

STUDI TENTANG URBAN SPRAWL KOTA SEMARANG
TERHADAP KUALITAS TEGANGAN LISTRIK
STUDI KASUS
KELURAHAN METESEH KECAMATAN TEMBALANG

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Persyaratan
Program Studi Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota

Oleh :

ANDI WINARNO
L4D 006 012



PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK PEMBANGUNAN WILAYAH DAN KOTA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2007

**STUDI TENTANG
URBAN SPRAWL KOTA SEMARANG
TERHADAP KUALITAS TEGANGAN LISTRIK
STUDI KASUS
KELURAHAN METESEH KECAMATAN TEMBALANG**

Tesis diajukan kepada
Program Studi Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

Oleh :
ANDI WINARNO
L4D 006 012

Diajukan pada Sidang Ujian Tesis
Tanggal 21 September 2007

Dinyatakan Lulus
Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Magister Teknik

Semarang, 21 September 2007

Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama

Rukuh Setiadi, ST, MEM

Dr. Ir. Hermawan, DEA

Mengetahui
Ketua Program Studi
Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

Prof. Dr. Ir. Sugiono Soetomo, DEA

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diakui dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka. Apabila dalam Tesis saya ternyata ditemui duplikasi, jiplakan (plagiat) dari Tesis orang lain/Institusi lain maka saya bersedia menerima sanksi untuk dibatalkan kelulusan saya dan saya bersedia melepaskan gelar Magister Teknik dengan penuh rasa tanggung jawab

Semarang, 21 September 2007

ANDI WINARNO
NIM L4D006012

“.....dan apabila dikatakan : Berdirilah kamu, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat...”

(QS. Al-Mujadalah : 11)

“Barangsiapa menghendaki akhirat, hendaklah dicapai dengan ilmu. Barangsiapa menghendaki dunia, Hendaklah itu dicapai dengan ilmu”

(Hadist Riwayat : Bukhari-Muslim)

Tesis ini kupersembahkan untuk .
 Ayahanda tercinta Alm. Soewarno, Ibunda Sutji Laswati
 Istriku tercinta Tita Juwita
 Anakku tersayang Rakadita Winarno
ABSTRAK

iv

Permasalahan drop tegangan dapat mengakibatkan kegagalan operasi pada peralatan listrik konsumen (Dugan dalam Oejeekit, 2002). Banyak orang berasumsi bahwa kualitas tegangan hanya berpengaruh pada peralatan elektronik yang sensitif. Pada kenyataannya, *drop* tegangan dapat juga berpengaruh pada performa motor listrik, pemanasan lebih pada transformator dan hilangnya data pada komputer.

Berdasarkan persoalan atau rumusan masalah seperti tersebut diatas, maka *research question* yang didapat adalah sebagai berikut :

- a. Seberapa besar tingkat penurunan tegangan di wilayah studi dan persepsi masyarakat yang timbul akibat penurunan tegangan listrik tersebut ?
- b. Mengapa jaringan listrik tidak bisa menjadi pengendali urban sprawl di kota Semarang ?.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh urban sprawl terhadap kualitas tegangan listrik, sehingga didapatkan suatu konsep mengenai dampak negatif adanya urban sprawl terhadap kualitas besaran tegangan listrik.

Teknik analisis yang dipergunakan adalah secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk perhitungan penurunan tegangan , sedangkan teknik analisis kualitatif digunakan dalam analisa kebijakan pembangunan jaringan distribusi. Untuk analisa persepsi masyarakat menggunakan kedua teknik analisa tersebut.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perkembangan pada kawasan urban sprawl cenderung membuat lokasi pemukiman jauh dari gardu induk (terdapat pada jaringan paling ujung), akibatnya terdapat rugi-rugi listrik dalam pendistribusian listrik. Rugi-rugi tersebut mengakibatkan kualitas tegangan listrik yang sampai ke konsumen berada pada besaran dibawah normal (SNI 04-0227-2003 tentang tegangan listrik). Besaran tegangan listrik tersebut diatas akan semakin turun sejalan dengan makin meningkatnya kebutuhan energi listrik pada jaringan distribusi yang mensuplai listrik ke kawasan urban sprawl.

Permasalahan pelayanan tegangan dapat diatasi dengan rekayasa teknik dan kerjasama antara pihak penyedia jasa tenaga listrik dengan pemerintah daerah, investor, ataupun masyarakat luas dalam pembangunan gardu induk.

Jika dikaitkan dengan pembangunan kota, pelayanan kelistrikan masih bersifat memenuhi permintaan yang ada. Pelayanan bukan lagi hanya memenuhi permintaan sambungan tetapi sudah meningkat pada penambahan daya. Walaupun demikian perencanaan jaringan kelistrikan masih dipengaruhi oleh kecenderungan permintaan konsumen yang kebutuhannya sering tidak sejalan dengan rencana pembangunan kota.

Sebagian besar masyarakat (54,17 %) di Kelurahan Meteseh merasa tidak ada masalah dengan kualitas pelayanan tegangan listrik walaupun sebanyak 45,83 % responden mulai merasakan pengaruh penurunan tegangan pada lampu penerangan mereka.

Kata Kunci: urban sprawl, tegangan listrik.

ABSTRACT

Voltage drops can result in failures of operation on consumer electrical equipment (Dugan in Oejeekit, 2002). Many people assume that voltage quality only influences equipments of sensitive electronic. In fact, voltage drops also influence the performance of electromotor, over heating at transformator and loss of data at computer.

Based on those problems, there are some research questions follows :

- a. How big is the level of voltage drop in the case study and how is the perception of public arising as result of the electrical voltage drop ?
- b. Why electrical network cannot be employed as a controller for urban sprawl in Semarang City ?.

Goal of this research is to know influence urban sprawl to voltage quality, causing is got a concept about negative impact existence of urban sprawl to quality of voltage.

Analytical technique utilized in this research is quantitative and qualitative. Quantitative analysis is applied for calculation of voltage drop, while analytical technique qualitative applied in analysing development policy of distribution network. Examination of public perception applies both the analysis techniques.

The research concludes that development at area urban sprawl tends to make location of settlement far from tranmission substation. As a result there is electrical loss in electrical distribution. The loss results quality of voltage which up to consumer stays at under normal (SNI 04-0227-2003 regarding voltage). The voltage increasingly downwards in line with more and more the increasing number of requirement of electric energy at distribution network.

Problems of voltage service can be overcome with technical engineering and cooperation between the service feeders with local government, investor, and or wider public in development of substation.

Related to urban development, This study shows that electricity services can be classified as demand oriented, so it can not be employed as an instrument to direct urban development in Semarang city (this might be relevant to other city in Indonesia). The electricity services still having character to fulfills the demand. It does not only fulfill request new costumers but also increase of power capacity. Unfortunately, electricity network planning still be influenced by demand is often not in line with urban masterplan.

By exploring Meteseh sub district as a case study, this research figures that most of respondents (54,17 %) feel that there is no problem with quality of voltage service, although 45,83 % responden begin to realize that voltage drop signifikanly influence their lamps.

Keywords: urban sprawl, voltage.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, dengan segala doa kami panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan karunia dan rahmat-Nya, sehingga karya ilmiah yang berjudul “**Studi tentang Urban Sprawl Kota Semarang terhadap Kualitas Tegangan Listrik studi kasus Kelurahan Meteseh Kecamatan Tembalang**” telah dapat diselesaikan dengan baik menjadi Tesis pada Program Pasca Sarjana Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tesis ini dapat diselesaikan dengan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Sugiono Soetomo, CES, DEA selaku ketua Program Pasca Sarjana Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro;
2. Dr. Ir. Hermawan, DEA selaku pembimbing I, atas waktu dan bimbingannya dalam penyusunan Pra Tesis;
3. Rukuh Setiadi, ST, MEM selaku pembimbing II, atas masukan yang diberikan guna penyelesaian Pra Tesis;
4. Ir. Ragil Haryanto, MSP dan Ir. Parfi Khadiyanto, MSL selaku dosen penguji sidang Tesis atas waktu, kritikan, dan saran yang diberikan dalam ujian sehingga berguna bagi pengembangan materi Tesis;
5. Teman-teman di PT. PLN (APJ) Semarang atas bantuannya;
6. Teman-teman di Bappenas III atas segala bantuannya;
7. Keluarga saya, atas kesabaran dan perhatiannya selama saya menyusun Tesis ini;
8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan Tesis ini, sehingga kritik dan masukan masih diperlukan untuk sempurnanya karya ilmiah ini. Namun, saya berharap bahwa Tesis ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri maupun pembaca lainnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 21 September 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i.
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii.
LEMBAR PERNYATAAN	iii
PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK.....	v.
KATA PENGANTAR	vii.
DAFTAR ISI.....	viii.
DAFTAR TABEL.....	xi.
DAFTAR GAMBAR.....	xiii.
Bab I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	6
1.3. Tujuan dan Sasaran Studi.....	7
1.3.1. Tujuan Studi	7
1.3.2. Sasaran Studi	7
1.4. Lingkup Studi	8
1.4.1. Lingkup Substansial.....	8
1.4.2. Lingkup Spasial	9
1.5. Kerangka Pemikiran	10
1.6. Metodologi Penelitian	11
1.6.1. Pendekatan Penelitian.....	11
1.6.2. Penentuan Lokasi Penelitian.....	15
1.6.3. Teknik Analisis.....	15
1.7. Sistematika Penulisan.....	26
Bab II KAJIAN URBAN SPRAWL KAITANNYA DENGAN PELAYANAN BESARAN TEGANGAN LISTRIK	28
2.1. Urban Sprawl	28

	2.1.1. Desain Kota Baru	34
	2.1.2. Kota Kompak	35
	2.2. Pelayanan Publik	37
	2.3. Sistem Tenaga Listrik	39
	2.3.1. Pusat Pembangkit	41
	2.3.2. Transmisi dan Gardu Induk	42
	2.3.3. Distribusi	43
	2.3.4. Tahanan Konduktor	45
	2.3.5. Perhitungan Susut Tegangan Pada JTM	47
	2.3.6. Momen Beban	53
	2.4. Pelayanan Infrastruktur Listrik.....	55
	2.4. Rangkuman Kajian Teori	58
Bab III	GAMBARAN WILAYAH KAJIAN	60
	3.1. Tinjauan Umum Kota Semarang	60
	3.2. Urban Sprawl	61
	3.3. Sistem Tenaga Listrik	64
	3.3.1. Pembangkitan	65
	3.3.2. Transmisi dan Gardu Induk	67
	3.3.3. Distribusi dan Gardu Distribusi	67
	3.4. Pelayanan Infrastruktur Listrik	68
	3.4.1. Kebijakan Pengembangan Distribusi	69
	3.4.2. Pendekatan Perencanaan Sistem Distribusi	70
	3.5. Kelurahan Meteseh	71
Bab IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	73
	4.1. TMP Tegangan GI di Kota Semarang	73
	4.1.1. Kondisi Eksisting	73
	4.1.2. Penanggulangan Permasalahan TMP Tegangan	78
	4.1.3. Perencanaan GI di Kota Baru	84
	4.1.4. Perencanaan GI pada Kota yang telah Berkembang	86
	4.2. Komparasi Tegangan di Kelurahan Meteseh dengan SNI.....	92
	4.2.1. Pengamatan Peta Jaringan Distribusi	93

4.2.2. Perhitungan Tingkat Pertumbuhan Penduduk.....	93
4.2.3. Perhitungan Tingkat Pertumbuhan Daya.....	98
4.2.4. Perhitungan Besaran Tegangan di Konsumen.....	100
4.2.5. Pengukuran Besaran Tegangan di Konsumen.....	105
4.2.6. Komparasi Tegangan Konsumen dengan SNI.....	109
4.3. Kebijakan Dalam Pembangunan Jaringan Distribusi.....	111
4.3.1. Peraturan Yang Berlaku.....	111
4.3.2. Kondisi Lapangan.....	113
4.4. Analisa Potensi Permasalahan dan Persepsi Masyarakat	115
Bab V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	124
5.1. Kesimpulan.....	124
5.2. Rekomendasi.....	126

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel I.1. Aksioma Pendekatan Penelitian.....	12
Tabel I.2. Karakteristik Metode Penelitian	13
Tabel I.3. Bilangan Acak Kolom 14 Terurut	25
Tabel I.4. Analisis Penelitian	26
Tabel II.1. Perbandingan Pembangunan Acak dan Terkendali	36
Tabel II.2. Kerugian Akibat Penurunan Tegangan Listrik	58
Tabel III.1. Kapasitas Terpasang Pembangkit Sistem Jawa Bali Tahun 2005.	66
Tabel III.2. TMP UPJ Semarang Selatan Triwulan II Tahun 2006	68
Tabel IV.1. Jangkauan Pelayanan Tegangan Gardu Induk.....	76
Tabel IV.2. Jangkauan Tegangan GI Setelah Pembesaran Konduktor	79
Tabel IV.3. Matrik Potensi Permasalahan Lahan Dalam Pembangunan GI	90
Tabel IV.4. Jumlah Penduduk Kelurahan Tahun 1993 – 1999	94
Tabel IV.5. Jumlah Penduduk Kelurahan Tahun 2000 – 2005	94
Tabel IV.6. Contoh Penggunaan Metode Regresi Linear	96
Tabel IV.7. Persamaan Linear Pertumbuhan Penduduk Kelurahan	97
Tabel IV.8. Proyeksi Jumlah Penduduk Kelurahan Tahun 2006 – 2010.....	97
Tabel IV.9. Pemakaian Daya Listrik Penduduk Kelurahan Tahun 2007	98
Tabel IV.10. Pemakaian Daya Listrik Penduduk Kelurahan Tahun 2010	99
Tabel IV.11. Penurunan Besaran Tegangan Listrik 3 Fasa Jalur A Distribusi Sron dol 1 Tahun 2007	101
Tabel IV.12. Penurunan Besaran Tegangan Listrik 3 Fasa Jalur B Distribusi Sron dol 1 Tahun 2007	102
Tabel IV.13. Prosentase Penurunan Tegangan Listrik Distribusi 20 kV 1 Fasa Di Kelurahan Meteseh Tahun 2007	103
Tabel IV.14. Prosentase Penurunan Tegangan Listrik Distribusi 20 kV 1 Fasa Di Kelurahan Meteseh Tahun 2010	103

