	11.83	12.36	13.02	13.85	14.90	16.23	17.91
Baru	7.08	7.25	7.47	7.74	8.08	8.52	9.06	9.75	10.62	11.71
Cijantung	8.87	9.09	9.36	9.70	10.13	10.68	11.36	12.22	13.31	14.69
Pondok Bambu	18.68	19.14	19.71	20.43	21.34	22.48	23.92	25.73	28.03	30.92
Duren Sawit	17.15	17.56	18.09	18.75	19.58	20.63	21.95	23.62	25.72	28.38
Pondok Kelapa	21.42	21.94	22.59	23.42	24.46	25.77	27.42	29.50	32.13	35.45
Pondok Kopi	7.71	7.90	8.14	8.43	8.81	9.28	9.87	10.62	11.57	12.77
Malaka Sari	5.17	5.29	5.45	5.65	5.90	6.22	6.61	7.12	7.75	8.55
Klender	11.53	11.81	12.16	12.61	13.17	13.87	14.76	15.88	17.30	19.08
Kebon Manggis	2.92	2.99	3.08	3.19	3.34	3.51	3.74	4.02	4.38	4.83
Cibubur	16.85	17.26	17.77	18.42	19.24	20.27	21.57	23.21	25.28	27.89
K Dua Wetan	12.62	12.92	13.31	13.80	14.41	15.18	16.15	17.38	18.93	20.88
Ciracas	14.71	15.07	15.52	16.09	16.80	17.70	18.84	20.27	22.07	24.35
Susukan	8.20	8.40	8.65	8.97	9.36	9.86	10.50	11.29	12.30	13.57
Rambutan	7.82	8.02	8.26	8.56	8.94	9.41	10.02	10.78	11.74	12.95
Pisangan Timur	6.74	6.90	7.11	7.37	7.70	8.11	8.63	9.28	10.11	11.15
Bale Kembang	6.25	6.41	6.60	6.84	7.14	7.52	8.01	8.61	9.38	10.35
Batu Ampar	9.55	9.78	10.07	10.44	10.90	11.49	12.22	13.15	14.32	15.80
Kamp. Tengah	7.60	7.79	8.02	8.31	8.68	9.14	9.73	10.47	11.40	12.58
Duku	7.41	7.59	7.82	8.11	8.47	8.92	9.49	10.21	11.12	12.27
Kramat Jati	5.69	5.83	6.00	6.22	6.50	6.85	7.29	7.84	8.54	9.42
Cililitan	6.74	6.90	7.11	7.37	7.70	8.11	8.63	9.28	10.11	11.15
Cawang	6.70	6.87	7.07	7.33	7.65	8.06	8.58	9.23	10.05	11.09
Pdk Ranggon	16.74	17.14	17.66	18.30	19.11	20.14	21.43	23.05	25.11	27.70
Cilangkap	16.10	16.49	16.98	17.61	18.39	19.37	20.61	22.18	24.15	26.65
Munjul	7.12	7.29	7.51	7.79	8.13	8.57	9.12	9.81	10.68	11.79
Cipayung	11.57	11.85	12.20	12.65	13.21	13.92	14.81	15.94	17.36	19.15
Setu	11.53	11.81	12.17	12.61	13.17	13.87	14.76	15.88	17.30	19.09
Bambu apus	11.87	12.16	12.52	12.98	13.55	14.28	15.19	16.35	17.80	19.64
Ceger	13.59	13.92	14.34	14.86	15.52	16.35	17.40	18.72	20.39	22.49
Cipinang	5.77	5.91	6.08	6.30	6.58	6.94	7.38	7.94	8.65	9.54
Jatinegara Kaum	4.61	4.72	4.86	5.04	5.26	5.54	5.90	6.34	6.91	7.62
Jati	8.09	8.28	8.53	8.84	9.24	9.73	10.35	11.14	12.13	13.39
Rawamangun	9.73	9.97	10.27	10.64	11.12	11.71	12.46	13.41	14.60	16.11
Kayu Putih	16.36	16.76	17.26	17.89	18.68	19.68	20.94	22.53	24.54	27.07
Pulo Gadung	7.19	7.36	7.58	7.86	8.21	8.65	9.20	9.90	10.78	11.90
Lubang Buaya	13.93	14.27	14.69	15.23	15.91	16.76	17.83	19.18	20.89	23.05
Cipedak	14.86	15.23	15.68	16.25	16.97	17.88	19.03	20.47	22.30	24.60
Srengseng Sawah	25.27	25.89	26.66	27.64	28.86	30.41	32.36	34.81	37.92	41.83
Ciganjur	13.14	13.46	13.86	14.37	15.01	15.81	16.82	18.10	19.71	21.75
Jagakarsa	18.16	18.60	19.16	19.86	20.74	21.85	23.25	25.01	27.24	30.05

Kelurahan	Tahun									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)
Lenteng Agung	8.54	8.74	9.01	9.33	9.75	10.27	10.93	11.76	12.81	14.13
Duren Tiga	7.19	7.36	7.58	7.86	8.21	8.65	9.20	9.90	10.78	11.90
Pangadegan	3.53	3.61	3.72	3.86	4.03	4.24	4.51	4.86	5.29	5.84
Cikoko	2.71	2.78	2.86	2.96	3.10	3.26	3.47	3.73	4.07	4.49
Tebet Barat	6.44	6.60	6.79	7.04	7.35	7.75	8.24	8.87	9.66	10.66
Tebet Timur	5.20	5.33	5.49	5.69	5.94	6.26	6.66	7.16	7.80	8.61

Cluster 4

1. Analisa Komponen Utama dan Analisa Faktor

Tabel. 4.21. Keragaman Komponen Yang Diterangkan Cluster 4

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5.763	57.631	57.631	5.763	57.631	57.631	5.321	53.209	53.209
2	2.237	22.372	80.003	2.237	22.372	80.003	2.347	23.471	76.680
3	1.288	12.882	92.885	1.288	12.882	92.885	1.620	16.205	92.885
4	.452	4.523	97.407						
5	.201	2.013	99.420						
6	.058	.580	100.000						
7	.000	.000	100.000						
8	.000	.000	100.000						
9	.000	.000	100.000						
10	.000	.000	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Tabel. 4.22. Komponen Cluster 4

Variabel	Komponen		
	1	2	3
Rmh_Tangga	-.393	.195	-.547
L_Prmhan	.368	.915	-.064
L_Industri	-.142	.095	.957
L_Kmrsl	.926	.352	-.040
L_Sosial	.926	.352	-.040
PDRB	.358	.852	.301
BR_Prmhn	.368	.915	-.064
BR_Indstr	-.141	.096	.957
BR_Kmrsl	.926	.352	-.040
BR_Sosial	.926	.352	-.040

Dari hasil pengolahan AKU tersebut, selanjutnya dapat dikelompokkan AKU beserta faktor-faktor yang ada didalamnya seperti tabel dibawah ini:

Tabel. 4.23. Hasil AKU dan Analisa Faktor Cluster 4

Cluster	Komponen Utama		
	Komponen 1	Komponen 2	Komponen 3
4	Bebas Komersial Luas Komersial Beban Sosial Luas Sosial	Beban Permahan Luas Perumahan PDRB	Beban Industri Luas Industri Rumah Tangga

2. Pembentukan Model

Berdasarkan hasil uji AKU dan analisa faktor yang dilakukan sebelumnya.

Sehingga diperoleh model sebagai berikut :

$$\text{Load_Dnst} = 20.6 - 0.00719 * L_Prumhn - 0.00237 * PDRB + 0.00309 * BR_Industr + 0.00144 * BR_Bsns$$

Model regresi linear berganda yang terbentuk pada cluster ini, menghasilkan nilai statistik uji F sebesar 27.63 dengan tingkat signifikan 0.001 (< 0.05). Ini berarti bahwa model yang diperoleh memadai dan menunjukkan beberapa variabel yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap nilai rating

3. Analisa Korelasi

Hasil analisa nilai korelasi masing-masing variabel terhadap nilai respon (kerapatan beban) diperoleh variabel-variabel yang memiliki korelasi cukup erat dengan kerapatan beban, yakni :

- ✓ Rumah Tangga (Demografi)
- ✓ Luas Perumahan (Tata guna lahan)
- ✓ Luas Sosial (tata guna lahan)
- ✓ Beban rata-rata Industri (kelistrikan)
- ✓ Beban rata-rata Komersial (Kelistrikan)

Hasil perhitungan memperlihatkan variabel-variabel tersebut sudah dapat menjelaskan keragaman dari nilai rating sebesar **95.7 %**. Secara statistik nilai ini sudah menunjukkan hasil yang baik.

4. Uji Variabel

Tabel. 4.24. Hasil uji variabel Cluster 4

Model	t-test	sig.	VIF
(Konstanta)	54.31	0.000	
L_Perumahan	-1.26	0.264	9.1
PDRB	-0.83	0.446	9.3
BR_Industri	6.66	0.001	2.4
BR_Komersial	3.70	0.014	1.8

Step 3. Perhitungan Pertumbuhan Kerapatan Beban

1. Trend Variabel

Selanjutnya untuk mendapatkan pertumbuhan kerapatan beban tiap tahun berdasarkan model yang diperoleh sebelumnya, maka terlebih dahulu perlu dihitung trend masing-masing variabel (kecuali variabel tata guna lahan) untuk memperoleh model pertumbuhan tiap tahun dari setiap variabel tersebut. Adapun pemilihan trend terbaik dari setiap variabel adalah berdasarkan nilai error yang paling kecil. Hasil trend yang digunakan pada model ini mengacu pada model trend yang diperoleh sebelumnya.

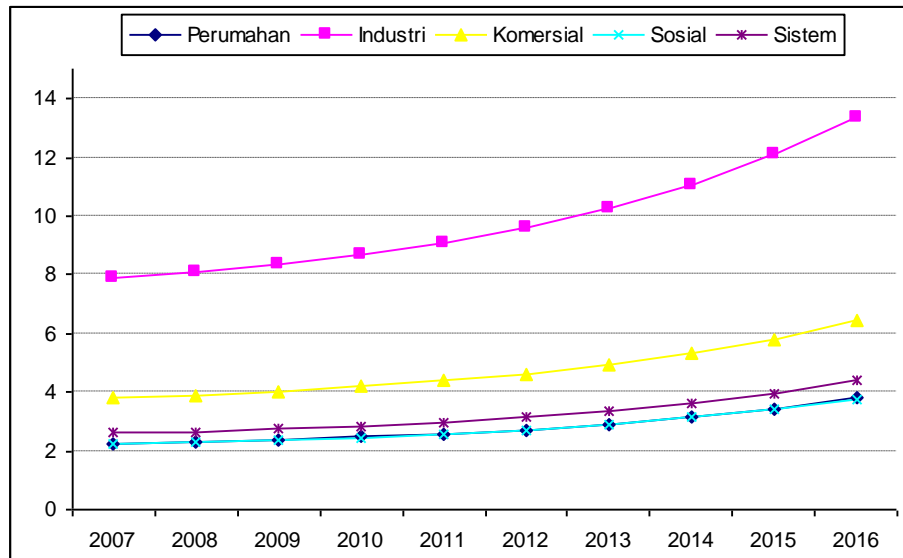
Untuk trend perubahan variabel tata guna lahan didasarkan pada rencana RT/RW dari daerah yang bersangkutan. Berhubung data RT/RW yang tersedia hanya sampai tahun 2010, maka untuk perubahan tata guna lahan antara tahun 2011-2016 dilihat pola kecenderungan perkembangan wilayah dari tahun sebelumnya.

2. Perhitungan Pertumbuhan Kerapatan Beban

Berdasarkan model kerapatan beban pada cluster ini, maka selanjutnya dapat dihitung ramalan pertumbuhan kerapatan beban berdasarkan trend variabelnya, seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel. 4.25. Kerapatan Beban per sektor Cluster 4

Tahun	Rho rumah (MVA/Km ²)	Rho Industri (MVA/Km ²)	Rho Komersial (MVA/Km ²)	Rho Sosial (MVA/Km ²)	Rho Sistem (MVA/Km ²)
2007	2.25	7.92	3.82	2.24	2.60
2008	2.31	8.12	3.91	2.30	2.66
2009	2.38	8.37	4.03	2.37	2.75
2010	2.47	8.69	4.19	2.46	2.85
2011	2.58	9.10	4.38	2.57	2.98
2012	2.73	9.60	4.62	2.72	3.15
2013	2.91	10.25	4.93	2.90	3.36
2014	3.14	11.06	5.32	3.13	3.63
2015	3.43	12.08	5.82	3.42	3.96
2016	3.80	13.37	6.44	3.78	4.38



Gambar. 4.15. Kurva Kerapatan Beban (MVA/km²) per sektor Cluster 4

Step 4. Perhitungan Pertumbuhan Beban di Setiap Kelurahan

Hasil ramalan kerapatan beban per tahun yang diperoleh pada cluster ini, selanjutnya digunakan untuk menghitung kerapatan beban masing-masing sektor pada cluster yang sama. (Hasil ramalan daya puncak per sektor per kelurahan tiap

tahun dapat dilihat pada lampiran 2). Sedangkan rekapitulasi hasil ramalan total daya puncak per kelurahan tiap tahun adalah sebagai berikut :

Tabel. 4.26. Hasil perhitungan beban puncak (mva) per kelurahan cluster-4

Kelurahan	Tahun									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)
Bidara Cina	4.68	4.80	4.94	5.13	5.37	5.67	6.05	6.53	7.13	7.89
Cip. Cempedak	6.20	6.36	6.55	6.80	7.12	7.51	8.02	8.65	9.45	10.46
Cipinang Muara	10.77	11.04	11.38	11.81	12.36	13.05	13.92	15.02	16.41	18.16
Balimester	2.49	2.55	2.63	2.73	2.86	3.02	3.22	3.47	3.79	4.20
Makasar	6.87	7.04	7.26	7.53	7.88	8.33	8.88	9.58	10.47	11.59
Kebon Pala	8.50	8.71	8.98	9.33	9.76	10.30	10.99	11.86	12.96	14.34
Utan Kayu Selatan	4.16	4.26	4.39	4.56	4.77	5.04	5.38	5.80	6.34	7.01
Ragunan	18.75	19.22	19.81	20.57	21.52	22.73	24.25	26.16	28.58	31.62
Kebagusan	8.39	8.60	8.87	9.20	9.63	10.17	10.85	11.71	12.79	14.15
Pasar Minggu	10.36	10.62	10.95	11.36	11.89	12.55	13.39	14.45	15.79	17.47

Cluster 5

1. Analisa Komponen Utama dan Analisa Faktor

Tabel. 4.27. Keragaman Komponen Yang Diterangkan Cluster 5

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6.064	60.639	60.639	6.064	60.639	60.639	6.041	60.414	60.414
2	3.695	36.951	97.590	3.695	36.951	97.590	3.718	37.176	97.590
3	.215	2.154	99.744						
4	.026	.256	100.000						
5	.000	.000	100.000						
6	.000	.000	100.000						
7	.000	.000	100.000						
8	.000	.000	100.000						
9	.000	.000	100.000						
10	.000	.000	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Tabel. 4.28. Komponen Cluster 5

Variabel	Componen	
	1	2
Rmh_Tangga	.964	-.184
L_Prmhan	.967	-.177
L_Industri	-.328	.936
L_Kmrsil	.964	.171
L_Sosial	.389	.920
PDRB	.930	.341
BR_Prmhn	.967	-.177
BR_Indstr	-.328	.936
BR_Kmrsl	.964	.171
BR_Sosial	.389	.920

Dari hasil pengolahan AKU tersebut, selanjutnya dapat dikelompokkan AKU beserta faktor-faktor yang ada didalamnya seperti tabel dibawah ini:

Tabel. 4.29. Hasil AKU dan Analisa faktor Cluster 5

Cluster	Komponen Utama	
	Komponen 1	Komponen 2
5	Beban Permahan Luas Perumahan Rumah Tangga Bebas Komersial Luas Komersial PDRB	Beban Industri Luas Industri Beban Sosial Luas Sosial

2. Pembentukan Model

Berdasarkan hasil uji variabel yang dilakukan sebelumnya, diperoleh model sebagai berikut :

$$\text{Load_Dnst} = 20.5 - 0.000091*RT - 0.00119*L_Sosial - 0.0293*PDRB + 0.00470*BR_Indstri + 0.00407*BR_Bsns$$

Model regresi linear berganda yang terbentuk pada cluster ini, menghasilkan nilai statistik uji F sebesar 123.87 dengan tingkat signifikan 0.000 (<0.05). Ini berarti bahwa model yang diperoleh memadai.

3. Analisa Korelasi

Hasil analisa nilai korelasi masing-masing variabel terhadap nilai respon (kerapatan beban) diperoleh variabel-variabel memiliki yang hubungan cukup erat dengan kerapatan beban, yakni :

- ✓ Rumah Tangga (Demografi)
- ✓ Luas Sosial (Tata guna lahan)
- ✓ PDRB (Ekonomi)
- ✓ Beban rata-rata Industri (kelistrikan)
- ✓ Beban rata-rata Komersial (Kelistrikan)

Hasil perhitungan memperlihatkan variabel-variabel tersebut sudah dapat menjelaskan keragaman dari nilai rating sebesar **99.4 %**. Secara statistik nilai ini sudah menunjukkan hasil yang baik.

4. Uji Variabel

Tabel. 4.30. Hasil uji variabel Cluster 5

Model	t-test	sig.	VIF
(Konstanta)	127.46	0.000	
RT	-7.21	0.002	4.8
L_Sosial	-0.20	0.853	4.5
PDRB	-8.13	0.001	6.9
BR_Industri	11.77	0.000	3.5
BR_Komersial	11.42	0.000	9.5

Step 3. Perhitungan Pertumbuhan Kerapatan Beban

1. Trend Variabel

Selanjutnya untuk mendapatkan pertumbuhan kerapatan beban tiap tahun berdasarkan model yang diperoleh sebelumnya, maka terlebih dahulu perlu dihitung trend masing-masing variabel (kecuali variabel tata guna lahan) untuk memperoleh model pertumbuhan tiap tahun dari setiap variabel tersebut. Adapun

pemilihan trend terbaik dari setiap variabel adalah berdasarkan nilai error yang paling kecil. Hasil trend yang digunakan pada model ini mengacu pada model trend yang diperoleh sebelumnya.

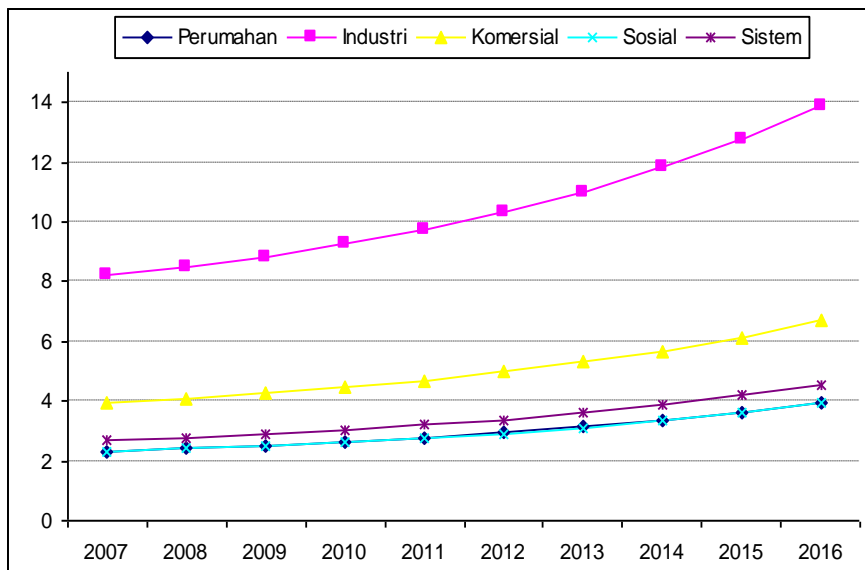
Untuk trend perubahan variabel Tata guna lahan berdasarkan RT/RW dari daerah yang bersangkutan. Berhubung data RT/RW yang tersedia hanya sampai tahun 2010, maka untuk perubahan tata guna lahan antara tahun 2011-2016 dilihat pola kecendrungan perkembangan wilayah dari tahun sebelumnya.

2. Perhitungan Pertumbuhan Kerapatan Beban

Berdasarkan model kerapatan beban pada cluster ini, maka selanjutnya dapat dihitung ramalan pertumbuhan kerapatan beban berdasarkan trend variabelnya. Hasil perhitungan seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel. 4.31. 1 Kerapatan Beban per sektor Cluster 5

Tahun	Rho rumah (MVA/Km ²)	Rho Industri (MVA/Km ²)	Rho Komersial (MVA/Km ²)	Rho Sosial (MVA/Km ²)	Rho Sistem (MVA/Km ²)
2007	2.33	8.21	3.95	2.32	2.69
2008	2.41	8.50	4.09	2.40	2.79
2009	2.51	8.84	4.26	2.50	2.90
2010	2.63	9.25	4.46	2.62	3.04
2011	2.77	9.74	4.69	2.76	3.20
2012	2.93	10.32	4.97	2.92	3.39
2013	3.13	11.01	5.30	3.12	3.61
2014	3.36	11.82	5.69	3.34	3.88
2015	3.63	12.77	6.15	3.61	4.19
2016	3.95	13.89	6.69	3.93	4.56



Gambar. 4.16. Kurva Kerapatan Beban (MVA/km²) per sektor Cluster 5

Step 4. Perhitungan Pertumbuhan Beban di Setiap Kelurahan

Hasil ramalan kerapatan beban per tahun yang diperoleh pada cluster ini, selanjutnya digunakan untuk menghitung kerapatan beban masing-masing sektor pada cluster yang sama. (Hasil ramalan daya puncak per sektor per kelurahan tiap tahun dapat dilihat pada lampiran 2). Sedangkan rekapitulasi hasil ramalan total daya puncak per kelurahan tiap tahun adalah sebagai berikut :

Tabel. 4.32. Hasil perhitungan beban puncak (MVA) per kelurahan cluster-5

Kelurahan	Tahun									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)
Malaka Jaya	3.81	3.94	4.10	4.29	4.52	4.79	5.11	5.48	5.92	6.44
Pisangan Baru	2.62	2.71	2.82	2.95	3.11	3.29	3.51	3.77	4.07	4.43
Tanjung Barat	14.04	14.53	15.12	15.83	16.66	17.65	18.82	20.21	21.83	23.75
Rawajali	5.54	5.73	5.97	6.24	6.57	6.96	7.43	7.97	8.61	9.37
Manggarai	3.65	3.78	3.94	4.12	4.34	4.59	4.90	5.26	5.68	6.18

Cluster 6

1. Analisa Komponen Utama dan Analisa Faktor

Tabel. 4.33. Keragaman Komponen Yang Diterangkan Cluster 6

Componen t	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6.511	65.111	65.111	6.511	65.111	65.111	6.251	62.506	62.506
2	2.590	25.899	91.011	2.590	25.899	91.011	2.850	28.505	91.011
3	.503	5.029	96.040						
4	.348	3.480	99.519						
5	.048	.481	100.000						
6	.000	.000	100.000						
7	.000	.000	100.000						
8	.000	.000	100.000						
9	.000	.000	100.000						
10	.000	.000	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Tabel. 4.34. Komponen Cluster 6

Variabel	Komponen	
	1	2
Rmh_Tngga	-.425	-.683
L_Prmhan	.872	-.456
L_Industri	-.202	.954
L_Kmrsil	.982	.051
L_Sosial	.982	.052
PDRB	.780	-.370
BR_Prmhn	.872	-.456
BR_Indstr	-.202	.954
BR_Kmrsl	.982	.051
BR_Sosial	.982	.051

Dari hasil pengolahan AKU tersebut, selanjutnya dapat dikelompokkan

AKU beserta faktor-faktor yang ada didalamnya seperti tabel dibawah ini:

Tabel. 4.35. Hasil AKU dan Analisa faktor Cluster 6

Cluster	Komponen Utama	
	Komponen 1	Komponen 2
6	Beban Sosial Luas Sosial Bebas Komersial Luas Komersial Beban Permahan Luas Perumahan PDRB	Beban Industri Luas Industri Rumah Tangga

2. Pembentukan Model

Berdasarkan hasil uji variabel yang dilakukan sebelumnya. Sehingga diperoleh model sebagai berikut :

$$\text{Load_Density} = 20.8 - 0.000113*RT - 0.00561*L_Prumhn - 0.0201*L_Sosial + 0.000232*PDRB + 0.00835*BR_Indstri + 0.00046*BR_Bsns$$

Model regresi linear berganda yang terbentuk pada cluster ini, menghasilkan nilai statistik uji F sebesar 9.38 dengan tingkat signifikan 0.003 (<0.05). Ini berarti bahwa model yang diperoleh memadai dan menunjukkan beberapa variabel yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap nilai rating.