Tabel IV.15	Tegangan Listrik di Kelurahan Meteseh Tahun 2007	104
Tabel IV.16	Tegangan Listrik di Kelurahan Meteseh Tahun 2010	104
Tabel IV.17	Hasil Pengukuran Tegangan Di Desa Meteseh Lokasi 1	105
Tabel IV.18	Hasil Pengukuran Tegangan Di Desa Meteseh Lokasi 2	106
Tabel IV.19	Hasil Pengukuran Tegangan Di Desa Dadapan Lokasi 1	106
Tabel IV.20	Hasil Pengukuran Tegangan Di Desa Dadapan Lokasi 2	107
Tabel IV.21	Peraturan Dalam Pembangunan Jaringan Distribusi 20 kV	111
Tabel IV.22	Daftar Pilihan Kuesioner Pelayanan Listrik	118

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1.1. Penelitian Tentang Urban Sprawl	4
Gambar 1.2. Kerangka Pemikiran	10
Gambar 1.3. Kerangka Analisis Konsep	14
Gambar 1.4. Peta Kelurahan Meteseh	16
Gambar 1.5. SUTM Dengan Beban Terbagi per Seksi	20
Gambar 2.1. Pola Kawasan Perkotaan dan Kawasan Pinggirannya	30
Gambar 2.2. Sistem Ketenagalistrikan	40
Gambar 2.3. Trafo 60 MVA/20 kV Suatu Gardu Induk	42
Gambar 2.4. Tower Jaringan Transmisi 150 kV	43
Gambar 2.5. Gardu Distribusi Jenis Portal	44
Gambar 2.6. Rangkaian Ekuivalen L per Fasa	47
Gambar 2.7. Diagram Vektor Per Fasa Arus dan Tegangan	49
Gambar 2.8. Diagram Vektor Arus Dan Tegangan di SUTM.....	51
Gambar 2.9. SUTM Dengan Beban Terbagi Perseksi	54
Gambar 3.1. Pola Lahan Terbangun Kota Semarang	62
Gambar 3.2. Peta Jaringan Distribusi Spondol 1.....	72
Gambar 4.1. SUTM Dengan Beban Terbagi Perseksi	74
Gambar 4.2. TMP Tegangan Gardu Induk	77
Gambar 4.3. TMP Tegangan GI setelah Pembesaran Konduktor	80
Gambar 4.4. TMP Tegangan Gardu Induk setelah Pembesaran Konduktor dan Perubahan Jalur Layanan	81
Gambar 4.5. TMP Tegangan Gardu Induk setelah Pembesaran Konduktor dan Perubahan Jalur Layanan (termasuk GI Boja)	82
Gambar 4.6. Lokasi GI Ideal dari Sisi TMP Tegangan	85
Gambar 4.7. Permasalahan TMP Tegangan dan Solusi Pemecahannya.....	89
Gambar 4.8. Pertumbuhan Jumlah Penduduk Tahun 1993-2005	95
Gambar 4.9. Grafik Rata-Rata Tegangan Konsumen di Desa Meteseh	108

Gambar 4.10.	Grafik Rata-Rata Tegangan Konsumen di Desa Dadapan	108
Gambar 4.11	Grafik Kepemilikan Peralatan Listrik Penduduk	117
Gambar 4.12.	Grafik Persepsi Masyarakat Terhadap Rekening Listrik dan Respon Petugas dalam Mengatasi Gangguan.....	120
Gambar 4.13.	Grafik Persepsi Masyarakat Terhadap Pemadaman	121
Gambar 4.14.	Grafik Persepsi Masyarakat Terhadap Kondisi Tegangan	122
Gambar 4.15.	Grafik Persepsi Masyarakat Terhadap Gangguan Peralatan	123

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota berfungsi sebagai wadah segala aktivitas masyarakat / warga kota. Bentuk kota merupakan hasil suatu proses budaya manusia, dalam menciptakan ruang dan kehidupannya pada kondisi geografis tertentu. Pertambahan penduduk dalam suatu wilayah perkotaan selalu diikuti oleh peningkatan kebutuhan ruang. Kota sebagai perwujudan geografis selalu mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Dua faktor utama yang sangat berperan adalah faktor demografis dan aspek-aspek non demografis (Yunus, 1987). Dari segi demografi yang paling penting adalah segi kuantitas. Aspek kependudukan seperti aspek politik, sosial, ekonomi, dan teknologi juga selalu mengalami perubahan. Kuantitas dan kualitas kegiatannya selalu meningkat sejalan dengan pertambahan penduduk perkotaan, sehingga ruang sebagai wadah kegiatan tersebut selalu meningkat sejalan dengan pertambahan penduduk perkotaan, sehingga ruang sebagai wadah kegiatan tersebut selalu mengalami peningkatan.

Semakin berkembangnya penduduk yang tinggal di daerah perkotaan dengan segala aspek kehidupannya, yang berlangsung secara terus-menerus akan mengakibatkan kota tidak lagi dapat menampung kegiatan penduduk. Oleh karena wilayah kota secara administratif terbatas, maka harus mengalihkan perhatiannya ke daerah pinggiran kota. Akibatnya timbul kecenderungan pergeseran fungsi-fungsi kekotaan ke daerah pinggiran kota. Daerah pinggiran kota tersebut akan

mengalami proses transformasi spasial berupa proses densifikasi permukiman dan transformasi sosial ekonomi sebagai dampak lebih lanjut dari proses transformasi spasial. Proses densifikasi permukiman yang terjadi di daerah pinggiran kota merupakan realisasi dari meningkatnya kebutuhan akan ruang di daerah perkotaan. Peningkatan kebutuhan akan ruang di daerah perkotaan tersebut mendorong terjadinya perkembangan daerah pinggiran kota (*urban fringe*) dan perkembangan daerah secara acak (*urban sprawl*).

Daerah pinggiran kota (*urban fringe*) sebagai suatu wilayah peluberan kegiatan perkembangan kota telah menjadi perhatian banyak ahli di berbagai bidang ilmu seperti geografi, sosial, dan perkotaan sejak tahun 1930 an saat pertama kali istilah *urban fringe* dikemukakan dalam literatur. Besarnya perhatian tersebut terutama tertuju pada berbagai permasalahan yang diakibatkan oleh proses ekspansi kota ke wilayah pinggiran yang berakibat pada perubahan fisik misal perubahan tata guna lahan, demografi, keseimbangan ekologis serta kondisi sosial ekonomi (Subroto, dkk, 1997).

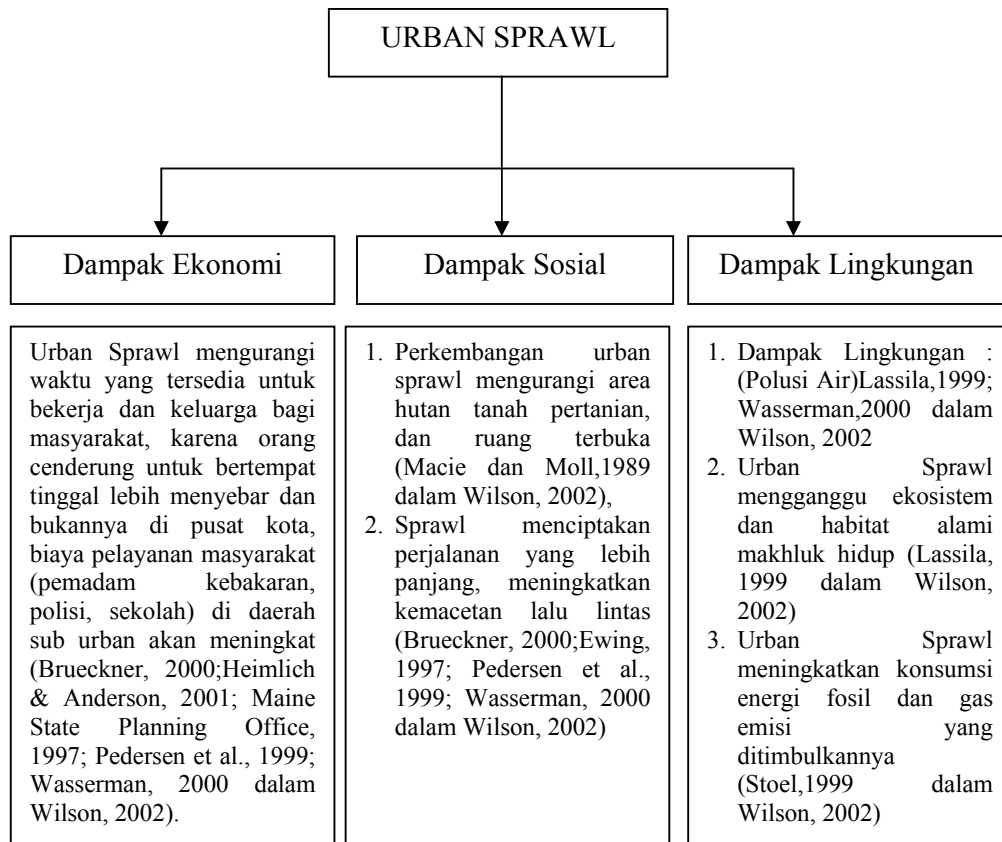
Urban sprawl merupakan fenomena kota yang sering terjadi di kota-kota besar yang tingkat kepadatan penduduknya semakin tinggi sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas ekonomi. *Urban sprawl* pada awalnya terjadi setelah akhir perang dunia kedua dan menjadi trend dalam masyarakat Amerika. Berkurangnya pelayanan kota selama perang dunia kedua menyebabkan terjadinya permasalahan kemacetan, polusi, dan ketidakmampuan sistem pembuangan limbah di pusat kota. Perubahan ini menyebabkan penduduk Amerika lebih menyukai untuk tinggal di rumah yang semakin jauh dari pusat

kota yang sering dinamakan sebagai impian penduduk Amerika (Wright, dalam Mattern, 2005). Disamping itu, dengan tinggal jauh dari pusat kota, penduduk Amerika dapat mengurangi biaya pembayaran pajak.

Sprawl bukanlah akibat alami dari adanya tekanan pasar, tetapi merupakan produk dari adanya subsidi dan ketidaksempurnaan pasar (Ewing, 1997 dalam Belmont, 2002). Subsidi ini biasanya berupa sarana dan prasarana sistem transportasi perkotaan yang cenderung lebih memanjakan kendaraan pribadi ketimbang kendaraan umum massal. Jalan tol, jalan arteri, jalan layang, simpang susun dan semacamnya dibangun terus. Akibatnya penggunaan mobil pribadi semakin meningkat dan fenomena *urban sprawl* akan semakin merebak. Fasilitas jaringan listrik yang menjangkau kawasan *sprawl* juga menjadi sebab semakin meningkatnya perkembangan *urban sprawl* di kota-kota besar di Indonesia.

Berbagai macam studi tentang *urban sprawl* telah banyak dilakukan yang diantaranya adalah dampak *urban sprawl* terhadap lingkungan (Lassila, 1999; Wasserman, 2000 dalam Wilson, 2002), Perkembangan *urban sprawl* mengurangi area hutan, tanah pertanian, dan ruang terbuka (Macie dan Moll, 1989 dalam Wilson, 2002), *Urban sprawl* mengganggu ekosistem dan habitat alami makhluk hidup (Lassila, 1999 dalam Wilson, 2002), *Urban sprawl* meningkatkan konsumsi energi fosil dan gas emisi yang ditimbulkannya (Stoel, 1999 dalam Wilson, 2002), *Urban Sprawl* mengurangi waktu yang tersedia untuk bekerja dan keluarga bagi masyarakat, karena orang cenderung untuk bertempat tinggal lebih menyebar dan bukannya di pusat kota, biaya pelayanan masyarakat (pemadam kebakaran, polisi, sekolah) di daerah *sub urban* akan meningkat (Brueckner, 2000; Heimlich &

Anderson, 2001; Maine State Planning Office, 1997; Pedersen et al., 1999; Wasserman, 2000 dalam Wilson, 2002), dan *Sprawl* menciptakan perjalanan yang lebih panjang, meningkatkan kemacetan lalu lintas (Brueckner, 2000;Ewing, 1997; Pedersen et al., 1999; Wasserman, 2000 dalam Wilson, 2002). Namun studi tentang keterkaitan *urban sprawl* dengan kualitas tegangan listrik belum pernah dilakukan, untuk itu diperlukan penelitian mengenai keterkaitan antara *urban sprawl* dengan kualitas tegangan listrik.



Sumber: Wilson,2002

GAMBAR 1.1
PENELITIAN TENTANG URBAN SPRAWL

Proses penyaluran tenaga listrik dari gardu induk ke gardu distribusi dan dari gardu ditribusi ke konsumen memerlukan jaringan penyaluran listrik yang panjang dan dengan kondisi yang demikian akan muncul rugi-rugi listrik yang cenderung menurunkan tegangan listrik. Semakin jauh jarak gardu induk dan gardu distribusi terhadap konsumen, maka penurunan tegangan listrik tersebut akan semakin besar. Hal lain yang menyebabkan terjadinya penurunan tegangan listrik adalah beban berlebih yang melebihi kapasitas dari trafo distribusi untuk mensuplai energi listrik ke pelanggan. Jaringan distribusi yang jauh dan adanya beban berlebih merupakan permasalahan utama terjadinya penurunan tegangan ke konsumen.

Permasalahan *drop* tegangan dapat mengakibatkan kegagalan operasi pada peralatan listrik konsumen (Dugan dalam Oejeekit, 2002). Banyak orang berasumsi bahwa kualitas tegangan hanya berpengaruh pada peralatan elektronik yang sensitif. Pada kenyataannya, *drop* tegangan dapat juga berpengaruh pada performa motor listrik, pemanasan lebih pada transformator dan hilangnya data pada komputer.