3. Analisa Korelasi

Dari hasil analisa nilai korelasi masing-masing variabel terhadap nilai respon (kerapatan beban) diperoleh variabel-variabel memiliki yang hubungan cukup erat dengan initial respon, yakni :

- ✓ Rumah tangga (Demografi)
- ✓ PDRB (Ekonomi)
- ✓ Beban rata-rata industri (kelistrikan)
- ✓ Beban rata-rata komersial (Kelistrikan)

Hasil perhitungan memperlihatkan variabel-variabel tersebut sudah dapat menjelaskan keragaman dari nilai rating sebesar **87.6 %**. Secara statistik nilai ini sudah menunjukkan hasil yang baik.

4. Uji Variabel

Tabel. 4.36. Hasil uji variabel Cluster 6

Model	t-test	sig.	VIF
(Konstanta)	30.45	0.000	
RT	-1.49	0.175	1.6
L_Prumahan	-0.78	0.456	8.7
L_Sosial	-1.73	0.123	1.8
PDRB	0.44	0.669	7.0
BR_Industri	3.49	0.008	3.0
BR_Komersial	0.40	0.698	5.8

Step 3. Perhitungan Pertumbuhan Kerapatan Beban

1. Trend Variabel

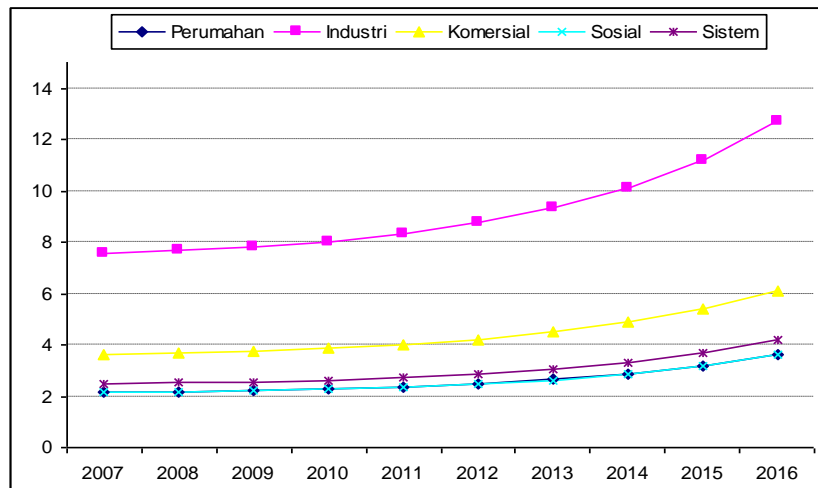
Selanjutnya untuk mendapatkan pertumbuhan kerapatan beban tiap tahun berdasarkan model yang diperoleh sebelumnya, maka terlebih dahulu perlu dihitung trend masing-masing variabel (kecuali variabel tata guna lahan) untuk memperoleh model pertumbuhan tiap tahun dari setiap variabel tersebut. Adapun pemilihan trend terbaik dari setiap variabel adalah berdasarkan nilai error yang paling kecil. Hasil trend yang digunakan pada model ini mengacu pada model trend yang diperoleh sebelumnya.

Untuk trend perubahan variabel tata guna lahan berdasarkan RT/RW dari daerah yang bersangkutan. Berhubung data RT/RW yang tersedia hanya sampai tahun 2010, maka untuk perubahan tata guna lahan antara tahun 2011-2016 dilihat pola kecenderungan perkembangan wilayah dari tahun sebelumnya.

2. Perhitungan Pertumbuhan Kerapatan Beban

Tabel. 4.37. Kerapatan Beban per sektor AJ Kramat Jati Cluster 6

Tahun	Rho rumah (MVA/Km ²)	Rho Industri (MVA/Km ²)	Rho Komersial (MVA/Km ²)	Rho Sosial (MVA/Km ²)	Rho Sistem (MVA/Km ²)
2007	2.14	7.55	3.63	2.14	2.47
2008	2.18	7.66	3.69	2.17	2.51
2009	2.22	7.82	3.77	2.21	2.56
2010	2.28	8.04	3.87	2.27	2.64
2011	2.37	8.34	4.01	2.36	2.73
2012	2.49	8.75	4.21	2.48	2.87
2013	2.65	9.32	4.48	2.64	3.05
2014	2.87	10.10	4.86	2.86	3.31
2015	3.18	11.19	5.39	3.17	3.67
2016	3.61	12.70	6.11	3.59	4.16



Gambar. 4.17. Kurva Kerapatan Beban (MVA/km²) per sektor Cluster 6

Step 4. Perhitungan Pertumbuhan Beban di Setiap Kelurahan

Berdasarkan model kerapatan beban pada cluster ini, maka selanjutnya dapat dihitung ramalan pertumbuhan kerapatan beban berdasarkan trend variabelnya. Hasil perhitungan seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Hasil ramalan kerapatan beban per tahun yang diperoleh pada cluster ini, selanjutnya digunakan untuk menghitung kerapatan beban masing-masing sektor pada cluster yang sama. (Hasil ramalan daya puncak per sektor per kelurahan tiap

tahun dapat dilihat pada lampiran 2). Sedangkan rekapitulasi hasil ramalan total daya puncak per kelurahan tiap tahun adalah sebagai berikut :

Tabel. 4.38. Hasil perhitungan beban puncak (mva) per kelurahan cluster-6

Kelurahan	Tahun									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)	Daya (MVA)
Cip. Besar Selatan	5.76	5.85	5.97	6.14	6.37	6.68	7.11	7.71	8.54	9.70
Kampung Melayu	1.70	1.72	1.76	1.81	1.88	1.97	2.10	2.27	2.52	2.86
Pinang Ranti	6.68	6.78	6.92	7.12	7.38	7.75	8.25	8.94	9.91	11.24
Kayu Manis	2.01	2.05	2.09	2.15	2.23	2.34	2.49	2.70	2.99	3.39
Cilandak Timur	12.44	12.63	12.90	13.26	13.75	14.43	15.36	16.66	18.45	20.94
Jati Padang	8.84	8.97	9.16	9.41	9.76	10.25	10.91	11.83	13.10	14.87
Pejaten Barat	10.25	10.41	10.63	10.92	11.33	11.89	12.66	13.72	15.20	17.25
Pejaten Timur	10.18	10.34	10.55	10.85	11.25	11.80	12.57	13.63	15.09	17.13

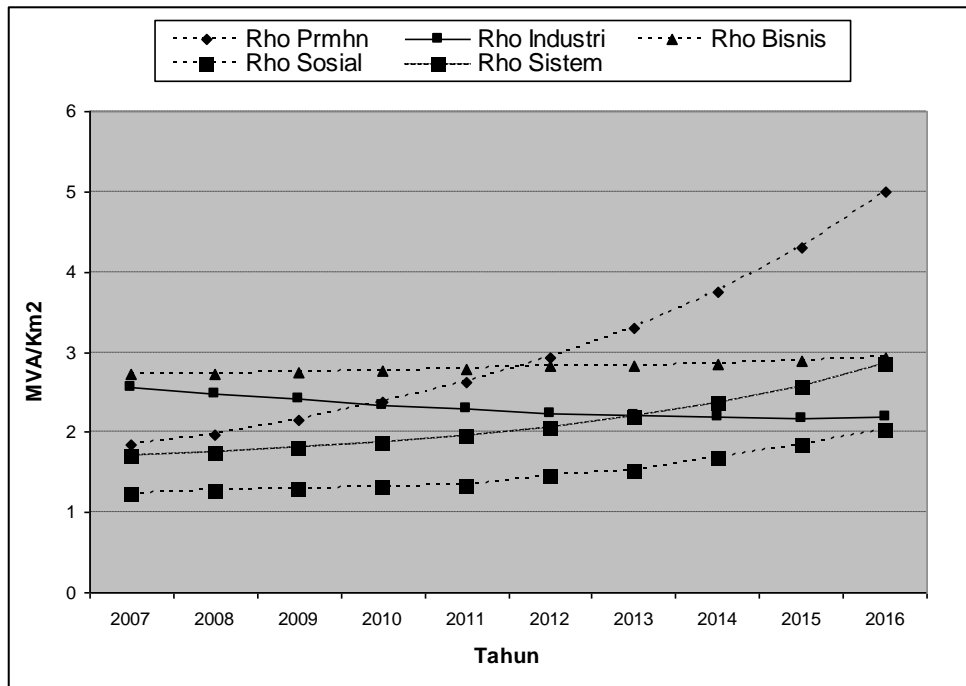
4.3. PEMBAHASAN

Tabulasi dari hasil prakiraan beban per kelurahan tersebut diatas dapat dirangkum dalam kerapatan beban dan pertumbuhan daya puncak sebagai berikut:

Tabel. 4.39. Kerapatan beban per sektor AJ Kramat Jati

Tahun	Rho Prmhn (MVA/Km ²)	Rho Industri (MVA/Km ²)	Rho Komersial (MVA/Km ²)	Rho Sosial (MVA/Km ²)	Rho Sistem (MVA/Km ²)
2007	1.84	2.56	2.72	1.23	1.71
2008	1.97	2.48	2.73	1.26	1.75
2009	2.15	2.41	2.74	1.29	1.80
2010	2.37	2.34	2.76	1.32	1.87
2011	2.62	2.29	2.78	1.34	1.95
2012	2.92	2.24	2.82	1.45	2.05
2013	3.29	2.21	2.83	1.51	2.19
2014	3.74	2.18	2.85	1.67	2.35
2015	4.30	2.17	2.89	1.84	2.57
2016	5.00	2.20	2.93	2.03	2.84

Tabel diatas dalam bentuk kurva, kerapatan masing-masing sektor dapat digambarkan seperti dibawah ini :

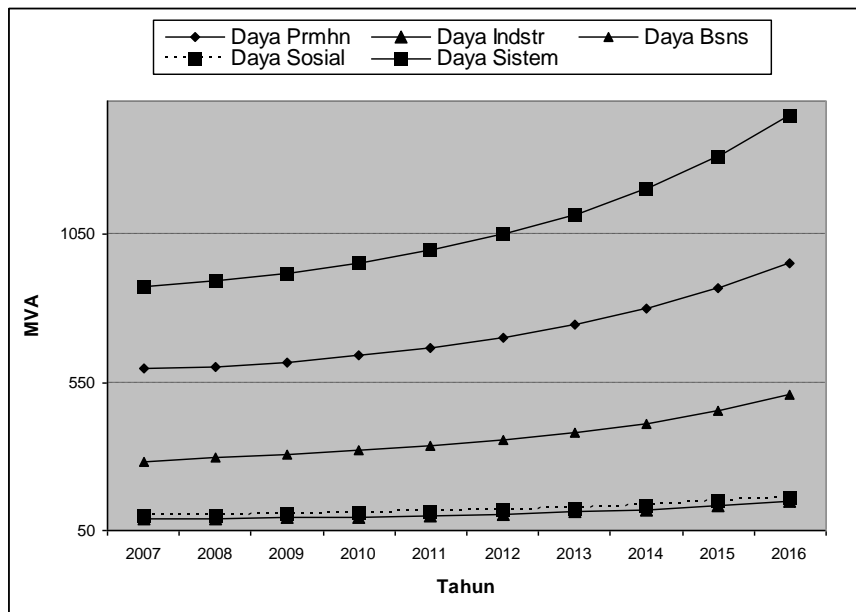


Gambar 4.18. Kurva kerapatan beban per sektor

Pada AJ Kramat Jati kerapatan beban komersial sampai tahun 2010 lebih tinggi, namun pada tahun berikutnya kerapatan disektor perumahan lebih tinggi. Ini disebabkan oleh pertumbuhan natural dari sektor perumahan dengan luas areanya cenderung menurun tiap tahun, tapi disektor sektor komersial berlaku hal sebaliknya. Sehingga berakibat sektor perumahan, pertumbuhan kerapatannya relatif tajam. Sedangkan untuk sektor industri kerapatan bebannya cenderung turun tiap tahun, yang disebabkan perubahan area industri berkurang cukup besar. Sektor sosial ada kecenderungan pola pertumbuhan kerapatannya relatif kecil. Sedangkan secara sistem pertumbuhan kerapatan adalah 2.1 MVA/Km². Pertumbuhan kerapatan beban per sektor yang paling tinggi adalah di sektor perumahan 3 MVA/Km², diikuti oleh sektor komersial 2.8 MVA/Km² dan sektor industri 2.3 MVA/Km². Kerapatan beban yang terendah adalah disektor sosial yaitu sebesar 1.5 MVA/Km².