Komplain masyarakat terhadap *drop* tegangan yang terjadi saat ini memang belum menjadi masalah yang populer, namun tidak berarti bahwa masalah tersebut belum pernah muncul di Indonesia. Seperti diberitakan dalam Sumbawanews pada hari Rabu, 1 Agustus 2007 bahwa masyarakat Sumbawa yang terhimpun dalam Ketua Barisan Pemuda Pencari Kerja (BP2K) telah melihat permasalahan tersebut dan berencana untuk melakukan *clash action* terhadap PT. PLN (Persero) Taliwang mengenai beberapa masalah kelistrikan yang diantaranya

adalah permasalahan *drop* tegangan yang terjadi. Keluhan masyarakat terhadap kualitas tegangan listrik juga dikeluhkan oleh masyarakat Kelurahan Syamsudinooor, Kecamatan Landasan Ulin, Banjarbaru maupun masyarakat Kecamatan Playen, Bantul seperti diberitakan oleh masing-masing media lokal daerah tersebut (Banjarmasin Post dan Bernas).

Kondisi pada kawasan *urban sprawl* seperti yang terdapat di kelurahan Meteseh, Tembalang mengindikasikan hal yang serupa. Walaupun lokasinya pada kawasan *urban sprawl*, ketersediaan fasilitas jalan, dan listrik menjadikan lokasi tersebut diminati oleh penduduk meskipun kondisi kualitas tegangan listrik yang terjadi di kawasan tersebut diduga berada pada nilai dibawah nilai nominal. Padahal dalam penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, tegangan yang konstan merupakan salah satu syarat utama yang harus dipenuhi (Marsudi, 2006).

Permasalahan *urban sprawl* yang terkait dengan kualitas listrik pada umumnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Perkembangan pada kawasan *urban sprawl* cenderung membuat lokasi pemukiman jauh dari gardu induk (terdapat pada jaringan paling ujung), akibatnya terdapat rugi-rugi listrik dalam pendistribusian listrik. Rugi-rugi tersebut mengakibatkan kualitas tegangan listrik yang sampai ke konsumen berada pada besaran dibawah normal.
- b. Besaran tegangan listrik tersebut diatas akan semakin turun sejalan dengan makin meningkatnya kebutuhan energi listrik pada jaringan distribusi yang mensuplai listrik ke kawasan *urban sprawl*.

- c. Kualitas tegangan listrik yang tidak sesuai dengan tegangan kerja peralatan listrik memiliki kecenderungan mengurangi usia hidup ataupun kemampuan dari peralatan-peralatan listrik tersebut seperti komputer, lemari es, pompa air, dan peralatan-peralatan listrik yang lain yang membutuhkan tegangan konstan dalam kerjanya.

Atas dasar fenomena diatas, maka perlu dilakukan penelitian yang mengarah pada "Studi Tentang *Urban Sprawl* Kota Semarang Terhadap Kualitas Tegangan Listrik" dengan studi kasus Kelurahan Meteseh.

1.2 Rumusan Masalah

Penyediaan energi listrik di suatu wilayah kota dalam jumlah yang cukup dengan tingkat kualitas tegangan listrik yang baik merupakan bahan diskusi yang menarik dan selalu berkembang serta perlu dicarikan upaya agar tidak menimbulkan dampak negatif di kemudian hari, apalagi jika dihubungkan dengan harga energi yang terus meningkat. Atas dasar fenomena *urban sprawl* yang terjadi di Kota Semarang, untuk mendetailkan persoalan penelitian tersebut diajukan rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Semakin jauh jarak beban energi listrik dari gardu induk (*urban sprawl*) menyebabkan semakin besar terjadinya penurunan tegangan listrik.
- b. Fasilitas listrik sepertinya tidak dapat menjadi faktor pengendali perkembangan urban sprawl.
- c. Seberapa jauh persepsi masyarakat kawasan urban sprawl terhadap pelayanan energi listrik, khususnya yang berkaitan dengan besaran tegangan listrik.

Berdasarkan persoalan atau rumusan masalah seperti tersebut diatas, maka *research question* yang didapat adalah sebagai berikut:

- c. Seberapa besar tingkat penurunan tegangan di wilayah studi dan persepsi masyarakat yang timbul akibat penurunan tegangan listrik tersebut ?
- d. Mengapa jaringan listrik tidak bisa menjadi pengendali *urban sprawl* di Kota Semarang ?

1.3 Tujuan Dan Sasaran Studi

1.3.1 Tujuan Studi

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh urban sprawl terhadap kualitas tegangan listrik, sehingga didapatkan suatu konsep mengenai dampak negatif adanya urban sprawl terhadap kualitas besaran tegangan listrik.

1.3.2 Sasaran Studi

Sedangkan untuk mencapai tujuan studi tersebut diatas, maka sasaran penelitian yang diharapkan adalah sebagai berikut :

- a. Mengkaji pelayanan tegangan dari gardu induk yang berada di Kota Semarang.
- b. Melakukan komparasi tingkat penurunan besaran tegangan listrik di Kelurahan Meteseh tahun 2007 dan 2010 dengan SNI tentang tegangan listrik.
- c. Mengkaji proses dan aturan yang mendasari pembangunan jaringan distribusi.
- d. Mengkaji persepsi masyarakat di Kelurahan Meteseh sebagai kawasan *urban sprawl* terhadap pelayanan energi listrik, khususnya yang berkaitan dengan kualitas pelayanan besaran tegangan listrik saat ini.

1.4 Lingkup Studi

1.4.1 Lingkup Substansial (Materi)

Ruang lingkup materi yang dibahas antara lain meliputi hal-hal sebagai berikut :

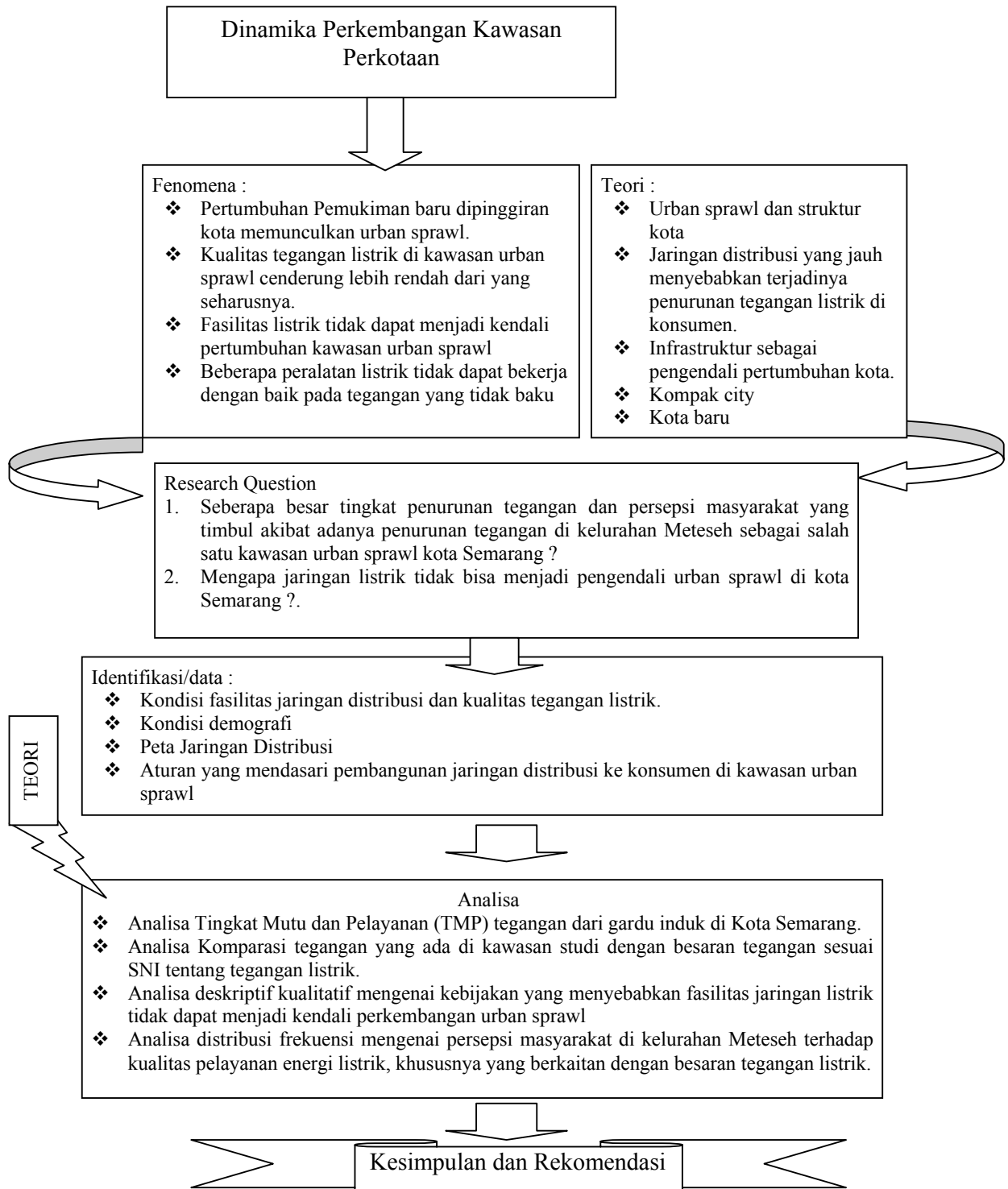
- a. Tingkat pertumbuhan penduduk kelurahan yang dilewati jalur distribusi ke Meteseh.
- b. Penurunan tegangan listrik di jaringan distribusi 20 kV.
- c. Peraturan dan pelaksanaan pembangunan jaringan distribusi.
- d. Tingkat mutu pelayanan tegangan listrik berdasarkan persepsi masyarakat.

1.4.2 Lingkup Spasial (Wilayah)

Dalam studi tentang urban sprawl ini, kawasan yang menjadi urban meliputi wilayah Kecamatan Semarang Utara, Semarang Timur, Semarang Tengah, Semarang Barat, dan Semarang Selatan. Sedangkan kawasan sprawl Kota Semarang diantaranya adalah Kelurahan Meteseh yang dijadikan penulis sebagai kawasan studi. Obyek studi merupakan pelanggan listrik di Kelurahan Meteseh yang memanfaatkan energi listrik dari PT. PLN (Persero) .

1.5 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran yang digunakan untuk menyusun studi tentang urban sprawl Kota Semarang terhadap kualitas tegangan listrik dapat dibagi menjadi beberapa tahap yang merupakan satu rangkaian kegiatan yang saling terkait dan saling menunjang.



GAMBAR 1.2
KERANGKA PEMIKIRAN

1.6 Metodologi Penelitian

1.6.1 Pendekatan Penelitian

Dalam penelitian ada dua pendekatan yang populer, yaitu pendekatan kuantitatif (*quantitative research*) dan pendekatan kualitatif (*qualitative research*). Menurut Danim (2002), kedua penelitian ini merupakan dua pendekatan yang berbeda, area masalah yang akan dikaji akan menentukan tipe pendekatan penelitian yang akan dilakukan. Fokus penelitian kuantitatif diidentifikasi sebagai proses kerja yang berlangsung secara ringkas, sempit dan reduksionistik. Reduksionistik melibatkan pembedahan atas keseluruhan menjadi bagian-bagian yang dapat diuji secara kuantitatif. Penelitian kuantitatif sangat ketat menerapkan prinsip-prinsip obyektivitas yang diperoleh, antara lain melalui penggunaan instrumen yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Penelitian kuantitatif akan mereduksi hal-hal yang dapat membuat bias, misalnya akibat masuknya persepsi dan nilai-nilai pribadi. Jika dalam penelaahan muncul adanya bias itu, penelitian kuantitatif akan jauh dari kaidah-kaidah teknik ilmiah yang sesungguhnya.

Berbeda dengan penelitian kuantitatif, fokus penelitian kualitatif adalah kompleks dan luas. Peneliti kualitatif bermaksud untuk memberi makna atas fenomena secara holistik dan harus memerankan dirinya secara aktif dalam keseluruhan proses studi. Oleh karena itu temuan-temuan dalam studi kualitatif sangat dipengaruhi oleh persepsi peneliti (Danim, 2002).

Aksioma, proses penelitian dan karakteristik penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Aksioma

Aksioma adalah pandangan dasar. Aksioma penelitian kuantitatif dan kualitatif meliputi aksioma tentang realitas, hubungan peneliti dengan yang diteliti, hubungan variabel, kemungkinan generalisasi dan peranan nilai.

Aksioma dalam pendekatan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

TABEL I.1
AKSIOMA PENDEKATAN PENELITIAN

Aksioma dasar	Metode Kuantitatif (Komparasi dan Distribusi Frekuensi)
Sifat Realistik	Tunggal, kongkrit, teramati
Hubungan peneliti dengan yang diteliti	Independen
Hubungan variabel	Sebab akibat (kausal)
Kemungkinan generalisasi	Cenderung membuat generalisasi
Peranan nilai	Cenderung bebas nilai

Sumber : Danim, 2002

b. Proses Penelitian

Proses dalam metode penelitian ini bersifat linier. Dalam penelitian kuantitatif, permasalahan digali melalui fakta-fakta empiris dan teori. Untuk menjawab rumusan masalah yang sifatnya sementara (berhipotesis) maka peneliti dapat membaca referensi teoritis yang relevan dengan masalah dan berfikir. Untuk menguji hipotesis tersebut peneliti dapat memilih metode penelitian yang sesuai.

c. Karakteristik Penelitian

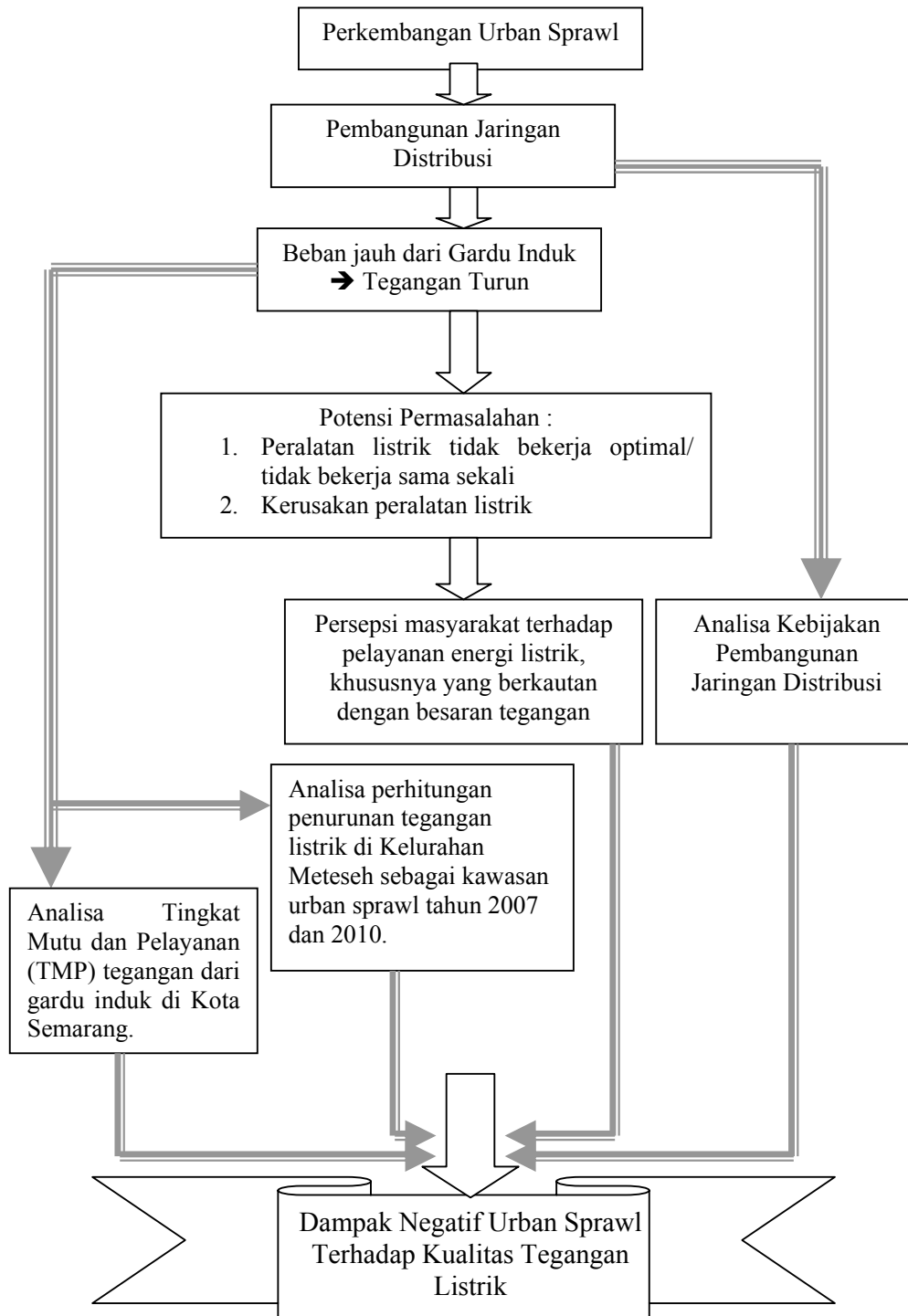
Karakteristik metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

TABEL I.2
KARAKTERISTIK METODE PENELITIAN

Aspek	Metode Kuantitatif (Komparasi dan Distribusi Frekuensi)
1. Desain	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Spesifik, jelas, rinci ❖ Ditentukan secara mantap sejak awal. ❖ Menjadi pegangan langkah demi langkah.
2. Tujuan	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Menunjukkan hubungan antar variabel. ❖ Mencari generalisasi yang mempunyai nilai prediktif.
3. Teknik Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Survey (Untuk data Sekunder dari Instansi terkait) ❖ Kuesioner (untuk data primer dari masyarakat)
4. Instrumen penelitian	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Instrumen yang telah terstandar. ❖ Angket
5. Data	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Kuantitatif. ❖ Hasil pengukuran variabel yang dioperasikan dengan menggunakan instrumen.
6. Sampel/Sumber data	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Representatif. ❖ Ditentukan sejak awal.
7. Analisis	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Setelah selesai pengumpulan data. ❖ Menggunakan komparasi, statistik.
8. Hubungan dengan responden	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Berjarak, bahkan sering tanpa kontak. ❖ Peneliti merasa/lebih tinggi. ❖ Jangka pendek.
9. Usulan desain	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Luas dan rinci. ❖ Literatur yang berhubungan dengan masalah, dan variabel yang diteliti. ❖ Prosedur yang spesifik dan rinci langkah-langkahnya. ❖ Masalah dirumuskan dengan spesifik dan jelas. ❖ Hipotesis dirumuskan dengan jelas. ❖ Ditulis secara rinci dan jelas sebelum terjun ke lapangan.
10. Kapan penelitian dianggap selesai	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Setelah semua data yang direncanakan dapat terkumpul.

Sumber : Danim, 2002

Kerangka analisis konsep dampak negatif urban sprawl terhadap kualitas tegangan listrik dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



GAMBAR 1.3
KERANGKA ANALISIS KONSEP DAMPAK NEGATIF URBAN
SPRAWL TERHADAP KUALITAS TEGANGAN LISTRIK



1.6.2 Penentuan Lokasi Penelitian

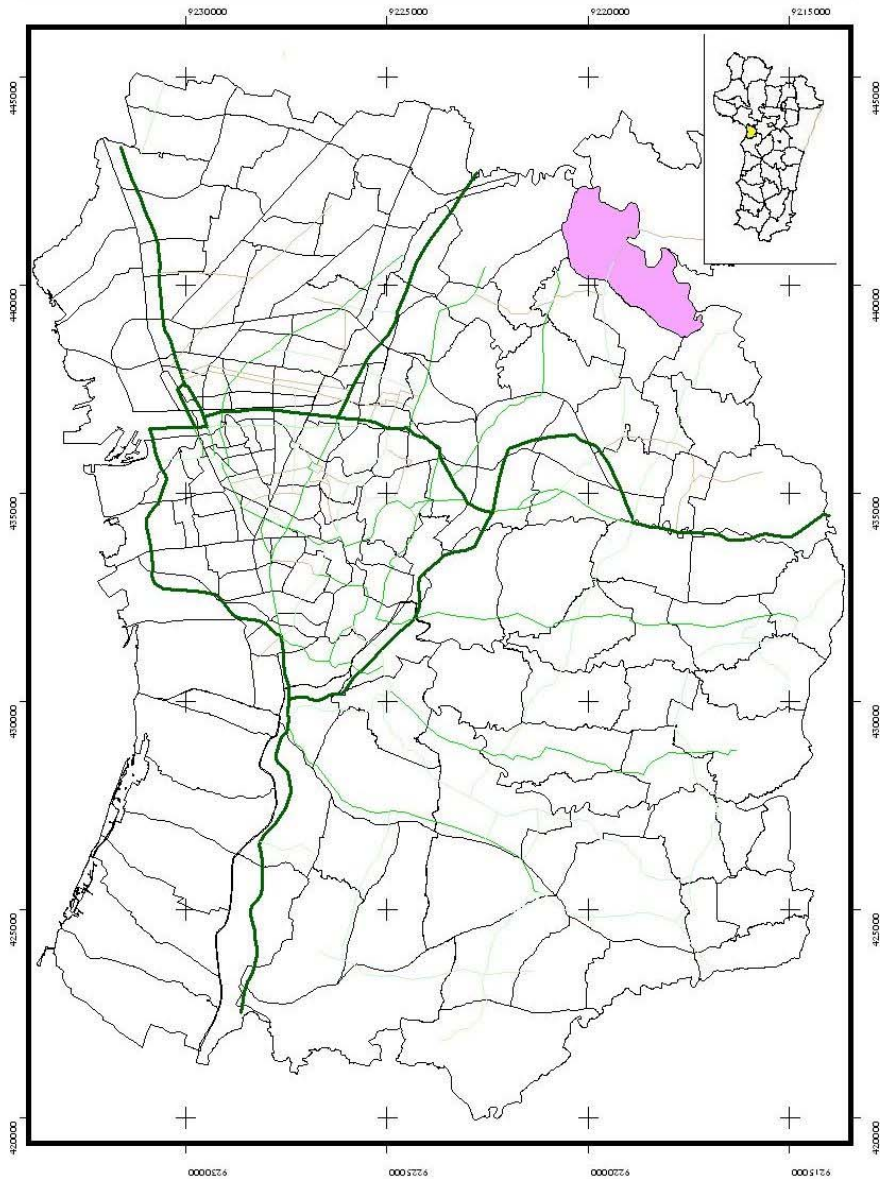
Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Meteseh yang terletak di Kecamatan Tembalang, lokasi ini dipilih dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Lokasi studi termasuk kategori urban sprawl yang masuk wilayah administrasi Kota Semarang.
- b. Lokasi studi memiliki jarak cukup jauh dari Gardu Induk. Dengan pertimbangan tersebut diharapkan akan dapat di ukur ketidaksesuaian besaran tegangan listrik yang sampai pada konsumen.
- c. Tidak ada perlakuan dari Pemerintah Kota Semarang seperti Bukit Semarang Baru (BSB) yang oleh Pemerintah Kota Semarang dijadikan sebagai kota baru.

1.6.3 Teknik Analisis

Dalam upaya memperkaya data dan lebih memahami fenomena yang diteliti, terdapat usaha mengkombinasikan pendekatan kuantitatif dan kualitatif dalam suatu penelitian (Singarimbun, 1989). Dengan demikian teknik analisis yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk perhitungan penurunan tegangan , sedangkan teknik analisis kualitatif digunakan dalam analisa kebijakan pembangunan jaringan distribusi. Untuk analisa persepsi masyarakat menggunakan kedua teknik analisa tersebut.

 <p>PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER PEMBANGUNAN WILAYAH DAN KOTA UNIVERSITAS DIPONEGORO 2007</p>	<p>TESIS STUDI TENTANG URBAN SPRAWL KOTA SEMARANG TERHADAP KUALITAS TEGANGAN LISTRIK KASUS KELURAHAN METESIH</p>	<p>PETA WILAYAH STUDI (KELURAHAN METESIH)</p>	<p>LEGENDA</p> <ul style="list-style-type: none">Kelas Jalan<ul style="list-style-type: none">Arteri PrimerArteri SekunderKolektor PrimerKolektor SekunderLokal PrimerBatas KelurahanMetesih		<p>NO. GAMBAR 1.4</p>	<p>SUMBER HASIL ANALISIS</p>
--	--	---	--	--	-----------------------	----------------------------------



1.6.3.1 Analisa TMP tegangan dari gardu induk di Kota Semarang

Analisa TMP tegangan dari gardu induk di Kota Semarang meliputi analisa kondisi eksisting tingkat mutu pelayanan tegangan dari gardu induk dan alternatif penanggulangan permasalahan TMP tegangan di Kota Semarang.

Dari analisis ini, akan didapatkan gambaran secara umum mengenai kondisi tingkat mutu dan pelayanan tegangan dari gardu induk di Kota Semarang, rekayasa teknik yang diperlukan untuk menanggulangi permasalahan tegangan bagi konsumen di luar jalur TMP tegangan standar, pendekatan ideal lokasi gardu induk di Kota Semarang, dan kombinasi pendekatan ideal dengan kondisi eksisting dalam mengatasi permasalahan TMP tegangan.

1.6.3.2 Analisa Komparasi Tegangan dengan Tegangan Standar

Dalam perhitungan tegangan di kelurahan Meteseh tersebut, digunakan asumsi bahwa tidak ada upaya-upaya perbaikan tegangan dari PLN seperti pemasangan kapasitor bank, perubahan tap changer trafo distribusi, maupun pengalihan jaringan distribusi.

Hasil dari analisa ini adalah prosentase penurunan tegangan yang didapat dari hasil perhitungan dan pengukuran penurunan tegangan dengan standar tegangan baku yang telah ditetapkan oleh Pemerintah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang tegangan listrik.

Untuk mendapatkan hasil perhitungan dan pengukuran besaran tegangan listrik dikawasan studi, hal-hal yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Pengamatan peta.

Pengamatan ini diperlukan untuk mengetahui kelurahan yang dilewati oleh jalur distribusi Spondol 1 (jalur distribusi yang sampai pada Kelurahan Meteseh). Pengamatan dilakukan terhadap peta distribusi jaringan listrik pada penyulang spondol 1 dari Gardu Induk Spondol yang digunakan untuk mensuplai kawasan Kelurahan Meteseh. Apabila diperlukan akan dilakukan survei lapangan apabila jaringan distribusi dalam peta tidak dapat menjelaskan jalur distribusi penyaluran yang ada.

Hasil akhir dari analisa ini adalah nama-nama kelurahan yang dilewati jalur distribusi Spondol 1 untuk kemudian digunakan dalam perhitungan tingkat pertumbuhan penduduknya.

b. Perhitungan tingkat pertumbuhan penduduk.

Berdasarkan hasil deskriptif peta dan single line diagram jaringan distribusi Spondol 1, maka didapatkan beberapa nama-nama kelurahan yang dilewati jalur distribusi listrik tersebut. Selanjutnya dicari data sekunder mengenai jumlah penduduk kelurahan yang dilewati jalur distribusi Spondol 1.

Untuk memproyeksikan jumlah penduduk di tahun-tahun berikutnya, digunakan metode regresi dengan memperhatikan pola pertumbuhan penduduk pada tahun-tahun sebelumnya. Dalam metode regresi, jumlah penduduk dianggap variabel dependen yang dikaitkan dengan variabel independen lain berdasarkan pengalaman empiris seperti tahun, lapangan kerja, dan lainnya. Variabel independen hanya terdiri dari satu variabel (*simple regression*) atau lebih dari satu variabel (*multiple regression*). Bentuk garis regresi dapat berupa linear (garis

lurus) dan kurva linear (garis lengkung). Kurva linear yang umum dipakai dapat berbentuk eksponensial, gompertz, dan logistik.