Tabel. 4.40. Energy and Load Demand Forecast AJ Kramat Jati

Calender Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Beban puncak (MVA)	715.31	732.46	754.14	781.54	816.23	860.15	915.83	986.49	1076.25	1190.38
- Residential	490.0	492.8	506.8	524.4	546.7	574.8	610.3	655.3	712.1	782.0
- Industrial	72.3	73.7	75.9	78.6	82.1	86.6	92.2	99.3	108.4	121.6
- Commercial	229.5	244.9	252.6	262.5	275.1	291.0	311.7	338.0	371.9	416.3
- Public	80.5	81.8	84.4	87.6	91.6	96.7	102.7	110.4	120.1	131.7
Energy Sales (GWh)	3509.05	3593.13	3699.48	3833.94	4004.07	4219.55	4492.68	4839.32	5279.63	5839.51
- Residential	1971.2	1982.5	2038.6	2109.4	2199.0	2312.1	2455.0	2635.9	2864.6	3145.8
- Industrial	290.8	296.5	305.2	316.3	330.3	348.2	370.8	399.5	435.9	489.0
- Commercial	923.0	985.0	1016.2	1055.9	1106.4	1170.5	1253.8	1359.7	1496.0	1674.8
- Public	324.0	329.1	339.4	352.3	368.3	388.8	413.1	444.2	483.2	529.8
Connected Load (MVA)	1521.95	1558.42	1604.54	1662.86	1736.65	1830.10	1948.57	2098.91	2289.88	2532.71
- Residential	855.0	859.9	884.2	914.9	953.8	1002.8	1064.8	1143.2	1242.4	1364.4
- Industrial	126.1	128.6	132.4	137.2	143.3	151.0	160.8	173.3	189.0	212.1
- Commercial	400.3	427.2	440.7	458.0	479.9	507.7	543.8	589.8	648.8	726.4
- Public	140.5	142.7	147.2	152.8	159.7	168.6	179.2	192.7	209.6	229.8



Gambar 4.19. Kurva beban puncak per sektor

Hasil pertumbuhan daya puncak menunjukkan kebutuhan di sektor perumahan lebih tinggi (pada tahun 2016 dibutuhkan daya sebesar 954.1 MVA), diikuti oleh sektor komersial sebesar 507.9 MVA dan sektor industri 148.3 MVA.

Sektor sosial adalah yang paling rendah membutuhkan daya yaitu 160.7 MVA.

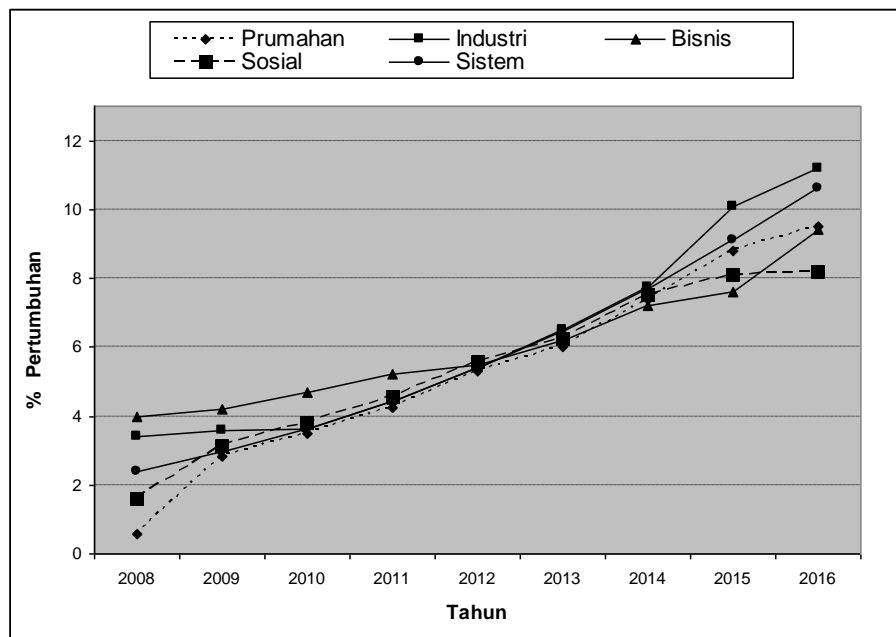
Jadi, kebutuhan daya untuk masing-masing sektor dari tahun 2008-2016 adalah :

- Perumahan : 356.2 MVA
- Industri : 60.1 MVA
- Komersial : 228 MVA
- Sosial : 62.4 MVA

Sedangkan dalam bentuk kebutuhan energi untuk masing-masing sektor tersebut dari tahun 2008-2016 adalah sebagai berikut :

- Perumahan : 1747.6 Gwh
- Industri : 294.9 Gwh
- Komersial : 1118.5 Gwh
- Sosial : 306.3 Gwh

Secara keseluruhan untuk AJ Kramat Jati diperlukan daya sebesar 579.6 MVA dengan energi sebanyak 2843.2 Gwh. Sedangkan persentase pertumbuhan beban per sektor untuk AJ Kramat Jati dimuat dalam gambar berikut ini:



Gambar 4.20. Persentase pertumbuhan beban per sektor

Persentase rata-rata pertumbuhan komersial dan perumahan sangat dinamis bila dibandingkan dengan beban di sektor lainnya. Namun pertumbuhan sistem naik secara linear dengan rata-rata pertumbuhan adalah 6.03 %. Sedangkan rata-rata pertumbuhan di sektor lain adalah

- perumahan : 5.34 %
- Industri : 6.22 %
- Komersial : 6.25 %
- Sosial : 5.41 %

Dari hasil ini pertumbuhan sektor menunjukkan kesemua sektor pertumbuhan rata-rata hampir sama yakni 6%.

4.3. UJI PERBANDINGAN METODOLOGI

Uji perbandingan metodologi ini dilakukan untuk menunjukkan tingkat ketelitian dari hasil prakiraan metodologi yang dikembangkan. Pengujian dilakukan terhadap hasil keseluruhan yang diperoleh pada daerah yang diprediksi. Uji yang dilakukan adalah uji perbandingan dengan metoda lain yaitu metoda kecendrungan dan simulasi tata guna lahan menggunakan analisa Gompertz. Hasil uji perbandingan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel. 4.41. Uji perbandingan metodologi

Uji Metodologi							
Tahun	Data Daya (MVA)	Kecendrungan		Gompertz		Simulasi Tata guna lahan	
		Forcast	MAPE	Forcast	MAPE	Forcast	MAPE
2002	600.33	599.02	0.00218	559.18	0.0685	600.31	3.413E-05
2003	621.80	622.01	0.00033	600.31	0.0346	621.78	4.350E-05
2004	644.10	645.00	0.00140	642.68	0.0022	643.96	2.078E-04
2005	667.13	667.99	0.00128	686.05	0.0284	666.93	3.072E-04
2006	690.66	690.98	0.00046	730.22	0.0573	691.48	1.199E-03
2007	715.31	713.96	0.00188	774.91	0.0833	715.22	1.240E-04
Mov. Avg. Pcntg. error			0.126%		4.571%		0.032%

Uji yang dilakukan disini adalah membandingkan hasil model prediksi terhadap data-data aktual yang telah ada (historis). Hasil uji perbandingan menunjukkan bahwasanya metodologi prakiraan beban secara mikrosposial berdasarkan simulasi tata guna lahan mempunyai tingkat kesalahannya yang paling kecil yakni 0.032% dibandingkan dengan metoda kecendrungan sebesar 0.126% dan analisa Gompertz sebesar 4.571 %. Secara statistik toleransi tingkat kesalahan prediksi dibawah 10% [12], bisa dikatakan model prediksi yang diperoleh tersebut sudah *memadai*.

BAB 5

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan pembahasan tersebut diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Metoda prakiraan beban mikrospasial berbasis tata guna lahan yang dikembangkan ini merupakan elaborasi dari metoda prakiraan beban makro sektoral yang mampu memberikan solusi dalam memberikan informasi penentuan besarnya beban, kapan terjadinya dan dimana lokasi beban tersebut dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi, sehingga cocok digunakan untuk dasar perencanaan pengembangan jaringan distribusi tenaga listrik.
2. Dibandingkan dengan metoda prakiraan beban mikrospasial yang pernah dikembangkan [4,6,8,9] maka metoda yang dikembangkan ini memiliki algoritma penyelesaian yang lebih rumit tetapi masih tetap merupakan metoda simplikasi yang lebih teliti dibandingkan dengan metoda kecendrungan dan metoda simulasi tata guna lahan menggunakan analisa Gompertz. Metoda ini juga mampu mengatasi masalah besarnya volume proses hitung.
3. Tingkat kerumitan timbul karena algoritma clustering dilakukan lebih dahulu dari proses analisis komponen utama (pada metoda sebelumnya) sehingga tingkat kerumitan menjadi N kali dibanding metoda sebelumnya, dimana N adalah jumlah cluster.

4. Kesulitan dalam penerapan penggunaan metoda ini disebabkan oleh :
 - 1). Ketidaktersediaan data-data statistik kelistrikan dan non kelistrikan pada area lahan yang menjadi objek pengamatan secara akurat dan malah sulit didapatkan (dinegara maju mudah dan terdata dengan baik).
 - 2). Tidak samanya batas administrasi area pelayanan dengan area pelayanan PLN.
5. Makin kecil area lahan yang digunakan tingkat ketelitian penggunaan metoda ini akan lebih baik karena basis dasar dari variabel beban adalah kerapatan beban area pelayanan.(dalam studi kasus metoda disimulasi menggunakan kelurahan sebagai area lahan terkecil) .

5.2. SARAN

Sebagai hasil uji pengembangan suatu model, tentunya masih memiliki kekurangan. Untuk itu hendaknya model ini bisa dikembangkan lebih lanjut dalam penyempurnaan ataupun sistem pemogramannya. Berikut saran-saran yang bisa disampaikan dari hasil uji pengembangan metodologi, yaitu :

1. Pengambilan data sampel hendaknya mewakili segi kuantitas dan kualitas datanya.
2. Sebagai model yang mudah untuk dibuat sistem pemogramannya, teknik ini sangat mungkin untuk disempurnakan dengan diperkaya kemampuannya dalam hal pengenalan pola (*pattern recognition*) melalui aplikasi fuzzy ataupun sistem cerdas lainnya.