Dalam pemilihan bentuk regresi yang digunakan. Pendekatan awal dilakukan dengan cara membuat *scatter diagram*, yaitu menggambarkan titik-titik berupa jumlah penduduk masa lalu pertahun pada bidang koordinat. Dari tebaran titik-titik tersebut dapat diduga bentuk kurva mana yang paling mendekati keseluruhan dari titik-titik tersebut.

c. Perhitungan tingkat pertumbuhan daya.

Berdasarkan hasil analisa tingkat pertumbuhan penduduk, maka didapatkan jumlah penduduk di kelurahan-kelurahan yang dilewati jalur distribusi Srdol 1 pada tahun 2005 sampai dengan tahun 2010.

Penggunaan listrik di Kota Semarang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, penerangan jalan, sosial dan komersial. Adapun asumsi yang digunakan untuk merencanakan kebutuhan listrik di Kota Semarang menurut RTRW Kota Semarang 2005-2010 yaitu:

- ❖ Tiap orang membutuhkan listrik 180 VA.
- ❖ Penerangan jalan, sosial, dan komersial sebesar 10 % dari total kebutuhan listrik meliputi BWK VIII dan IX, sebesar 15 % meliputi BWK V, VI dan VII sebesar 20 % meliputi BWK II, III, IV, dan X, sebesar 30 % meliputi BWK I.

Hasil akhir dari analisa ini adalah jumlah besaran daya listrik (VA) yang diperlukan oleh penduduk di kelurahan-kelurahan yang dilewati jalur distribusi Srdol 1 hingga Kelurahan Meteseh.

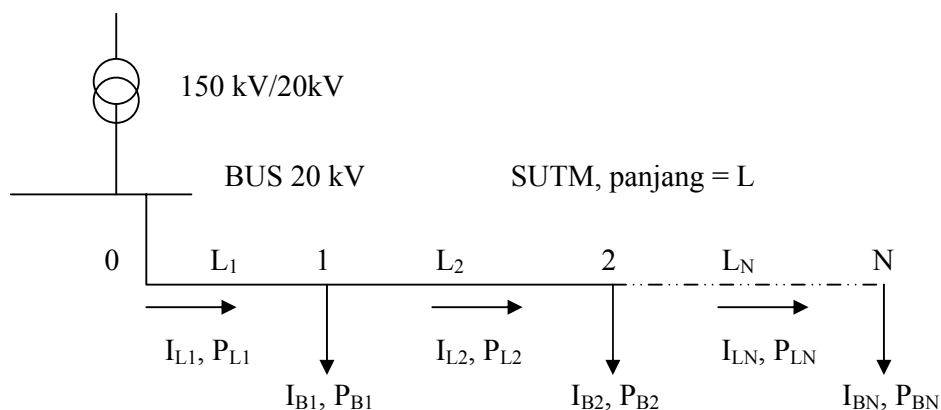
d. Perhitungan besaran tegangan konsumen

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat pertumbuhan daya, maka didapatkan jumlah besaran daya listrik (VA) yang diperlukan oleh penduduk di kelurahan-kelurahan yang dilewati jalur distribusi Srandol 1 hingga Kelurahan Meteseh.

Berdasarkan pola pertumbuhan daya tersebut, dilakukan analisa mengenai pola penurunan tegangan di Kelurahan Meteseh pada tahun 2007, dan 2010 dengan asumsi tidak ada perubahan fasilitas distribusi oleh PT. PLN selama kurun waktu proyeksi pola penurunan tegangan.

Momen daya dapat dihitung sebagai jumlah dari momen daya masing-masing seksi dalam jaringan, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 M_p &= M_{P1} + M_{P2} + M_{P3} + \dots + M_{PN} \\
 &= P_{L1} L_1 + P_{L2} L_2 + P_{L3} L_3 + \dots + P_{LN} L_N \\
 &= (P_{B1} + P_{B2} + \dots + P_{BN}) L_1 + (P_{B2} + P_{B3} + \dots + P_{BN}) L_2 + \dots + P_{BN} L_N \\
 &= P_{B1} L_1 + P_{B2} (L_1 + L_2) + \dots + P_{BN} (L_1 + L_2 + \dots + L_N) \dots \dots \dots (1.1)
 \end{aligned}$$



GAMBAR 1.5
SUTM DENGAN BEBAN TERBAGI PER SEKSI

Berdasarkan gambar 1.5, susut tegangan jaringan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Sigma \Delta V &= \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots + \Delta V_N \\ &= (M_{P1}/V_0 + M_{P2}/V_1 + \dots + M_{PN-1}/V_{N-1}) (r \pm x \tan \phi) \dots\dots\dots(1.2)\end{aligned}$$

Dengan asumsi penurunan tegangan di gardu distribusi 3 % ,SUTR 4 % dan sambungan rumah 1% (Markoni:2006) maka dapat diketahui besaran tegangan yang diterima oleh konsumen listrik di kelurahan Meteseh dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_K = 0,92 \times GD \times (V_0 - \Sigma \Delta V) \dots\dots\dots(1.3)$$

Dimana,

V_K = Besaran tegangan yang diterima konsumen.

GD = Perbandingan tegangan output dan input pada gardu distribusi
= 230/20.000

V_0 = Tegangan Outgoing Gardu Induk

Hasil akhir dari analisa ini adalah berupa besaran tegangan yang sampai pada masing-masing konsumen di Kelurahan Meteseh.

e. Pengukuran tegangan konsumen.

Selain melakukan perhitungan mengenai besaran tegangan yang sampai pada konsumen, dilakukan juga pengukuran tegangan konsumen di lapangan secara langsung. Jangka waktu pengukuran dilakukan selama satu minggu berturut-turut dengan waktu pengukuran 2 kali setiap harinya, yaitu saat beban puncak (antara pukul 17.00 – 21.00) dan beban rendah (antara pukul 10.00 – 14.00).

- f. Komparasi besaran tegangan konsumen di kelurahan Meteseh dengan tegangan standar SNI

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengukuran besaran tegangan listrik yang diterima konsumen di Kelurahan Meteseh, maka dapat dilakukan perbandingan prosentase tegangan yang diterima konsumen di Kelurahan Meteseh dengan tegangan standar (Standar Nasional Indonesia nomor: 04-0227-2003 tentang tegangan listrik).

1.6.3.3 Analisa Kebijakan Dalam Pembangunan Jaringan Distribusi

Pembangunan jaringan distribusi tenaga listrik yang secara tidak langsung mendorong terjadinya berbagai permasalahan yang diantaranya adalah terjadinya *urban sprawl*. Untuk itu diperlukan penelaahan lebih mendalam mengenai kebijakan-kebijakan yang mendasari pembangunan jaringan distribusi tenaga listrik. Kebijakan dalam hal ini terbagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- a. Peraturan-peraturan yang ada.

Peraturan yang akan ditelaah meliputi semua peraturan perundangan yang dikeluarkan oleh Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah yang berkaitan dengan pembangunan jaringan distribusi.

- b. Pelaksanaan dilapangan.

Pelaksanaan pembangunan jaringan distribusi di dalam prakteknya yang didapatkan dari hasil wawancara dengan Manager PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) Semarang.

Dalam wawancara ini, digunakan metode wawancara bebas terpimpin dimana pewawancara membawa pedoman yang hanya merupakan garis besar tentang hal-hal yang akan ditanyakan.

Hasil analisa ini berupa deskripsi tentang peraturan-peraturan pemerintah dan kebijakan intern PLN yang mendorong pembangunan jaringan distribusi listrik di kawasan *urban sprawl*.

1.6.3.4 Analisa Persepsi Masyarakat Kawasan Urban Sprawl Terhadap Kualitas Pelayanan Besaran Tegangan Listrik

Kualitas besaran tegangan listrik merupakan isu baru yang mulai timbul di Indonesia, adanya komplain terhadap penyedia jasa listrik seperti yang terjadi di beberapa daerah memerlukan penelaahan lebih mendalam mengenai persepsi masyarakat terhadap kualitas pelayanan besaran tegangan listrik.

Beberapa peralatan listrik seperti seperti kulkas, pompa air, televisi, lampu pijar, lampu TL tidak dapat bekerja secara maksimal apabila tegangan yang dikenakan berada dibawah rating kerja peralatan tersebut. Bahkan untuk peralatan listrik seperti komputer cenderung menimbulkan kerusakan yang permanen apabila tidak digunakan pada tegangan kerjanya. Untuk itu diperlukan data tentang peralatan listrik yang dimiliki masyarakat sehingga permasalahan yang timbul akibat tegangan yang turun dapat diantisipasi sedini mungkin.

Hasil analisa deskriptif ini kondisi kualitas pelayanan besaran tegangan listrik di kawasan *urban sprawl* berdasarkan persepsi masyarakatnya.

1.6.4 Penentuan Sampel Dari Masyarakat

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *Simple Random Sampling*, yaitu sampel diambil secara acak dalam jangka waktu tertentu. Teknik ini dilakukan karena analisis penelitiannya cenderung deskriptif dan bersifat umum. Perbedaan karakter yang mungkin ada pada setiap unsur atau elemen populasi tidak merupakan hal yang penting bagi rencana analisisnya. Dengan demikian setiap unsur populasi mempunyai kesempatan sama untuk bisa dipilih menjadi sampel.

Pengambilan sampel untuk kebutuhan data primer dari masyarakat di Kelurahan Meteseh digunakan rumus dari Solvin (Husen, 2001) seperti berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N.e^2}$$

Dimana :

n : Jumlah anggota sampel.

N : Jumlah populasi

e^2 : Toleransi derajat kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan pengambilan sampel, nilai sekitar (10 %).

Jika toleransi diambil 10 % dan jumlah KK penduduk Meteseh sebanyak 2.424 KK, maka jumlah sampel yang diambil adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{2.428}{1 + 2.428(0,1)^2} = \frac{2.428}{25,28} = 96 \text{ sampel}$$

Dari 2.424 KK (N=2.424), akan diambil 96 sampel (n=96) yang dilakukan secara acak. 2.424 KK tersebut diasumsikan dilakukan penomoran dari 1 sampai 2.424.

Prosedur yang digunakan dalam penggunaan tabel acak adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan titik awal dan angka terpilih pada tabel acak.

Dalam penentuan titik awal, penulis menentukan titik awal dari tabel acak adalah baris ke 1 kolom 14.

- b. Salin angka-angka yang terambil dari tabel acak.

Karena jumlah populasi sampai dengan 1000, maka penyalinan tabel acak dilakukan tiap tiga digit.

- c. Tentukan anggota populasi yang terambil sebagai sampel atas dasar angka dari tabel acak yang terambil. Bila ada anggota populasi yang terambil 2 kali, maka yang terakhir dibuang dan diganti dengan angka yang berikutnya dari tabel acak.

TABEL I.3
BILANGAN ACAK KOLOM 14 TERURUT

Line	Col (14)	Line	Col (14)	Line	Col (14)	Line	Col (14)
1	4	26	280	51	567	76	812
2	6	27	289	52	572	77	820
3	24	28	307	53	583	78	828
4	31	29	311	54	585	79	834
5	40	30	322	55	586	80	846
6	50	31	325	56	592	81	851
7	62	32	338	57	597	82	860
8	65	33	341	58	613	83	868
9	84	34	348	59	618	84	880
10	92	35	378	60	630	85	894
11	104	36	379	61	653	86	896
12	129	37	437	62	672	87	900
13	136	38	448	63	700	88	908
14	157	39	449	64	702	89	920
15	171	40	468	65	707	90	925
16	188	41	499	66	709	91	926
17	191	42	501	67	719	92	928
18	202	43	501	68	725	93	941
19	233	44	505	69	730	94	942
20	238	45	510	70	746	95	947
21	239	46	532	71	749	96	951
22	250	47	541	72	788	97	952
23	253	48	546	73	791	98	952
24	277	49	547	74	794	99	952
25	280	50	556	75	809	100	953

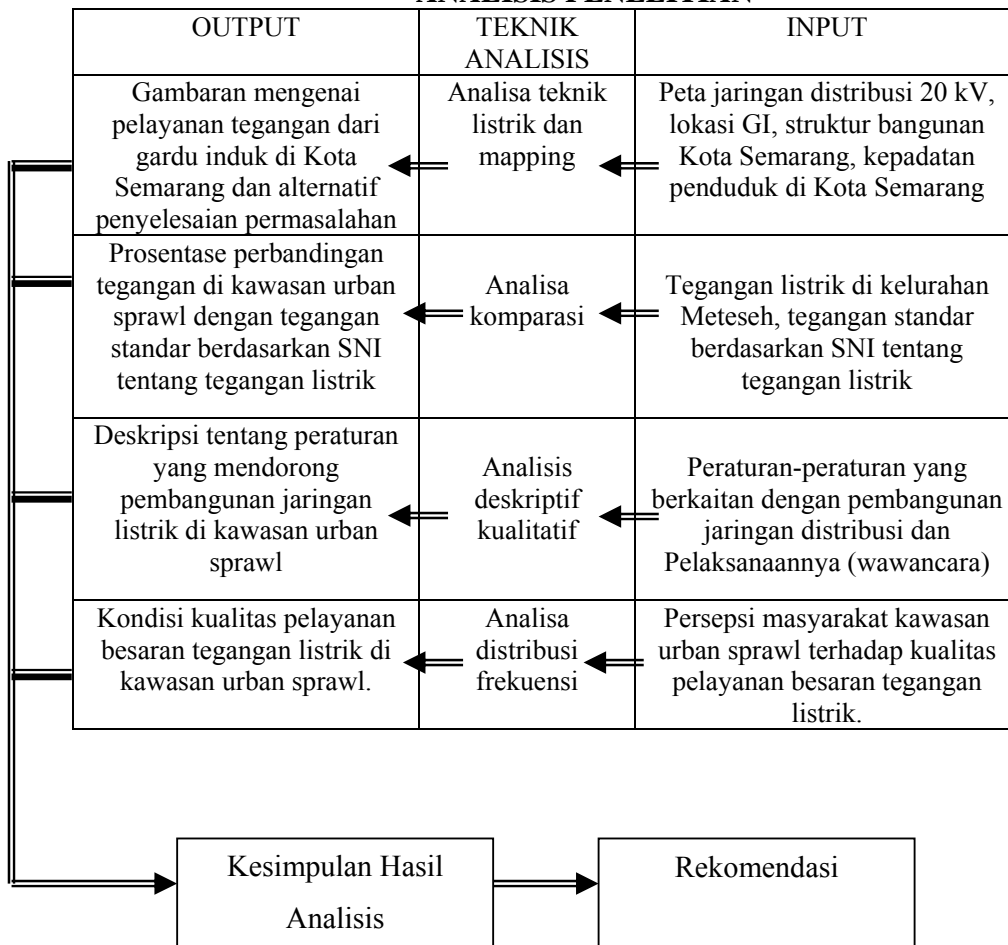
Sumber : Hasil Analisis, 2007

Dari tabel I.3. terlihat bahwa urutan 26, 43, 98, dan 99 memiliki nilai yang sama, maka urutan tersebut tidak digunakan. Jadi urutan yang digunakan adalah urutan dari 1 sampai 100 selain keempat urutan diatas (96 sampel).