Lampiran 1

Data - Data Listrik dan Non Listrik Kondisi Eksiting

Kota Madya	Kecamatan	Kelurahan	Rumah Tangga (Jmlh KK)	Luas Wilayah (Ha)	Land Use (Ha)				PDRB (x10 Mlyr Rp)	Beban (kW)			
					Prmhn	Indstr	Bsns	Ssial		Prmhn	Indstr	Bsns	Sosial
Jakarta Timur	Jatinegara	Bidara Cina	9171	126	75,60	3,15	29,30	17,96	220,81	1341,92	196,84	881,27	317,47
Jakarta Timur	Jatinegara	Cip. Cempedak	10245	167	139,53	0,00	17,03	10,44	315,44	2476,66	0,00	512,38	184,58
Jakarta Timur	Jatinegara	Cip. Besar Selatan	5215	163	105,93	4,08	32,85	20,14	533,16	1880,35	254,65	988,35	356,04
Jakarta Timur	Jatinegara	Cipinang Muara	14880	290	256,48	0,87	20,25	12,41	437,17	4552,51	54,37	609,04	219,40
Jakarta Timur	Jatinegara	Cip. Besar Utara	15707	115	101,69	7,67	3,49	2,14	89,82	1805,10	479,33	105,10	37,86
Jakarta Timur	Jatinegara	Rawa Bunga	4254	88	65,65	2,20	12,49	7,66	78,30	1165,27	137,48	375,86	135,40
Jakarta Timur	Jatinegara	Balimester	4586	67	40,20	1,68	15,58	9,55	97,16	713,56	104,67	468,61	168,81
Jakarta Timur	Jatinegara	Kampung Melayu	7210	48	35,13	3,36	5,90	3,62	264,62	623,50	209,97	177,44	63,92
Jakarta Timur	Makasar	Pinang Ranti	6885	189	157,12	0,32	19,57	11,99	639,04	2788,84	20,08	588,69	212,07
Jakarta Timur	Makasar	Makasar	8128	185	147,06	3,89	21,12	12,94	348,90	2610,29	242,77	635,23	228,83
Jakarta Timur	Makasar	Kebon Pala	7298	229	150,80	29,93	29,93	18,34	534,43	2676,67	1870,35	900,35	324,34
Jakarta Timur	Makasar	Halim Perdana K	8557	1310	618,84	19,00	416,74	255,42	116,90	10984,62	1187,00	12536,63	4516,14
Jakarta Timur	Makasar	Cipinang Melayu	8923	253	184,59	42,91	15,81	9,69	76,45	3276,49	2681,38	475,65	171,35
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Pekayon	5977	314	189,19	70,90	33,43	20,49	95,87	3358,08	4430,62	1005,56	362,24
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Kalisari	6816	289	226,87	0,00	38,52	23,61	107,19	4026,90	0,00	1158,89	417,48
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Baru	6165	189	117,65	5,70	40,72	24,96	72,35	2088,36	356,19	1224,97	441,28
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Cijantung	5328	237	186,26	0,00	31,46	19,28	119,27	3306,13	0,00	946,40	340,93
Jakarta Timur	Duren Sawit	Pondok Bambu	13773	499	435,18	0,00	39,57	24,25	80,43	7724,50	0,00	1190,36	428,81
Jakarta Timur	Duren Sawit	Duren Sawit	10223	458	355,22	0,00	63,72	39,05	70,65	6305,32	0,00	1916,88	690,53
Jakarta Timur	Duren Sawit	Pondok Kelapa	13468	572	387,87	6,86	109,90	67,36	83,67	6884,84	428,93	3306,17	1191,00
Jakarta Timur	Duren Sawit	Pondok Kopi	7129	206	163,09	0,21	26,48	16,23	163,13	2894,89	12,87	796,48	286,92
Jakarta Timur	Duren Sawit	Malaka Jaya	20187	99	71,22	0,00	17,22	10,56	31,55	1264,18	0,00	518,12	186,65
Jakarta Timur	Duren Sawit	Malaka Sari	8521	138	130,00	0,00	4,96	3,04	26,29	2307,46	0,00	149,28	53,78
Jakarta Timur	Duren Sawit	Klender	17473	308	268,39	2,16	23,20	14,22	27,51	4764,00	134,73	697,97	251,43
Jakarta Timur	Matraman	Kebon Manggis	7800	78	73,52	0,00	2,78	1,70	23,06	1304,91	0,00	83,65	30,13
Jakarta Timur	Matraman	Palmeriam	5240	65	50,40	0,00	9,05	5,55	45,30	894,63	0,00	272,29	98,09
Jakarta Timur	Matraman	Pisangan Baru	13502	68	62,18	0,00	3,62	2,22	42,47	1103,69	0,00	108,95	39,25
Jakarta Timur	Matraman	Kayu Manis	10144	57	49,44	0,00	4,69	2,87	204,96	877,60	0,00	140,97	50,78
Jakarta Timur	Matraman	Utan Kayu Utara	10358	105	92,94	0,00	7,48	4,58	79,04	1649,63	0,00	225,02	81,06
Jakarta Timur	Ciracas	Cibubur	14066	450	327,65	6,75	71,68	43,93	162,99	5815,77	421,81	2156,18	776,73
Jakarta Timur	Ciracas	K Dua Wetan	9252	337	256,15	31,17	30,80	18,88	132,02	4546,79	1947,97	926,48	333,75
Jakarta Timur	Ciracas	Ciracas	8748	393	207,78	65,12	74,46	45,64	137,15	3688,13	4069,36	2240,03	806,94
Jakarta Timur	Ciracas	Susukan	10199	219	146,38	60,66	7,41	4,54	171,24	2598,27	3790,84	223,02	80,34
Jakarta Timur	Ciracas	Rambutan	7732	209	189,44	0,92	11,56	7,08	187,24	3362,56	57,47	347,71	125,26

Data - Data Listrik dan Non Listrik Kondisi Eksiting

Kota Madya	Kecamatan	Kelurahan	Rumah Tangga (Jmlh KK)	Luas Wilayah (Ha)	Land Use (Ha)				PDRB (x10 Mlyr Rp)	Beban (kW)			
					Prmhan	Indstr	Bsns	Ssial		Prmhn	Indstr	Bsns	Sosial
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Pisangan Timur	11875	180	150,64	0,00	18,20	11,16	72,81	2673,93	0,00	547,56	197,25
Jakarta Timur	Kramat Jati	Bale Kembang	4279	167	103,54	0,84	38,83	23,80	69,07	1837,86	52,18	1168,03	420,77
Jakarta Timur	Kramat Jati	Batu Ampar	8117	255	165,75	2,81	53,60	32,85	67,55	2942,10	175,28	1612,31	580,81
Jakarta Timur	Kramat Jati	Kamp. Tengah	9082	203	161,65	1,83	24,50	15,02	89,35	2869,30	114,17	737,17	265,56
Jakarta Timur	Kramat Jati	Duku	4810	198	122,21	0,06	46,96	28,78	122,30	2169,18	3,71	1412,55	508,85
Jakarta Timur	Kramat Jati	Kramat Jati	9114	152	129,09	1,60	13,21	8,10	90,59	2291,44	99,73	397,47	143,18
Jakarta Timur	Kramat Jati	Cililitan	6738	180	153,00	1,89	15,57	9,54	48,24	2715,78	118,11	468,33	168,71
Jakarta Timur	Kramat Jati	Cawang	8097	179	119,64	15,79	27,01	16,56	36,73	2123,70	986,58	812,61	292,73
Jakarta Timur	Cipayung	Pdk Ranggon	3799	447	320,95	4,20	75,55	46,30	38,72	5696,86	262,57	2272,69	818,71
Jakarta Timur	Cipayung	Cilangkap	2927	430	345,51	1,55	51,43	31,52	201,84	6132,79	96,73	1547,06	557,31
Jakarta Timur	Cipayung	Munjul	4094	190	140,41	0,38	30,63	18,77	185,26	2492,31	23,75	921,37	331,91
Jakarta Timur	Cipayung	Cipayung	3968	309	265,06	6,61	23,14	14,18	270,81	4704,88	413,22	696,20	250,80
Jakarta Timur	Cipayung	Setu	2500	308	189,11	1,29	72,91	44,69	84,51	3356,78	80,84	2193,28	790,10
Jakarta Timur	Cipayung	Bambu apus	2861	317	191,79	1,55	76,67	46,99	40,05	3404,23	97,07	2306,44	830,86
Jakarta Timur	Cipayung	Ceger	4060	363	196,06	4,25	100,87	61,82	55,82	3480,04	265,40	3034,49	1093,13
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Cipinang	9415	154	141,48	0,00	7,76	4,76	62,29	2511,30	0,00	233,52	84,12
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Jatinegara Kaum	5485	123	96,33	12,92	8,53	5,23	123,97	1709,94	807,06	256,48	92,39
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Jati	7571	216	187,49	0,00	17,68	10,83	87,37	3327,95	0,00	531,78	191,57
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Rawamangun	12080	260	167,39	0,00	57,42	35,19	105,17	2971,17	0,00	1727,33	622,25
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Kayu Putih	13033	437	341,08	2,08	58,12	35,62	176,77	6054,22	129,98	1748,30	629,80
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Pulo Gadung	9175	192	141,77	14,36	22,24	13,63	160,19	2516,50	897,46	668,94	240,98
Jakarta Timur	Cipayung	Lubang Buaya	6800	372	207,87	6,40	97,79	59,94	136,97	3689,80	399,84	2941,82	1059,75
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Cilandak Timur	6850	352	293,57	0,00	36,23	22,20	2554,99	5210,90	0,00	1089,83	392,60
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Ragunan	6636	505	378,75	0,00	78,28	47,98	760,95	6722,90	0,00	2354,72	848,25
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Kebagusan	10570	226	135,60	0,00	56,05	34,35	311,39	2406,93	0,00	1686,07	607,38
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pasar Minggu	5659	279	223,20	5,58	31,14	19,08	657,51	3961,85	348,69	936,67	337,42
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Jati Padang	5462	250	208,98	0,00	25,44	15,59	960,52	3709,35	0,00	765,17	275,64
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pejaten Barat	8943	290	246,50	0,00	26,97	16,53	1392,87	4375,43	0,00	811,33	292,27
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pejaten Timur	8483	288	227,95	0,00	37,23	22,82	1016,34	4046,20	0,00	1119,97	403,45
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Cipedak	6732	397	174,76	0,00	137,79	84,45	203,47	3102,02	0,00	4145,06	1493,20
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Srengseng Sawah	11099	675	366,26	0,00	191,46	117,35	48,47	6501,11	0,00	5759,74	2074,86
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Ciganjur	6086	351	140,33	0,00	130,62	80,05	233,21	2490,89	0,00	3929,26	1415,46
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Jagakarsa	10517	485	235,18	0,00	154,89	94,93	322,40	4174,44	0,00	4659,52	1678,52
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Lenteng Agung	6339	228	171,41	0,50	34,77	21,31	151,48	3042,57	31,35	1046,11	376,85
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Tanjung Barat	50817	365	199,29	0,00	102,74	62,97	242,51	3537,44	0,00	3090,70	1113,38

Data - Data Listrik dan Non Listrik Kondisi Eksiting

Kota Madya	Kecamatan	Kelurahan	Rumah Tangga (Jmlh KK)	Luas Wilayah (Ha)	Land Use (Ha)				PDRB (x10 Mlyr Rp)	Beban (kW)			
					Prmhn	Indstr	Bsns	Ssial		Prmhn	Indstr	Bsns	Sosial
Jakarta Selatan	Pancoran	Duren Tiga	6505	192	174,84	4,28	2,95	9,91	127,97	3103,45	267,46	88,74	175,22
Jakarta Selatan	Pancoran	Rawajali	4288	144	20,00	20,00	24,00	80,00	96,94	355,00	1249,80	721,98	1414,49
Jakarta Selatan	Pancoran	Pancoran	4600	122	27,00	4,41	20,00	70,33	81,37	479,26	275,58	601,65	1243,52
Jakarta Selatan	Pancoran	Pangadegan	4190	94	65,00	0,00	19,81	9,36	62,69	1153,76	0,00	595,94	165,50
Jakarta Selatan	Pancoran	Cikoko	2215	72	44,40	0,90	14,18	12,91	47,84	788,11	56,24	426,57	228,26
Jakarta Selatan	Tebet	Tebet Barat	8227	172	136,59	0,05	21,93	13,44	114,78	2424,42	3,22	659,57	237,60
Jakarta Selatan	Tebet	Tebet Timur	6395	139	104,56	1,39	20,41	12,51	92,35	1855,89	86,86	613,91	221,15
Jakarta Selatan	Tebet	Kebon Baru	10097	130	101,47	0,00	17,69	10,84	86,37	1801,03	0,00	532,21	191,72
Jakarta Selatan	Tebet	Bukit Duri	9317	108	88,40	0,00	12,15	7,45	71,76	1569,08	0,00	365,60	131,70
Jakarta Selatan	Tebet	Manggarai Selatan	6199	51	41,83	0,00	5,69	3,49	33,88	742,40	0,00	171,12	61,64
Jakarta Selatan	Tebet	Manggarai	9325	95	38,00	0,00	35,34	21,66	63,12	674,51	0,00	1063,12	382,97
Kota Bekasi	Bekasi Barat	Kranji	11564	249	99,6	29,88	44,82	74,7	26,38	141,25	208,77	100,65	85,87
Kota Bekasi	Bekasi Selatan	Bintara Jaya	11394	234	93,6	28,08	42,12	70,2	24,79	132,74	196,19	94,59	80,70
Kota Bekasi	Bekasi Selatan	Jakasampurna	15425	520	208	62,4	93,6	156	55,10	294,98	435,99	210,20	179,33
Kota Bekasi	Pondok Gede	Pekayon Jaya	10840	425	170	51	76,5	127,5	45,03	241,09	356,33	171,80	146,57
Kota Bekasi	Pondok Gede	Jatiwaringin	10840	329	131,6	39,48	59,22	98,7	34,86	186,63	275,84	132,99	113,46
Kota Bekasi	Pondok Gede	Jatibening	7198	252	100,8	30,24	45,36	75,6	26,70	142,95	211,29	101,87	86,91
Kota Bekasi	Pondok Gede	Jatimakmur	7622	409	163,6	49,08	73,62	122,7	43,34	232,01	342,92	165,33	141,05
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatimekar	9301	374	149,6	44,88	67,32	112,2	39,63	212,16	313,57	151,18	128,98
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatiasih*	4835	481	192,4	57,72	86,58	144,3	50,97	272,85	403,29	194,43	165,88
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatikramat	7473	422	168,8	50,64	75,96	126,6	44,71	239,39	353,82	170,58	145,54
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatiluhur	3420	482	175,8	77,84	73,676	154,6	51,07	249,31	543,86	165,46	177,72
Kota Bekasi	Jatiasih	KJatisari	4762	456	193,4	64,72	51,208	146,8	48,32	274,27	452,20	115,00	168,76
Depok	Cimanggis	Curug	1570	1850	957	248,7	580,3	64	26,76	1357,18	1737,65	1303,19	73,57
Depok	Cimanggis	Sukatani	7038	5100	4163	133,2	310,8	493	45,89	5903,82	930,66	697,97	566,74
Depok	Cimanggis	Harjamukti	2971	4960	3320	232,2	541,8	866	35,89	4708,30	1622,37	1216,73	995,53
Depok	Cimanggis	Cisalak Pasar	4159	1650	1056	152,7	356,3	85	54,32	1497,58	1066,91	800,15	97,71
Depok	Cimanggis	Mekarsari	7452	3000	2549	111,9	261,1	78	37,17	3614,90	781,84	586,36	89,67
Depok	Cimanggis	Tugu	10098	5040	2529	736,2	1717,8	57	43,12	3586,54	5143,79	3857,69	65,53
Depok	Cimanggis	Pasirgunung Selatan	5369	4640	2102	756	1764	18	26,41	2980,98	5282,13	3961,44	20,69