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penelitian yang bertemakan “Studi Tentang *Urban Sprawl* Kota Semarang terhadap Kualitas Tegangan Listrik” dengan mengambil studi kasus Kelurahan Meteseh terbagi dalam lima bab, yaitu:

TABEL I.4
ANALISIS PENELITIAN



BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan sasaran penelitian, lingkup penelitian, kerangka pemikiran, metodologi penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB II KAJIAN URBAN SPRAWL KAITANNYA DENGAN PELAYANAN BESARAN TEGANGAN LISTRIK

Bab ini berisikan uraian teori-teori yang menunjang dalam analisa penelitian. Teori-teori tersebut diantaranya adalah teori urban sprawl, desain kota baru dan kota kompak, pelayanan publik, sistem tenaga listrik, tahanan konduktor, susut tegangan pada JTM, dan pelayanan infrastruktur listrik.

BAB III TINJAUAN PELAYANAN LISTRIK DI KOTA SEMARANG

Pada bab ini akan diuraikan mengenai gambaran umum mengenai urban sprawl dan sistem tenaga listrik yang ada di kota Semarang serta gambaran khusus mengenai kelurahan Meteseh sebagai obyek penelitian. Kelurahan Meteseh merupakan salah satu bentuk urban sprawl di Kota Semarang yang termasuk dalam wilayah pelayanan PLN UPJ Semarang Selatan.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan mengenai hasil-hasil penelitian dengan dengan metode kuantitatif maupun kualitatif melalui alat analisa komparasi, argumentasi, dan distribusi frekuensi. Penyajian analisa dilakukan melalui tabel-tabel, peta, diagram, perhitungan, dan paparan deskriptif.

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan kesimpulan terhadap hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan dan rekomendasi.

BAB II

KAJIAN *URBAN SPRAWL*

KAITANNYA DENGAN PELAYANAN BESARAN

TEGANGAN LISTRIK

2.1 Urban Sprawl

Urban sprawl merupakan fenomena kota yang sering terjadi di kota-kota besar yang tingkat kepadatan penduduknya semakin tinggi sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas ekonomi. *Urban sprawl* pada awalnya terjadi setelah akhir perang dunia kedua dan menjadi trend dalam masyarakat Amerika. Berkurangnya pelayanan kota selama perang dunia kedua menyebabkan terjadinya permasalahan kemacetan, polusi, dan ketidakmampuan sistem pembuangan limbah di pusat kota. Perubahan ini menyebabkan penduduk Amerika lebih menyukai untuk tinggal di rumah yang semakin jauh dari pusat kota yang sering dinamakan sebagai impian penduduk Amerika (Wright, dalam Mattern, 2005). Disamping itu, dengan tinggal jauh dari pusat kota, penduduk Amerika dapat mengurangi biaya pembayaran pajak.

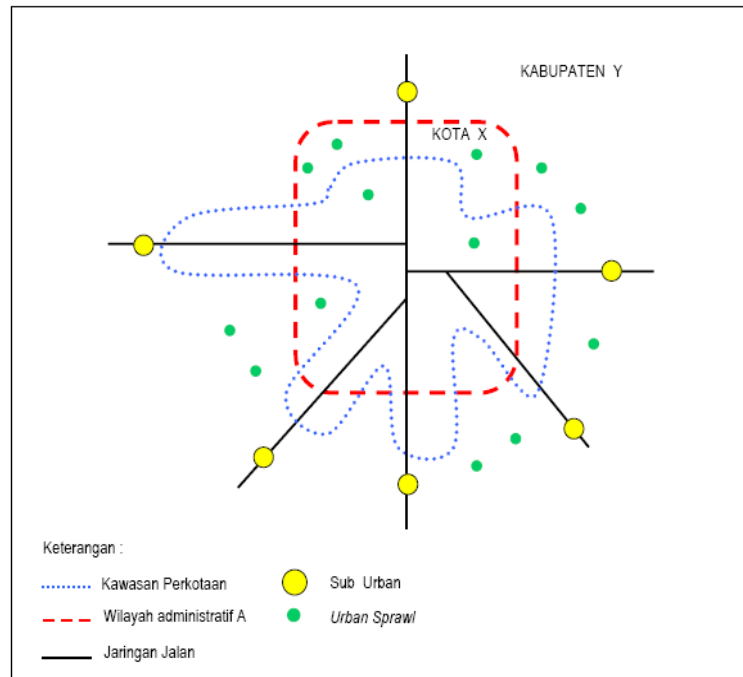
Urban sprawl memiliki dampak lingkungan yang cukup besar. Dampak lingkungan yang terjadi lebih dari sekedar penggunaan lahan untuk pemukiman. Perkembangan pemukiman yang meluas menyebabkan semakin meluasnya polusi air (Lassila,1999; Wasserman,2000 dalam Wilson, 2002). Perkembangan *urban sprawl* tidak hanya mengurangi area hutan (Macie dan Moll,1989 dalam Wilson, 2002), tanah pertanian, dan ruang terbuka, tetapi juga menimbulkan aktivitas yang mengganggu ekosistem dan habitat alami makhluk hidup (Lassila, 1999 dalam

Wilson, 2002). *Sprawl* ditetapkan sebagai faktor dalam polusi udara sejak ketergantungan terhadap mobil/kendaraan bermotor menjadi gaya hidup yang ditandai dengan meningkatnya konsumsi energi fosil dan gas emisi yang ditimbulkannya (Stoel, 1999 dalam Wilson, 2002).

Sprawl juga berdampak pada isu sosial dan ekonomi terhadap masyarakat di pusat kota dan kualitas hidup kawasan *sub urban*. *Sprawl* dianggap sebagai penyebab meluasnya perdagangan ke arah luar kota dengan jangkauan konsumen yang lebih banyak, mall-mall regional dan restaurant (Pedersen, Smith, dan Adler, 1999 dalam Wilson, 2002). *Sprawl* menciptakan perjalanan lebih panjang, meningkatkan kemacetan lalu lintas (Brueckner, 2000; Ewing, 1997; Pedersen et al., 1999; Wasserman, 2000 dalam Wilson, 2002) dan mengurangi waktu yang tersedia untuk bekerja dan keluarga bagi masyarakat, karena orang cenderung bertempat tinggal lebih menyebar dan bukannya di pusat kota, biaya pelayanan masyarakat (pemadam kebakaran, polisi, sekolah) di daerah *sub urban* akan meningkat (Brueckner, 2000; Heimlich & Anderson, 2001; Maine State Planning Office, 1997; Pedersen et al., 1999; Wasserman, 2000 dalam Wilson, 2002).

Permasalahan *urban sprawl* di Amerika lebih didasari pada ketidakmampuan pemerintah dalam melayani masyarakat untuk mengatasi permasalahan kemacetan, polusi, dan sistem pembuangan limbah yang mengakibatkan penduduknya lebih menyukai untuk tinggal di kawasan yang jauh dari pusat kota.

Pola hubungan antara kawasan perkotaan dan kawasan pinggirannya dapat dilihat pada gambar berikut:



Sumber : Dep.PU, 2006

GAMBAR 2.1
POLA HUBUNGAN ANTARA KAWASAN PERKOTAAN DAN
KAWASAN PINGGIRANNYA

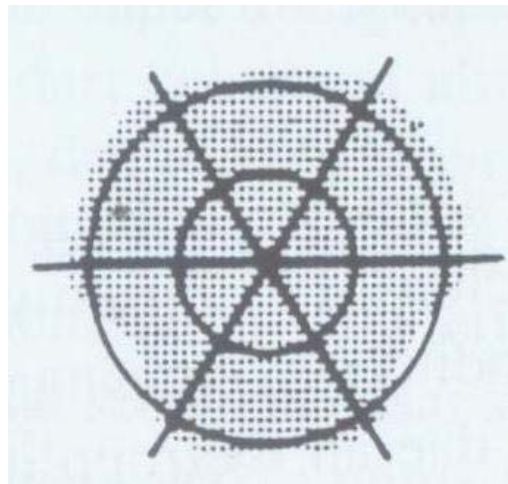
Sprawl bukanlah akibat alami dari adanya tekanan pasar, tetapi merupakan produk dari adanya subsidi dan ketidaksempurnaan pasar (Ewing, 1997 dalam Belmont, 2002). Subsidi ini biasanya berupa sarana dan prasarana sistem transportasi perkotaan yang cenderung lebih memanjakan kendaraan pribadi ketimbang kendaraan umum massal. Jalan tol, jalan arteri, jalan layang, simpang susun dan semacamnya dibangun terus. Akibatnya penggunaan mobil pribadi semakin meningkat dan fenomena *urban sprawl* akan semakin merebak. Banyak studi yang menjelaskan hubungan antara perkembangan jalan dengan perluasan kota (Hylon,1995;Parker,1995 dalam Zhang, 2000). Fasilitas jaringan listrik yang

menjangkau kawasan *sprawl* juga menjadi sebab semakin meningkatnya perkembangan urban *sprawl* di kota-kota besar di Indonesia.

Secara garis besar, ada 3 macam proses perluasan areal kekotaan, yaitu

1. Perembetan Konsentris

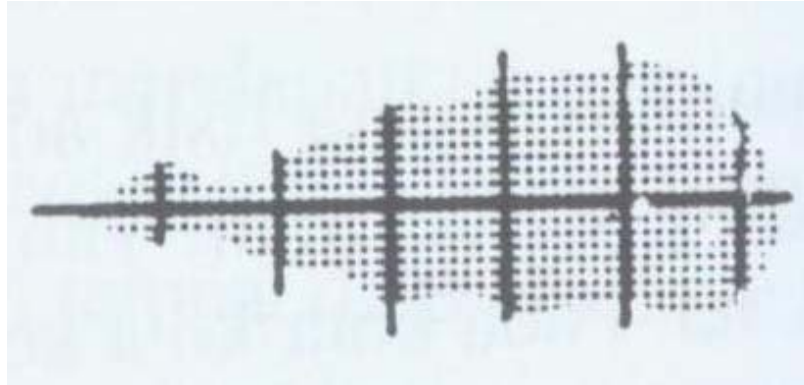
Tipe pertama ini oleh Harvey Clark, 1971 dalam Yunus, (1987) disebut sebagai "*low density continous development*" dan oleh Wallace, 1980 dalam Yunus, (1987) disebut sebagai "*Concentric Development*". Tipe ini merupakan jenis perembetan areal perkotaan yang paling lambat. Perembetan berjalan perlahan-lahan terbatas pada semua bagian-bagian luar kenampakan fisik kota.



Sumber : Branch, 1985

Karena sifat perembetannya yang merata disemua bagian kenampakan kota yang sudah ada, maka tahap berikutnya akan membentuk suatu kenampakan morfologi kota yang relatif kompak. Peran transportasi terhadap perembetan konsentris ini tidak begitu besar.

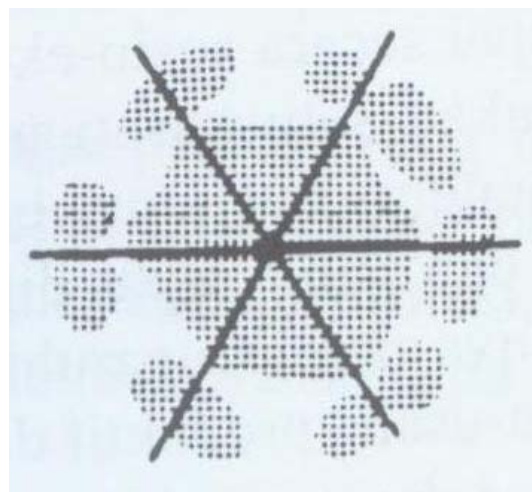
2. Perembetan memanjang



Sumber : Branch, 1985

Tipe ini menunjukkan ketidakmerataan areal kekotaan di semua bagian sisi-sisi luar daripada daerah kota utama. Perembetan paling cepat terlihat di sepanjang jalur transportasi yang ada, khususnya yang bersifat menjari dari pusat kota. Daerah disepanjang rute transportasi utama merupakan tekanan paling berat dari perkembangan.

3. Perembetan yang meloncat.



Sumber : Branch, 1985

Tipe perkembangan ini oleh kebanyakan pakar lingkungan dianggap merugikan, tidak efisien dalam arti ekonomi, tidak mempunyai nilai estetika dan tidak menarik. Perkembangan lahan kota terjadi perpecahan secara sporadis dan tumbuh di tengah-tengah lahan pertanian. Keadaan ini sangat menyulitkan pemerintah kota untuk membangun prasarana-prasarana fasilitas kebutuhan hidup sehari-hari. Pembiayaan pembangunan jaringan-jaringannya sangat tidak sebanding dengan jumlah penduduk yang diberi fasilitas. Khususnya apabila dibandingkan dengan penduduk yang tinggal di areal perkotaan yang kompak.

Tipe ini sangat cepat menimbulkan dampak negatif terhadap kegiatan pertanian pada wilayah yang luas sehingga penurunan produktivitas pertanian akan lebih cepat terjadi. Disamping beberapa faktor-faktor pendorong yang telah dikemukakan diatas, kegiatan spekulasi pada daerah-daerah yang belum terbangun sangat mencolok sekali adanya.