Jakarta Selatan	Tebet	Manggarai	Perumahan	0,38	1,84	0,37	1,90	0,36	1,98	0,36	2,07	0,35	2,18	0,34	2,31	0,34	2,46	0,33	2,64	0,32	2,86	0,32		
			Industri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			Bisnis	0,35	1,79	0,37	1,86	0,38	1,94	0,40	2,01	0,41	2,13	0,43	2,25	0,45	2,41	0,47	2,57	0,48	2,79	0,50	2,79	0,50
			Sosial	0,22	0,83	0,21	0,86	0,20	0,89	0,19	0,94	0,19	0,99	0,18	1,04	0,17	1,11	0,16	1,20	0,14	1,29	0,13	1,29	0,13
Jakarta Timur	Jatinegara	Cip. Besar Selatan	Perumahan	1,06	8,75	1,00	5,29	0,94	5,40	0,88	5,55	0,83	5,75	0,78	6,04	0,73	6,43	0,69	6,97	0,65	7,72	0,61		
			Industri	0,04	0,18	0,04	0,11	0,04	0,11	0,04	0,12	0,04	0,12	0,04	0,12	0,04	0,13	0,04	0,14	0,04	0,16	0,04		
			Bisnis	0,33	2,11	0,36	1,28	0,40	1,30	0,44	1,34	0,48	1,39	0,53	1,46	0,58	1,55	0,64	1,68	0,70	1,87	0,78		
			Sosial	0,20	0,76	0,23	0,46	0,25	0,47	0,27	0,48	0,28	0,50	0,28	0,53	0,27	0,56	0,26	0,61	0,24	0,67	0,20		
Jakarta Timur	Jatinegara	Kampung Melayu	Perumahan	0,35	2,58	0,33	1,56	0,31	1,59	0,29	1,63	0,27	1,69	0,26	1,78	0,24	1,89	0,23	2,05	0,21	2,27	0,20		
			Industri	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04		
			Bisnis	0,06	0,62	0,07	0,38	0,08	0,38	0,09	0,39	0,10	0,41	0,11	0,43	0,12	0,46	0,14	0,50	0,16	0,55	0,18		
			Sosial	0,04	0,22	0,05	0,14	0,06	0,14	0,07	0,14	0,07	0,15	0,08	0,15	0,08	0,16	0,08	0,18	0,07	0,20	0,06		
Jakarta Timur	Makasar	Pinang Ranti	Perumahan	1,57	10,14	1,48	6,13	1,39	6,26	1,31	6,43	1,23	6,67	1,15	7,00	1,08	7,45	1,02	8,08	0,96	8,95	0,90		
			Industri	0,00	0,21	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,17	0,00	0,18	0,00		
			Bisnis	0,20	2,45	0,23	1,48	0,26	1,51	0,30	1,55	0,34	1,61	0,39	1,69	0,45	1,80	0,52	1,95	0,60	2,16	0,69		
			Sosial	0,12	0,88	0,18	0,53	0,24	0,54	0,28	0,56	0,32	0,58	0,34	0,61	0,35	0,65	0,35	0,70	0,33	0,78	0,30		
Jakarta Timur	Matraman	Kayu Manis	Perumahan	0,49	1,33	0,46	1,33	0,44	1,30	0,41	1,29	0,39	1,27	0,36	1,26	0,34	1,24	0,32	1,23	0,30	1,20	0,28		
			Industri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Bisnis	0,05	0,86	0,06	0,88	0,07	0,95	0,08	1,02	0,09	1,12	0,11	1,27	0,13	1,44	0,15	1,69	0,18	2,04	0,21		
			Sosial	0,03	0,27	0,05	0,28	0,07	0,29	0,08	0,30	0,09	0,32	0,10	0,34	0,10	0,36	0,10	0,38	0,09	0,40	0,08		
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Cilandak Timur	Perumahan	2,94	8,89	2,73	8,87	2,54	8,86	2,36	8,82	2,20	8,81	2,04	8,80	1,90	8,78	1,77	8,77	1,64	8,75	1,53		
			Industri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Bisnis	0,36	4,65	0,43	4,82	0,50	5,07	0,60	5,45	0,70	5,96	0,83	6,72	0,98	7,76	1,15	9,24	1,36	11,29	1,61		
			Sosial	0,22	1,64	0,36	1,72	0,48	1,80	0,56	1,88	0,62	1,98	0,65	2,08	0,64	2,19	0,60	2,32	0,52	2,45	0,39		
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Jati Padang	Perumahan	2,09	6,10	1,94	6,08	1,81	6,07	1,68	6,04	1,56	6,03	1,45	6,00	1,35	5,98	1,26	5,98	1,17	5,95	1,09		
			Industri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Bisnis	0,25	3,52	0,30	3,65	0,35	3,82	0,42	4,10	0,49	4,47	0,58	5,01	0,69	5,77	0,81	6,80	0,96	8,28	1,13		
			Sosial	0,16	1,17	0,26	1,22	0,34	1,28	0,40	1,34	0,44	1,40	0,46	1,48	0,46	1,56	0,43	1,65	0,37	1,74	0,28		
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pejaten Barat	Perumahan	2,47	7,20	2,29	7,17	2,13	7,16	1,98	7,14	1,84	7,13	1,71	7,12	1,59	7,09	1,48	7,07	1,38	7,06	1,28		
			Industri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Bisnis	0,27	3,95	0,32	4,12	0,38	4,33	0,45	4,62	0,54	5,06	0,64	5,67	0,77	6,53	0,91	7,76	1,08	9,46	1,29		
			Sosial	0,17	1,35	0,29	1,41	0,39	1,48	0,46	1,55	0,52	1,63	0,54	1,71	0,54	1,81	0,51	1,91	0,44	2,02	0,33		
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pejaten Timur	Perumahan	2,28	6,92	2,12	6,90	1,97	6,88	1,83	6,86	1,71	6,84	1,59	6,82	1,47	6,81	1,37	6,80	1,28	6,78	1,19		
			Industri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Bisnis	0,37	4,15	0,43	4,30	0,49	4,51	0,57	4,82	0,65	5,24	0,75	5,86	0,86	6,73	0,99	7,93	1,14	9,63	1,31		
			Sosial	0,23	1,35	0,33	1,40	0,42	1,47	0,48	1,54	0,52	1,62	0,55	1,70	0,54	1,80	0,52	1,90	0,47	2,01	0,38		

Lampiran 3

REKAPITULASI HASIL FORECASTING BEBAN PUNCAK (MVA) PER KELURAHAN

Kota/madya	Kecamatan	Kelurahan	Beban Puncak (MVA) Tahun									
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kota Bekasi	Bekasi Barat	Kranji	0,95	0,98	1,01	1,04	1,09	1,15	1,22	1,32	1,44	1,59
Kota Bekasi	Bekasi Selatan	Bintara Jaya	0,90	0,92	0,94	0,98	1,02	1,08	1,15	1,24	1,35	1,50
Kota Bekasi	Bekasi Selatan	Jakasampurna	1,99	2,04	2,10	2,17	2,27	2,39	2,55	2,75	3,00	3,33
Kota Bekasi	Pondok Gede	Pekayon Jaya	1,63	1,67	1,72	1,78	1,86	1,96	2,08	2,25	2,46	2,72
Kota Bekasi	Pondok Gede	Jatiwaringin	1,26	1,29	1,33	1,38	1,44	1,51	1,61	1,74	1,90	2,11
Kota Bekasi	Pondok Gede	Jatibening	0,97	0,99	1,02	1,05	1,10	1,16	1,24	1,33	1,46	1,61
Kota Bekasi	Pondok Gede	Jatimakmur	1,57	1,60	1,65	1,71	1,79	1,88	2,01	2,16	2,36	2,62
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatimekar	1,43	1,47	1,51	1,56	1,63	1,72	1,83	1,98	2,16	2,39
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatiasih*	1,84	1,89	1,94	2,01	2,10	2,21	2,36	2,54	2,78	3,08
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatikramat	1,62	1,66	1,70	1,76	1,84	1,94	2,07	2,23	2,44	2,70
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatiluhur	1,85	1,89	1,95	2,02	2,10	2,22	2,36	2,55	2,78	3,09
Kota Bekasi	Jatiasih	KJatisari	1,75	1,79	1,84	1,91	1,99	2,10	2,24	2,41	2,64	2,92
Depok	Cimanggis	Curug	7,09	7,26	7,47	7,74	8,08	8,51	9,07	9,78	10,69	11,85
Depok	Cimanggis	Sukatani	19,56	20,01	20,59	21,32	22,27	23,47	25,01	26,97	29,47	32,66
Depok	Cimanggis	Harjamukti	19,02	19,46	20,02	20,74	21,66	22,83	24,32	26,23	28,66	31,76
Depok	Cimanggis	Cisalak Pasar	6,33	6,47	6,66	6,90	7,20	7,59	8,09	8,72	9,53	10,57
Depok	Cimanggis	Mekarsari	11,50	11,77	12,11	12,54	13,10	13,81	14,71	15,86	17,33	19,21
Depok	Cimanggis	Tugu	19,33	19,77	20,34	21,07	22,01	23,19	24,71	26,65	29,12	32,27
Depok	Cimanggis	Pasirgunung Selatan	17,79	18,20	18,73	19,40	20,26	21,35	22,75	24,53	26,81	29,71
Jakarta Timur	Jatinegara	Cip. Besar Utara	4,06	4,15	4,27	4,43	4,62	4,88	5,21	5,63	6,17	6,86
Jakarta Timur	Matraman	Palmeriam	2,30	2,35	2,41	2,50	2,61	2,76	2,94	3,18	3,49	3,88
Jakarta Timur	Matraman	Utan Kayu Utara	3,71	3,79	3,90	4,04	4,22	4,46	4,76	5,14	5,63	6,27
Jakarta Selatan	Pancoran	Pancoran	4,30	4,40	4,52	4,69	4,90	5,17	5,51	5,96	6,53	7,27
Jakarta Selatan	Tebet	Kebon Baru	4,59	4,70	4,83	5,00	5,23	5,52	5,89	6,36	6,98	7,76
Jakarta Selatan	Tebet	Bukit Duri	3,81	3,90	4,01	4,16	4,34	4,58	4,89	5,29	5,80	6,45
Jakarta Selatan	Tebet	Manggarai Selatan	1,80	1,84	1,90	1,96	2,05	2,16	2,31	2,50	2,74	3,05
Jakarta Timur	Jatinegara	Rawa Bunga	3,29	3,37	3,48	3,60	3,76	3,96	4,22	4,54	4,94	5,45
Jakarta Timur	Makasar	Halim Perdana K	49,05	50,24	51,74	53,63	56,01	59,01	62,79	67,56	73,58	81,18
Jakarta Timur	Makasar	Cipinang Melayu	9,47	9,70	9,99	10,36	10,82	11,40	12,13	13,05	14,21	15,68
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Pekayon	11,76	12,04	12,40	12,86	13,43	14,15	15,05	16,19	17,64	19,46
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Kalisari	10,82	11,08	11,42	11,83	12,36	13,02	13,85	14,90	16,23	17,91
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Baru	7,08	7,25	7,47	7,74	8,08	8,52	9,06	9,75	10,62	11,71
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Cijantung	8,87	9,09	9,36	9,70	10,13	10,68	11,36	12,22	13,31	14,69
Jakarta Timur	Duren Sawit	Pondok Bambu	18,68	19,14	19,71	20,43	21,34	22,48	23,92	25,73	28,03	30,92
Jakarta Timur	Duren Sawit	Duren Sawit	17,15	17,56	18,09	18,75	19,58	20,63	21,95	23,62	25,72	28,38
Jakarta Timur	Duren Sawit	Pondok Kelapa	21,42	21,94	22,59	23,42	24,46	25,77	27,42	29,50	32,13	35,45
Jakarta Timur	Duren Sawit	Pondok Kopi	7,71	7,90	8,14	8,43	8,81	9,28	9,87	10,62	11,57	12,77
Jakarta Timur	Duren Sawit	Malaka Sari	5,17	5,29	5,45	5,65	5,90	6,22	6,61	7,12	7,75	8,55
Jakarta Timur	Duren Sawit	Klender	11,53	11,81	12,16	12,61	13,17	13,87	14,76	15,88	17,30	19,08
Jakarta Timur	Matraman	Kebon Manggis	2,92	2,99	3,08	3,19	3,34	3,51	3,74	4,02	4,38	4,83
Jakarta Timur	Ciracas	Cibubur	16,85	17,26	17,77	18,42	19,24	20,27	21,57	23,21	25,28	27,89
Jakarta Timur	Ciracas	K Dua Wetan	12,62	12,92	13,31	13,80	14,41	15,18	16,15	17,38	18,93	20,88
Jakarta Timur	Ciracas	Ciracas	14,71	15,07	15,52	16,09	16,80	17,70	18,84	20,27	22,07	24,35
Jakarta Timur	Ciracas	Susukan	8,20	8,40	8,65	8,97	9,36	9,86	10,50	11,29	12,30	13,57
Jakarta Timur	Ciracas	Rambutan	7,82	8,02	8,26	8,56	8,94	9,41	10,02	10,78	11,74	12,95
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Pisangan Timur	6,74	6,90	7,11	7,37	7,70	8,11	8,63	9,28	10,11	11,15
Jakarta Timur	Kramat Jati	Bale Kembang	6,25	6,41	6,60	6,84	7,14	7,52	8,01	8,61	9,38	10,35
Jakarta Timur	Kramat Jati	Batu Ampar	9,55	9,78	10,07	10,44	10,90	11,49	12,22	13,15	14,32	15,80
Jakarta Timur	Kramat Jati	Kamp. Tengah	7,60	7,79	8,02	8,31	8,68	9,14	9,73	10,47	11,40	12,58
Jakarta Timur	Kramat Jati	Duku	7,41	7,59	7,82	8,11	8,47	8,92	9,49	10,21	11,12	12,27

Kota/madya	Kecamatan	Kelurahan	Beban Puncak (MVA) Tahun									
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Jakarta Timur	Kramat Jati	Kramat Jati	5,69	5,83	6,00	6,22	6,50	6,85	7,29	7,84	8,54	9,42
Jakarta Timur	Kramat Jati	Cililitan	6,74	6,90	7,11	7,37	7,70	8,11	8,63	9,28	10,11	11,15
Jakarta Timur	Kramat Jati	Cawang	6,70	6,87	7,07	7,33	7,65	8,06	8,58	9,23	10,05	11,09
Jakarta Timur	Cipayung	Pdk Ranggon	16,74	17,14	17,66	18,30	19,11	20,14	21,43	23,05	25,11	27,70
Jakarta Timur	Cipayung	Cilangkap	16,10	16,49	16,98	17,61	18,39	19,37	20,61	22,18	24,15	26,65
Jakarta Timur	Cipayung	Munjul	7,12	7,29	7,51	7,79	8,13	8,57	9,12	9,81	10,68	11,79
Jakarta Timur	Cipayung	Cipayung	11,57	11,85	12,20	12,65	13,21	13,92	14,81	15,94	17,36	19,15
Jakarta Timur	Cipayung	Setu	11,53	11,81	12,17	12,61	13,17	13,87	14,76	15,88	17,30	19,09
Jakarta Timur	Cipayung	Bambu apus	11,87	12,16	12,52	12,98	13,55	14,28	15,19	16,35	17,80	19,64
Jakarta Timur	Cipayung	Ceger	13,59	13,92	14,34	14,86	15,52	16,35	17,40	18,72	20,39	22,49
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Cipinang	5,77	5,91	6,08	6,30	6,58	6,94	7,38	7,94	8,65	9,54
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Jatinegara Kaum	4,61	4,72	4,86	5,04	5,26	5,54	5,90	6,34	6,91	7,62
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Jati	8,09	8,28	8,53	8,84	9,24	9,73	10,35	11,14	12,13	13,39
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Rawamangun	9,73	9,97	10,27	10,64	11,12	11,71	12,46	13,41	14,60	16,11
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Kayu Putih	16,36	16,76	17,26	17,89	18,68	19,68	20,94	22,53	24,54	27,07
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Pulo Gadung	7,19	7,36	7,58	7,86	8,21	8,65	9,20	9,90	10,78	11,90
Jakarta Timur	Cipayung	Lubang Buaya	13,93	14,27	14,69	15,23	15,91	16,76	17,83	19,18	20,89	23,05
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Cipedak	14,86	15,23	15,68	16,25	16,97	17,88	19,03	20,47	22,30	24,60
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Srengseng Sawah	25,27	25,89	26,66	27,64	28,86	30,41	32,36	34,81	37,92	41,83
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Ciganjur	13,14	13,46	13,86	14,37	15,01	15,81	16,82	18,10	19,71	21,75
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Jagakarsa	18,16	18,60	19,16	19,86	20,74	21,85	23,25	25,01	27,24	30,05
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Lenteng Agung	8,54	8,74	9,01	9,33	9,75	10,27	10,93	11,76	12,81	14,13
Jakarta Selatan	Pancoran	Duren Tiga	7,19	7,36	7,58	7,86	8,21	8,65	9,20	9,90	10,78	11,90
Jakarta Selatan	Pancoran	Pangadegan	3,53	3,61	3,72	3,86	4,03	4,24	4,51	4,86	5,29	5,84
Jakarta Selatan	Pancoran	Cikoko	2,71	2,78	2,86	2,96	3,10	3,26	3,47	3,73	4,07	4,49
Jakarta Selatan	Tebet	Tebet Barat	6,44	6,60	6,79	7,04	7,35	7,75	8,24	8,87	9,66	10,66
Jakarta Selatan	Tebet	Tebet Timur	5,20	5,33	5,49	5,69	5,94	6,26	6,66	7,16	7,80	8,61
Jakarta Timur	Jatinegara	Bidara Cina	4,68	4,80	4,94	5,13	5,37	5,67	6,05	6,53	7,13	7,89
Jakarta Timur	Jatinegara	Cip. Cempedak	6,20	6,36	6,55	6,80	7,12	7,51	8,02	8,65	9,45	10,46
Jakarta Timur	Jatinegara	Cipinang Muara	10,77	11,04	11,38	11,81	12,36	13,05	13,92	15,02	16,41	18,16
Jakarta Timur	Jatinegara	Balimester	2,49	2,55	2,63	2,73	2,86	3,02	3,22	3,47	3,79	4,20
Jakarta Timur	Makasar	Makasar	6,87	7,04	7,26	7,53	7,88	8,33	8,88	9,58	10,47	11,59
Jakarta Timur	Makasar	Kebon Pala	8,50	8,71	8,98	9,33	9,76	10,30	10,99	11,86	12,96	14,34
Jakarta Timur	Matraman	Utari Kayu Selatan	4,16	4,26	4,39	4,56	4,77	5,04	5,38	5,80	6,34	7,01
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Ragunan	18,75	19,22	19,81	20,57	21,52	22,73	24,25	26,16	28,58	31,62
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Kebagusan	8,39	8,60	8,87	9,20	9,63	10,17	10,85	11,71	12,79	14,15
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pasar Minggu	10,36	10,62	10,95	11,36	11,89	12,55	13,39	14,45	15,79	17,47
Jakarta Timur	Duren Sawit	Malaka Jaya	3,81	3,94	4,10	4,29	4,52	4,79	5,11	5,48	5,92	6,44
Jakarta Timur	Matraman	Pisangan Baru	2,62	2,71	2,82	2,95	3,11	3,29	3,51	3,77	4,07	4,43
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Tanjung Barat	14,04	14,53	15,12	15,83	16,66	17,65	18,82	20,21	21,83	23,75
Jakarta Selatan	Pancoran	Rawajali	5,54	5,73	5,97	6,24	6,57	6,96	7,43	7,97	8,61	9,37
Jakarta Selatan	Tebet	Manggarai	3,65	3,78	3,94	4,12	4,34	4,59	4,90	5,26	5,68	6,18
Jakarta Timur	Jatinegara	Cip. Besar Selatan	5,76	5,85	5,97	6,14	6,37	6,68	7,11	7,71	8,54	9,70
Jakarta Timur	Jatinegara	Kampung Melayu	1,70	1,72	1,76	1,81	1,88	1,97	2,10	2,27	2,52	2,86
Jakarta Timur	Makasar	Pinang Ranti	6,68	6,78	6,92	7,12	7,38	7,75	8,25	8,94	9,91	11,24
Jakarta Timur	Matraman	Kayu Manis	2,01	2,05	2,09	2,15	2,23	2,34	2,49	2,70	2,99	3,39
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Cilandak Timur	12,44	12,63	12,90	13,26	13,75	14,43	15,36	16,66	18,45	20,94
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Jati Padang	8,84	8,97	9,16	9,41	9,76	10,25	10,91	11,83	13,10	14,87
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pejaten Barat	10,25	10,41	10,63	10,92	11,33	11,89	12,66	13,72	15,20	17,25
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pejaten Timur	10,18	10,34	10,55	10,85	11,25	11,80	12,57	13,63	15,09	17,13