Urban sprawl mempunyai ekspresi yang bervariasi. Ekspresi keruangan ini sebagian terjadi melalui proses-proses tertentu yang dipengaruhi faktor-faktor fisik dan non fisik. Faktor fisik berkaitan dengan keadaan topografi, struktur geologi, geomorfologi, perairan dan tanah. Faktor-faktor non fisik antara lain kegiatan penduduk (politik, sosial, budaya, teknologi) urbanisasi, peningkatan kebutuhan akan ruang, peningkatan jumlah penduduk, perencanaan tata ruang, perencanaan tata kota, zoning, peraturan-peraturan pemerintah tentang bangunan, dsb. Peranan aksesibilitas, prasarana transportasi, sarana transportasi, pendirian fungsi-fungsi besar (industri, perumahan, dll) mempunyai peranan yang besar pula dalam membentuk variasi ekspresi keruangan kenampakan kota.

Untuk mengatasi permasalahan urban sprawl, terdapat 2 konsep desain kota yang mungkin untuk dilakukan. Dua konsep tersebut adalah desain kota baru dan kota kompak.

2.1.1 Desain Kota Baru

Kota baru merupakan salah satu metode dalam penyelesaian permasalahan *urban sprawl*. Kota baru disini meliputi pengembangan pedestrian, ruang terbuka, dan struktur pembatasan lingkungan. Hal ini dapat dilakukan diseluruh area metropolitan dengan menyiapkan area pertumbuhan baru seperti halnya dipusat kota (Calthorpe xi, 1994 dalam Mattern, 2005).

Pola perkembangan kota baru dan penetapan hukum lokal tidak membedakan kelompok umur, pendapatan, kesukuan, dan keluarga. Hal ini disebabkan karena aktivitas penduduk yang terisolasi satu dengan yang lain merupakan jaringan yang tidak efisien dan menimbulkan kemacetan dan polusi. Konsep kota baru menyatukan penduduk yang terpisah untuk bersama-sama dalam satu komunitas (Calthorpe xii, 1994 dalam Mattern, 2005). Sebagai contoh, kota baru Seaside, Florida menggunakan prinsip “*five-minute walk*” yang menerapkan waktu jarak tempuh yang singkat dalam aktivitas keseharian penduduk (Katz 4 dalam Mattern, 2005). Komunitas ini menggunakan pedestrian dalam kesehariannya dan mengurangi ketergantungan pada *automobile*.

Prinsip disain kota baru meliputi kebebasan berjalan, koneksitas, struktur multiguna, keanekaragaman, arsitektur yang berkualitas, disain kota yang

berkualitas, struktur lingkungan yang alami, peningkatan kepadatan, transportasi yang nyaman, keberlanjutan dan kualitas hidup.

Secara teori, disain kota baru lebih berkelanjutan dibandingkan dengan urban sprawl karena memberikan dampak lingkungan yang minimal dalam perkembangannya. Disain ini memerlukan lahan yang lebih sedikit, pengurangan kebutuhan akan kendaraan. Disain pedestrian mendorong penggunaan sepeda, jalan kaki, dan jenis lainnya yang mengandung arti bahwa jarak tempuh sehari-hari, bangunan, perumahan, tempat belanja, dan pelayanan terletak pada jarak yang dekat.

2.1.2 Kota Kompak

Ide kota kompak ini pada awalnya adalah sebuah respon dari pembangunan kota acak (*urban sprawl development*), seperti ditunjukkan perbedaannya pada Tabel II.1. Dan sangat mungkin ini adalah siklus berulang perkembangan kota dan tarik menarik kepentingan pada fungsi kota sejak dua abad terakhir ini, silih berganti antara memusat dan menyebar (*centrist* dan *de-centrist*) (Breheny dalam Roychansyah 2006).

Pilihan kompak atau tidak kompak dalam menjawab masalah keberlanjutan dalam sebuah “*organisme*” kota sebenarnya sangat bergantung pada kecenderungan, perilaku, kapasitas, fleksibilitas, dan tentunya kebijakan dalam sebuah kota. Hak yang kiranya cukup penting adalah optimalisasi tingkat kekompakan kota (*city compactness level*) dalam menjawab tantangan ini.

TABEL II.1
PERBANDINGAN ANTARA PEMBANGUNAN ACAK DAN
PEMBANGUNAN TERKENDALI

Aspek	Pembangunan Acak (Sprawl Development)	Pembangunan Terkendali (Anti-Sprawl Development)
Kepadatan	Kepadatan rendah	Kepadatan tinggi
Pola pertumbuhan	Pembangunan pada peri-peri kota, ruang dan ruang hijau, melebar	Pembangunan pada ruang-ruang sisa/antara, kompak
Guna lahan	Homogen, terpisah-pisah	"Mixed", cenderung menyatu
Skala	Skala besar (bangunan yang lebih besar, blok, jalan lebar), kurang detil, artikulasi bagi pengendara mobil	Skala manusia, kaya dengan detil, artikulasi bagi pejalan kaki
Layanan komunitas	<i>Shopping mall</i> , perjalanan mobil, jauh, sukar untuk ditemukan	<i>Main street</i> , jalan kaki, semua fasilitas mudah ditemukan
Tipe komunitas	Perbedaan rendah, hubungan antar anggota lemah, hilangnya ciri komunitas	Perbedaan tinggi dengan hubungan yang erat, karakter komunitas tetap terpelihara
Transportasi	Transportasi yang berorientasi pada kendaraan pribadi, kurang penghargaan pada pejalan kaki, sepeda, dan transit publik	Transportasi multi-sarana, penghargaan pada pejalan kaki, sepeda, dan transit publik
Disain jalan	Jalan didisain untuk memaksimalkan volume kendaraan dan kecepatannya (<i>collector roads, cul de sac</i>)	Jalan didisain untuk mengakomodasikan berbagai macam kegiatan (<i>traffic calming, grid streets</i>)
Disain bangunan	Bangunan jauh terletak/ditarik ke belakang (<i>set back</i>), rumah tunggal yang terpecah	Bangunan sangat dekat dengan jalan, tipe tempat tinggal beragam
Ruang publik	Perjudan kepentingan pribadi (<i>yards, shopping malls, gated communities, private clubs</i>)	Perjudan kepentingan publik (<i>streetscapes, pedestrian environment, public park and facilities</i>)
Biaya pembangunan	Biaya yang tinggi bagi pembangunan baru dan biaya layanan publik rutin	Biaya yang rendah bagi pembangunan baru dan biaya layanan publik rutin
Proses perencanaan	Kurang terencana, hubungan pelaku pembangunan dan aturan lemah	Terencana dan hubungan pelaku pembangunan dan aturan baik (<i>community based</i>)

Sumber : Roychansyah, 2006

Tak bisa dipungkiri, saat ini adalah era kota berkelanjutan. Sebagai contoh Inggris di mana isu sekaligus kebijakan kota kompak ini telah hampir berjalan lebih kurang 2 dasawarsa. Dari tahapan kecenderungan evolusi kota pun, kebijakan “*sustainable cities*” lewat program “*urban renaissance*” saat ini adalah reaksi dari konsep “*garden cities*” dan “*new cities*” di era “*utopian planning*” yang telah terbukti banyak tak sejalan dengan pembangunan berkelanjutan. Begitu pula di Jepang, program “*urban redevelopment*” dengan salah satu kota kompak sebagai alternatif utama strateginya saat ini adalah reaksi logis dari perkembangan

kota pasca Perang Dunia ke-2 sampai era menggelembungnya ekonomi Jepang di pertengahan tahun 1980-an (*bubble economic*) di bawah sistem “*modern urban planning*” mereka.

2.2 Pelayanan Publik

Produk pelayanan publik dalam negara demokrasi paling tidak harus memenuhi tiga indikator (Lenvine dalam Subarsono,2005), yakni : *pertama*, responsivitas adalah daya tanggap penyedia jasa terhadap harapan, keinginan, aspirasi maupun tuntutan pengguna layanan; *kedua*, tanggungjawab adalah suatu ukuran yang menunjukkan seberapa jauh proses pemberian pelayanan publik itu dilakukan sesuai dengan prinsip-prinsip atau ketentuan-ketentuan administrasi dan organisasi yang benar dan telah ditetapkan; *ketiga*, akuntabilitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan seberapa besar proses penyelenggaraan pelayanan sesuai dengan kepentingan *stakeholders* dan norma-norma yang berkembang dalam masyarakat.

Untuk membangun pelayanan publik yang berorientasi kepada kepentingan publik maka dibutuhkan penanganan yang profesional. Istilah profesional berlaku untuk semua pelaku penyedia pelayanan publik mulai dari tingkat atas sampai dengan tingkat bawah. Profesionalisme dapat diartikan sebagai suatu kemampuan dan ketrampilan seseorang dalam melakukan pekerjaan menurut bidang dan tingkatan masing-masing.

Profesionalisme sebagai refleksi dari cerminan kemampuan, keahlian, akan dapat berjalan dengan efektif apabila didukung oleh adanya kesesuaian

antara tingkat pengetahuan atas dasar latar belakang pendidikan dengan beban kerja pegawai yang menjadi tanggungjawabnya. Dalam rangka mengembangkan pelayanan publik tidaklah semata-mata mendoktrinasi apa yang boleh dan tidak boleh dikerjakan, tetapi lebih dari itu adalah upaya terus menerus untuk meningkatkan integritas profesional yang bermanfaat bagi penyempurnaan pelayanan kepada masyarakat.

Untuk itu karakteristik profesionalisme pekerja publik sesuai dengan tuntutan *good governance* (Mertin dalam Islamy ,1998) diantaranya, *Pertama, Equality*, perlakuan yang sama atas pelayanan yang diberikan. Hal ini didasarkan atas tipe perilaku birokrasi yang secara konsisten memberikan pelayanan yang berkualitas kepada semua pihak tanpa memandang afiliasi politik, status sosial dan sebagainya. Bagi mereka memberikan perlakuan yang sama identik dengan perilaku jujur.

Kedua, Equity yaitu perlakuan yang sama terhadap masyarakat tidak cukup, selain itu juga diperlukan perlakuan yang adil. Untuk masyarakat yang pluralistik diperlukan perlakuan yang adil dan perlakuan yang sama.

Ketiga, Loyalty. Kesetiaan diberikan kepada konstitusi, hukum, pimpinan, bawahan dan rekan kerja. Berbagai jenis pekerjaan tersebut terkait antara satu sama lain dan tidak ada kesetiaan mutlak yang diberikan kepada suatu jenis kesetiaan tertentu dengan mengabaikan yang lainnya.

Keempat, Accountability. Setiap pekerja publik harus siap menerima tanggungjawab atas apapun yang ia kerjakan dan menghindarkan diri dari sindroma “saya sekedar melaksanakan perintah atasan”.

Tingkatan mutu pelayanan energi listrik yang ditetapkan oleh Pemerintah (Kepdirjen LPE Nomor: 114-12/39/600.2/2002) saat ini berisikan indikator pelayanan sebagai berikut:

- a. Tegangan tinggi di titik pemakaian dinyatakan dalam kV;
- b. Tegangan menengah di titik pemakaian dinyatakan dalam kV;
- c. Tegangan rendah di titik pemakaian dinyatakan dalam volt;
- d. Frekuensi di titik pemakaian dinyatakan dalam cps;
- e. Lama gangguan perpelanggan dinyatakan dalam jam/bulan;
- f. Kecepatan pelayanan sambungan baru TM dinyatakan dalam hari kerja;
- g. Kecepatan pelayanan sambungan baru TR dinyatakan dalam hari kerja;
- h. Kecepatan pelayanan perubahan daya TM dinyatakan dalam hari kerja;
- i. Kecepatan pelayanan perubahan daya TR dinyatakan dalam hari kerja;
- j. Kecepatan menanggapi pengaduan gangguan dinyatakan dalam jam;
- k. Kesalahan pembacaan kWh meter dinyatakan dalam kali/tahun/pelanggan;
- l. Waktu koreksi kesalahan rekening dinyatakan dalam hari kerja.

Dalam hal pelayanan kualitas tegangan listrik, besaran tegangan seharusnya diterima sama oleh semua konsumen listrik. Ukuran besaran tegangan yang sama ini menunjukkan profesionalisme pekerja penyedia listrik dalam melayani konsumennya.

2.3 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik secara umum adalah salah satu alat yang dipergunakan untuk mengubah berbagai sumber energi menjadi energi listrik dan

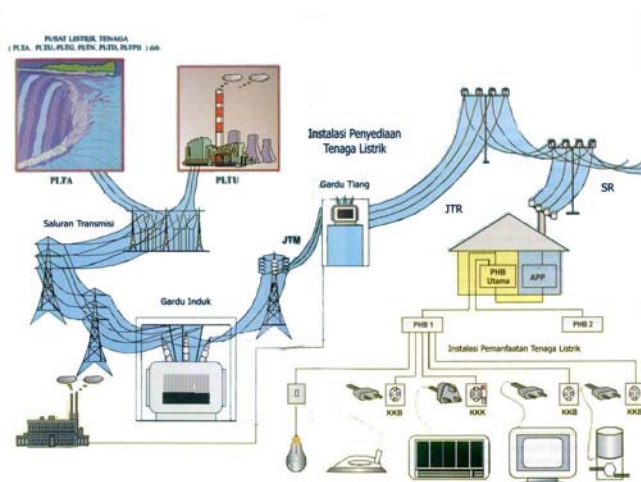
memindahkannya dari suatu tempat yang membangkit energi listrik ketempat yang membutuhkan energi listrik tersebut.

Tenaga listrik merupakan sarana produksi maupun sarana kehidupan sehari-hari yang memegang peranan penting dalam mencapai sasaran pembangunan.

Dalam upaya untuk meningkatkan nilai skala produksi yang ekonomis, efisiensi dan keandalan, membuat sistem ketenagalistrikan dikembangkan menjadi satu kesatuan yang terpadu (interkoneksi) diantara sistem-sistem yang terpisah (Purnomo, 1994).

Suatu sistem ketenagalistrikan terdiri dari 3 (tiga) bagian utama (Arismunandar, 1975), yaitu:

- a. Pusat-pusat pembangkit listrik.
- b. Saluran transmisi.
- c. Sistem distribusi.