Lampiran 4

CONNECTED LOAD (MVA) PER KELURAHAN PER TAHUN

Kotamadya	Kecamatan	Kelurahan	Connected Load (MVA) Tahun									
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kota Bekasi	Bekasi Barat	Kranji	2,03	2,08	2,14	2,22	2,31	2,44	2,60	2,80	3,06	3,39
Kota Bekasi	Bekasi Selatan	Bintara Jaya	1,91	1,95	2,01	2,08	2,17	2,29	2,44	2,63	2,88	3,19
Kota Bekasi	Bekasi Selatan	Jakasampurna	4,24	4,34	4,47	4,63	4,83	5,09	5,42	5,85	6,39	7,08
Kota Bekasi	Pondok Gede	Pekayon Jaya	3,47	3,55	3,65	3,78	3,95	4,16	4,43	4,78	5,22	5,79
Kota Bekasi	Pondok Gede	Jatiwaringin	2,68	2,75	2,83	2,93	3,06	3,22	3,43	3,70	4,04	4,48
Kota Bekasi	Pondok Gede	Jatibening	2,06	2,10	2,16	2,24	2,34	2,47	2,63	2,84	3,10	3,43
Kota Bekasi	Pondok Gede	Jatimakmur	3,34	3,41	3,51	3,64	3,80	4,00	4,27	4,60	5,03	5,57
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatimekar	3,05	3,12	3,21	3,33	3,47	3,66	3,90	4,21	4,60	5,10
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatiasih*	3,92	4,02	4,13	4,28	4,47	4,71	5,02	5,41	5,91	6,55
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatikramat	3,44	3,52	3,62	3,75	3,92	4,13	4,40	4,75	5,19	5,75
Kota Bekasi	Jatiasih	Jatiluhur	3,93	4,02	4,14	4,29	4,48	4,72	5,03	5,42	5,92	6,57
Kota Bekasi	Jatiasih	KJatisari	3,72	3,81	3,92	4,06	4,24	4,47	4,76	5,13	5,61	6,21
Depok	Cimanggis	Curug	15,09	15,44	15,89	16,46	17,19	18,11	19,30	20,81	22,74	25,20
Depok	Cimanggis	Sukatani	41,61	42,57	43,80	45,37	47,38	49,94	53,21	57,38	62,70	69,48
Depok	Cimanggis	Harjamukti	40,47	41,40	42,60	44,13	46,08	48,57	51,75	55,80	60,97	67,57
Depok	Cimanggis	Cisalak Pasar	13,46	13,77	14,17	14,68	15,33	16,16	17,21	18,56	20,28	22,48
Depok	Cimanggis	Mekarsari	24,48	25,04	25,77	26,69	27,87	29,38	31,30	33,75	36,88	40,87
Depok	Cimanggis	Tugu	41,12	42,07	43,29	44,84	46,82	49,35	52,58	56,70	61,96	68,66
Depok	Cimanggis	Psirgunung Selatan	37,86	38,73	39,85	41,28	43,10	45,43	48,41	52,20	57,04	63,21
Jakarta Timur	Jatinegara	Cip. Besar Utara	8,64	8,84	9,09	9,42	9,84	10,38	11,08	11,98	13,13	14,61
Jakarta Timur	Matraman	Palmeriam	4,88	4,99	5,14	5,32	5,56	5,87	6,26	6,77	7,42	8,26
Jakarta Timur	Matraman	Utah Kayu Utara	7,89	8,07	8,30	8,60	8,98	9,48	10,12	10,94	11,99	13,34
Jakarta Selatan	Pancoran	Pancoran	9,15	9,35	9,62	9,97	10,42	10,99	11,73	12,68	13,90	15,46
Jakarta Selatan	Tebet	Kebon Baru	9,77	9,99	10,28	10,65	11,12	11,74	12,53	13,54	14,84	16,51
Jakarta Selatan	Tebet	Bukit Duri	8,11	8,30	8,54	8,84	9,24	9,75	10,41	11,25	12,33	13,72
Jakarta Selatan	Tebet	Manggarai Selatan	3,83	3,92	4,03	4,18	4,36	4,61	4,92	5,31	5,82	6,48
Jakarta Timur	Jatinegara	Rawa Bunga	7,01	7,18	7,40	7,67	8,01	8,43	8,97	9,66	10,52	11,60
Jakarta Timur	Makasar	Halim Perdana K	104,35	106,90	110,09	114,11	119,18	125,55	133,60	143,74	156,55	172,72
Jakarta Timur	Makasar	Cipinang Melayu	20,15	20,64	21,26	22,04	23,02	24,25	25,80	27,76	30,23	33,36
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Pekayon	25,01	25,62	26,39	27,35	28,57	30,10	32,02	34,46	37,53	41,40
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Kalisari	23,02	23,58	24,29	25,17	26,29	27,70	29,47	31,71	34,54	38,10
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Baru	15,06	15,42	15,89	16,47	17,20	18,12	19,28	20,74	22,59	24,92
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Cijantung	18,88	19,34	19,92	20,64	21,56	22,71	24,17	26,01	28,32	31,25
Jakarta Timur	Duren Sawit	Pondok Bambu	39,75	40,72	41,94	43,47	45,40	47,83	50,89	54,75	59,63	65,79
Jakarta Timur	Duren Sawit	Duren Sawit	36,48	37,37	38,49	39,90	41,67	43,90	46,71	50,25	54,73	60,39
Jakarta Timur	Duren Sawit	Pondok Kelapa	45,56	46,67	48,07	49,83	52,04	54,82	58,33	62,76	68,36	75,42
Jakarta Timur	Duren Sawit	Pondok Kopi	16,41	16,81	17,31	17,95	18,74	19,74	21,01	22,61	24,62	27,16
Jakarta Timur	Duren Sawit	Malaka Sari	10,99	11,26	11,60	12,02	12,55	13,23	14,07	15,14	16,49	18,20
Jakarta Timur	Duren Sawit	Klender	24,53	25,13	25,88	26,83	28,02	29,52	31,41	33,79	36,80	40,61
Jakarta Timur	Matraman	Kebon Manggis	6,21	6,36	6,56	6,79	7,10	7,48	7,95	8,56	9,32	10,28
Jakarta Timur	Ciracas	Cibubur	35,85	36,72	37,82	39,20	40,94	43,13	45,89	49,38	53,78	59,33
Jakarta Timur	Ciracas	K Dua Wetan	26,85	27,50	28,32	29,36	30,66	32,30	34,37	36,98	40,27	44,43
Jakarta Timur	Ciracas	Ciracas	31,31	32,07	33,03	34,23	35,75	37,67	40,08	43,12	46,97	51,82
Jakarta Timur	Ciracas	Susukan	17,44	17,87	18,40	19,08	19,92	20,99	22,33	24,03	26,17	28,87
Jakarta Timur	Ciracas	Rambutan	16,65	17,05	17,56	18,21	19,01	20,03	21,31	22,93	24,98	27,56
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Pisangan Timur	14,34	14,69	15,13	15,68	16,38	17,25	18,36	19,75	21,51	23,73
Jakarta Timur	Kramat Jati	Bale Kembang	13,30	13,63	14,04	14,55	15,19	16,01	17,03	18,33	19,96	22,02
Jakarta Timur	Kramat Jati	Batu Ampar	20,31	20,81	21,43	22,21	23,20	24,44	26,01	27,98	30,47	33,62
Jakarta Timur	Kramat Jati	Kamp. Tengah	16,17	16,56	17,06	17,68	18,47	19,46	20,70	22,27	24,26	26,77
Jakarta Timur	Kramat Jati	Duku	15,77	16,16	16,64	17,25	18,01	18,98	20,19	21,73	23,66	26,11

Lampiran 4

CONNECTED LOAD (MVA) PER KELURAHAN PER TAHUN

Kotamadya	Kecamatan	Kelurahan	Connected Load (MVA) Tahun									
			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Jakarta Timur	Kramat Jati	Kramat Jati	12,11	12,40	12,77	13,24	13,83	14,57	15,50	16,68	18,16	20,04
Jakarta Timur	Kramat Jati	Cililitan	14,34	14,69	15,13	15,68	16,38	17,25	18,36	19,75	21,51	23,73
Jakarta Timur	Kramat Jati	Cawang	14,26	14,61	15,04	15,59	16,28	17,16	18,25	19,64	21,39	23,60
Jakarta Timur	Cipayung	Pdk Ranggon	35,61	36,48	37,57	38,94	40,67	42,84	45,59	49,05	53,42	58,94
Jakarta Timur	Cipayung	Cilangkap	34,25	35,09	36,14	37,46	39,12	41,21	43,85	47,18	51,39	56,70
Jakarta Timur	Cipayung	Munjul	15,15	15,52	15,98	16,57	17,30	18,23	19,40	20,87	22,73	25,08
Jakarta Timur	Cipayung	Cipayung	24,61	25,21	25,97	26,92	28,11	29,61	31,51	33,90	36,93	40,74
Jakarta Timur	Cipayung	Setu	24,53	25,13	25,88	26,83	28,02	29,52	31,41	33,80	36,81	40,61
Jakarta Timur	Cipayung	Bambu apus	25,25	25,87	26,64	27,61	28,84	30,38	32,33	34,78	37,88	41,80
Jakarta Timur	Cipayung	Ceger	28,92	29,62	30,51	31,62	33,02	34,79	37,02	39,83	43,38	47,86
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Cipinang	12,27	12,57	12,94	13,41	14,01	14,76	15,71	16,90	18,40	20,30
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Jatinegara Kaum	9,80	10,04	10,34	10,72	11,19	11,79	12,54	13,50	14,70	16,22
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Jati	17,21	17,63	18,15	18,82	19,65	20,70	22,03	23,70	25,81	28,48
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Rawamangun	20,71	21,22	21,85	22,65	23,65	24,92	26,52	28,53	31,07	34,28
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Kayu Putih	34,80	35,65	36,72	38,06	39,75	41,87	44,56	47,94	52,21	57,60
Jakarta Timur	Pulo Gadung	Pulo Gadung	15,29	15,67	16,14	16,73	17,47	18,40	19,58	21,07	22,94	25,31
Jakarta Timur	Cipayung	Lubang Buaya	29,63	30,36	31,26	32,40	33,84	35,65	37,94	40,82	44,46	49,05
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Cipedak	31,62	32,40	33,36	34,58	36,12	38,05	40,49	43,56	47,44	52,34
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Srengseng Sawah	53,78	55,09	56,73	58,80	61,41	64,70	68,85	74,07	80,67	89,01
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Ciganjur	27,96	28,64	29,50	30,58	31,93	33,64	35,80	38,51	41,95	46,28
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Jagakarsa	38,63	39,58	40,76	42,25	44,12	46,48	49,46	53,22	57,96	63,95
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Lenteng Agung	18,16	18,60	19,16	19,86	20,74	21,85	23,25	25,02	27,25	30,06
Jakarta Selatan	Pancoran	Duren Tiga	15,29	15,67	16,13	16,72	17,47	18,40	19,58	21,07	22,94	25,31
Jakarta Selatan	Pancoran	Pangadegan	7,50	7,68	7,91	8,20	8,57	9,03	9,60	10,33	11,25	12,42
Jakarta Selatan	Pancoran	Cikoko	5,77	5,91	6,08	6,31	6,59	6,94	7,38	7,94	8,65	9,54
Jakarta Selatan	Tebet	Tebet Barat	13,70	14,04	14,46	14,98	15,65	16,49	17,54	18,87	20,56	22,68
Jakarta Selatan	Tebet	Tebet Timur	11,06	11,33	11,67	12,10	12,63	13,31	14,16	15,24	16,60	18,31
Jakarta Timur	Jatinegara	Bidara Cina	9,95	10,20	10,52	10,92	11,43	12,06	12,87	13,89	15,17	16,79
Jakarta Timur	Jatinegara	Cip. Cempedak	13,19	13,52	13,94	14,47	15,14	15,99	17,06	18,41	20,11	22,25
Jakarta Timur	Jatinegara	Cipinang Muara	22,91	23,48	24,21	25,13	26,29	27,77	29,62	31,97	34,92	38,64
Jakarta Timur	Jatinegara	Balimester	5,29	5,43	5,59	5,81	6,08	6,42	6,85	7,39	8,07	8,93
Jakarta Timur	Makasar	Makasar	14,61	14,98	15,44	16,03	16,77	17,71	18,90	20,39	22,28	24,65
Jakarta Timur	Makasar	Kebon Pala	18,09	18,54	19,12	19,84	20,76	21,93	23,39	25,24	27,57	30,51
Jakarta Timur	Matraman	Utan Kayu Selatan	8,85	9,07	9,35	9,70	10,15	10,72	11,44	12,35	13,49	14,92
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Ragunan	39,89	40,89	42,16	43,76	45,79	48,35	51,59	55,67	60,81	67,29
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Kebagusan	17,85	18,30	18,87	19,58	20,49	21,64	23,09	24,91	27,21	30,11
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pasar Minggu	22,04	22,59	23,29	24,18	25,30	26,71	28,50	30,75	33,59	37,17
Jakarta Timur	Duren Sawit	Malaka Jaya	8,10	8,39	8,73	9,13	9,62	10,19	10,86	11,66	12,60	13,71
Jakarta Timur	Matraman	Pisangan Baru	5,56	5,76	6,00	6,28	6,61	7,00	7,46	8,01	8,66	9,42
Jakarta Selatan	Jagakarsa	Tanjung Barat	29,86	30,92	32,18	33,67	35,45	37,56	40,05	42,99	46,46	50,54
Jakarta Selatan	Pancoran	Rawajali	11,78	12,20	12,69	13,28	13,99	14,82	15,80	16,96	18,33	19,94
Jakarta Selatan	Tebet	Manggarai	7,77	8,05	8,37	8,76	9,23	9,78	10,42	11,19	12,09	13,15
Jakarta Timur	Jatinegara	Cip. Besar Selatan	12,26	12,45	12,71	13,06	13,55	14,21	15,14	16,41	18,18	20,63
Jakarta Timur	Jatinegara	Kampung Melayu	3,61	3,67	3,74	3,85	3,99	4,19	4,46	4,83	5,35	6,08
Jakarta Timur	Makasar	Pinang Ranti	14,22	14,43	14,73	15,14	15,71	16,48	17,55	19,03	21,08	23,92
Jakarta Timur	Matraman	Kayu Manis	4,29	4,35	4,44	4,57	4,74	4,97	5,29	5,74	6,36	7,21
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Cilandak Timur	26,48	26,88	27,44	28,20	29,25	30,69	32,69	35,44	39,25	44,55
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Jati Padang	18,80	19,09	19,49	20,03	20,78	21,80	23,22	25,17	27,88	31,64
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pejaten Barat	21,81	22,15	22,61	23,24	24,10	25,29	26,93	29,20	32,34	36,70
Jakarta Timur	Pasar Minggu	Pejaten Timur	21,66	21,99	22,45	23,08	23,93	25,11	26,74	28,99	32,12	36,45