Sumber: Ditjen LPE, DESDM

GAMBAR 2.2
SISTEM KETENAGALISTRIKAN

Pada dasarnya, energi listrik merupakan suatu energi sekunder yang didapat melalui suatu proses konversi berbagai macam energi primer. Energi-energi primer tersebut diantaranya adalah energi potensial atau aliran air, pembakaran energi nuklir, energi matahari, energi panas bumi, energi nuklir dan energi-energi lainnya. Dari suatu pusat pembangkit, energi listrik dinaikkan tegangannya melalui suatu gardu induk pembangkit. Energi yang terbentuk disalurkan melalui suatu jaringan transmisi tegangan ekstra tinggi atau tegangan tinggi. Energi tersebut kemudian diturunkan tegangannya melalui gardu induk. Dari gardu induk ini, sebagian energi disalurkan ke konsumen tegangan menengah dan sisanya disalurkan dalam suatu jaringan distribusi dan diturunkan tegangannya menjadi tegangan rendah melalui gardu distribusi dan kemudian disalurkan ke konsumen tegangan rendah.

2.3.1 Pusat Pembangkit

Pusat-pusat pembangkit listrik berfungsi memproduksi atau membangkitkan energi listrik, sedangkan untuk memproduksi energi tersebut memerlukan tenaga penggerak (dari berbagai sumber energi lainnya) untuk memutar turbin pembangkit listrik.

Macam pusat pembangkit berdasarkan tenaga penggerak dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. PLTA : Pusat Listrik Tenaga Air.
- b. PLTU : Pusat Listrik Tenaga Uap.
- c. PLTD : Pusat Listrik Tenaga Diesel.

- d. PLTG : Pusat Listrik Tenaga Gas.
- e. PLTN : Pusat Listrik Tenaga Nuklir.

2.3.2 Transmisi Dan Gardu Induk

Transmisi berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari pusat-pusat pembangkit (yang berjauhan jaraknya dari pusat beban) ke gardu induk (disekitar pusat beban). Dengan pertimbangan teknoekonomis, penggunaan tegangan tinggi untuk menyalurkan kapasitas daya yang besar dan berjauhan tempatnya serta dapat menekan rugi-rugi jaringan. Tegangan keluaran dari pusat pembangkit dinaikkan melalui transformator tenaga (penaik tegangan) di serandang sebelum disalurkan ke transmisi kemudian tegangan tersebut diturunkan melalui transformator tenaga (penurun tegangan) di gardu induk.



Sumber: Ditjen LPE, DESDM

GAMBAR 2.3 TRAFO 60 MVA 150 KV/20 KV SUATU GARDU INDUK

Menurut jenis tegangannya, transmisi dapat dibedakan seperti berikut ini :

- a. TT (HV) : Transmisi tegangan tinggi (*High Voltage*).

Tegangan antara 30 kV sd kurang dari 345 kV.

- b. TET (EHV) : Transmisi tegangan ekstra tinggi (*Extra High Voltage*)
Tegangan antara 345 kV sd 765 kV.
- c. TUT (UHV) : Transmisi tegangan ultra tinggi (*Ultra High Voltage*).
Tegangan diatas 765 kV.



Sumber: Ditjen LPE, DESDM

GAMBAR 2.4
TOWER JARINGAN TRANSMISI 150 KV

2.3.3 Distribusi

Jaringan distribusi secara umum terdiri dari jaringan distribusi primer, gardu distribusi, jaringan distribusi sekunder dan sambungan rumah. Jaringan distribusi primer yang biasanya disebut jaringan tegangan menengah menggunakan konstruksi di bawah tanah (*underground cable*) dan diatas tanah (saluran udara) yang ditopang oleh tiang-tiang penyangga. Untuk mengatasi keandalan sistem, konfigurasi jaringan dapat dibedakan menjadi jaringan radial, jaringan radial terbuka, jaringan terbuka dan jaringan anyaman. Saat ini, jaringan tegangan menengah yang dikembangkan adalah dengan tegangan 20 kV. Jenis

penghantar yang digunakan antara lain XLPE, ACSR, AAAC, AAC dengan ukuran mulai dari 10 mm² sampai dengan 300 mm². Penentuan ukuran penghantar sangat dipengaruhi perkembangan pertumbuhan beban selama umur teknis atau selama 15 tahun.

Gardu distribusi adalah merupakan suatu bangunan yang dipergunakan untuk menempatkan peralatan listrik dan trafo distribusi yang berfungsi untuk menurunkan tegangan sesuai dengan tegangan yang diperlukan oleh konsumen. Trafo distribusi terdiri dari satu atau lebih trafo distribusi baik yang ditempatkan diatas tiang maupun didalam bangunan. Trafo distribusi terdiri dari trafo 3 phasa atau 1 phasa dengan berbagai kapasitas mulai dari 5 KVA sampai dengan 1000 KVA lebih dengan daerah jangkauan radius 400 meter. Dengan memperhatikan umur teknis, trafo distribusi hanya dibebani 86 % dari beban nominal secara terus menerus.



Sumber: Ditjen LPE, DESDM

GAMBAR 2.5
GARDU DISTRIBUSI JENIS PORTAL

Peletakan trafo distribusi harus sedemikian rupa, sehingga dapat melayani konsumen sesuai dengan mutu dan keandalan yang disyaratkan, dan penentuan kapasitas trafo (KVA) sangat dipengaruhi oleh tingkat kepadatan beban serta jenis pelanggannya. Penempatan trafo distribusi dengan kapasitas kecil mempunyai banyak keuntungan bila dibandingkan dengan kapasitas besar. Keuntungan yang dimaksud antara lain pengangkutan mudah, penggunaan jaringan sekunder pendek, rugi-rugi teknis kecil dan sebagainya, sedangkan kerugian harganya relatif lebih mahal.

Jaringan distribusi sekunder yang biasa disebut jaringan tegangan rendah baik yang menggunakan saluran udara maupun kabel tanah dengan mempergunakan tegangan 230/400 Volt. Untuk saluran udara jarak antar tiang di daerah perkotaan sebesar 50 meter dan setiap tiang dapat dipergunakan untuk menampung sebanyak 5 (lima) – 8 (delapan) sambungan rumah tergantung kerapatan dan besar bebannya.

2.3.4 Tahanan Konduktor

Energi listrik dapat dialirkan melalui suatu media penghantar yang dinamakan konduktor. Dalam kondisi ideal, konduktor sering diasumsikan sebagai media penghantar yang sempurna dalam mengalirkan energi listrik. Namun pada kenyataannya, konduktor memiliki tahanan yang apabila digunakan untuk mengalirkan energi listrik akan menimbulkan rugi-rugi energi yang berbentuk energi panas.

Tahanan dari suatu konduktor (kawat penghantar) diformulasikan dalam persamaan berikut: (Hutauruk, 1996).

$$R = \rho \frac{l}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana : ρ = resistivitas (Ωm),
 l = panjang kawat (m),
 A = luas penampang kawat (m^2).

Dari persamaan diatas dapat dijabarkan bahwa tahanan suatu konduktor tergantung kepada jenis bahan penghantar (ρ), panjang kawat (l), dan luas penampang kawat (A). Semakin panjang konduktor, maka tahanan konduktor semakin besar dan semakin besar dimensi konduktor, maka tahanan konduktor semakin kecil.

Dalam jaringan distribusi primer, semakin jauh beban dari gardu induk sebagai sumber energi listrik mengakibatkan penggunaan penghantar yang semakin panjang. Akibatnya terjadi rugi-rugi dalam pendistribusian energi listrik ke pusat beban (konsumen).

Rugi-rugi tersebut dapat diformulasikan dalam suatu persamaan sebagai berikut :

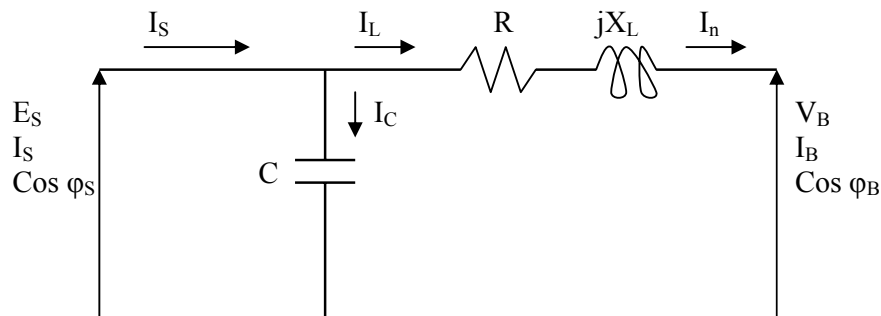
$$P_R = I^2 \cdot R \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana : P_R = Rugi-rugi daya (watt).
 I = Arus listrik yang melewati konduktor (Ampere).
 R = Tahanan dari konduktor (Ω).

2.3.5 Perhitungan Susut Tegangan Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Didalam sistem jaringan distribusi tenaga listrik, tegangan pelayanan sangat erat kaitannya dengan komponen sistem jaringan distribusi tenaga listrik seperti saluran distribusi dapat berupa saluran udara (*overhead line* = SUTM), saluran kabel (*underground cable* = SKTM), transformator distribusi dan beban pada konsumen.

Untuk menghitung susut tegangan di jaringan tegangan menengah (JTM), rangkaian listrik pengganti per fasa yang dipakai dalam penelitian ini menurut (Mulyadi, 1999, Sudiby, 2001 dan Hermawan, 2005 dalam Markoni, 2006) yaitu rangkaian ekivalen L, jaringan distribusi dapat digambarkan sebagai berikut :



GAMBAR 2.6
RANGKAIAN EKIVALEN L PER FASA

Rangkaian ekivalen L tersebut diatas berlaku untuk SUTM dan SKTM, sehingga persamaan vektor arus dan tegangan dengan menggunakan bilangan kompleks, sebagai berikut:

$$E_S = V_B + I_B Z_L \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

$$Z_L = R + j X_L \dots \dots \dots (2.4)$$

$$I_S = I_L + I_C \dots\dots\dots(2.5)$$

$$= I_B + I_C \dots\dots\dots(2.6)$$

$$j X_L = j 2 \pi f L \text{ dan } -j X_C = \frac{1}{j.2.\pi.f.C} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$I_C = \frac{E_s}{-j.X_c} = j 2 \pi f C E_s \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

E_s = Tegangan sumber (fasa – netral) (Volt)

I_S = Arus Sumber (Ampere)

$\text{Cos } \varphi_s$ = Faktor daya sumber

I_L = Arus Jaringan (Ampere)

V_B = Tegangan beban (fasa – netral) (Volt)

I_B = Arus beban (Ampere)

$\text{Cos } \varphi_B$ = Faktor daya beban

I_C = Arus bocor kapasitans (charging current) (Ampere).

R = Resistansi jaringan per fasa (Ω)

X_L = Reaktansi induktif jaringan perfasa (Ω)

X_C = Reaktansi kapasitif jaringan perfasa (Ω)

Z_L = Impedansi jaringan perfasa (Ω)

L = Induktansi jaringan per fasa (Ω)

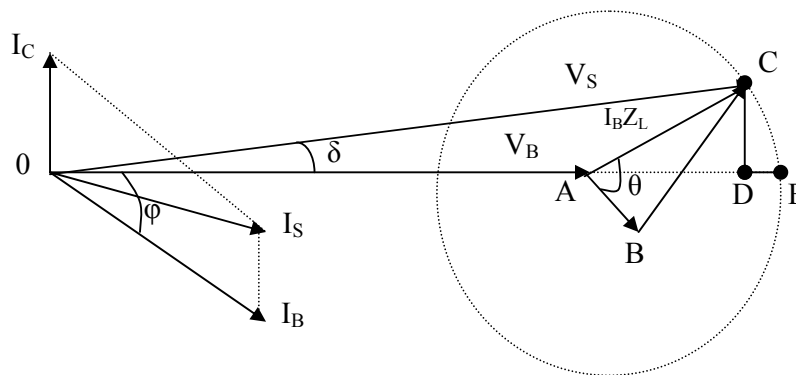
C = Kapasitansi jaringan per fasa (Ω)

Definisi

Susut tegangan (harga sebenarnya) = ΔV , yaitu selisih nilai pengukuran tegangan di sumber (magnitudo vektor $|E_S|$) dikurangi dengan nilai pengukuran tegangan di beban (magnitudo vektor $|V_B|$).

$$\Delta V = |E_S| - |V_B| \dots\dots\dots(2.9)$$

Sebagai ilustrasi gambar dibawah, diagram vektor arus dan tegangan pada beban induktif (ϕ negatif) ; nilai susut tegangan sama dengan panjang garis A – E.



GAMBAR 2.7
DIAGRAM VEKTOR PER FASA ARUS DAN TEGANGAN

Dengan menggunakan bilangan kompleks tersebut diatas, jika V_B , I_B dan Z_L diketahui, maka E_S dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_B = |V_B| (1 \pm j 0) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$= |V_B| \angle 0^\circ \dots\dots\dots(2.11)$$

= Tegangan dibeban sebagai referensi, berimpit sumbu riil bidang kompleks.

$$I_B = |I_B| (\cos \phi_B \pm j \sin \phi_B) \dots\dots\dots(2.12)$$

$$= |I_B| \angle \varphi_B \dots\dots\dots(2.13)$$

= Arus beban, tergantung pada faktor daya (terbelakang, sefasa atau mendahului)

$$Z_L = R + j X_L \dots\dots\dots(2.14)$$

$$= |Z_L| \angle \theta \dots\dots\dots(2.15)$$

= Konstanta jaringan, ditentukan oleh penghantar dan konfigurasi jaringan.

Tegangan di sumber (E_S) dapat dihitung dengan persamaan 2.3, dan susut tegangan fasa-netral harga sebenarnya dapat dihitung dengan persamaan 2.9

$$\Delta V = |E_S| - |V_B| \quad (\text{volt})$$

Akan tetapi bila tegangan sumber diketahui sebagai referensi, maka persamaan 2.3 menjadi:

$$V_B = E_S - I_B Z_L.$$

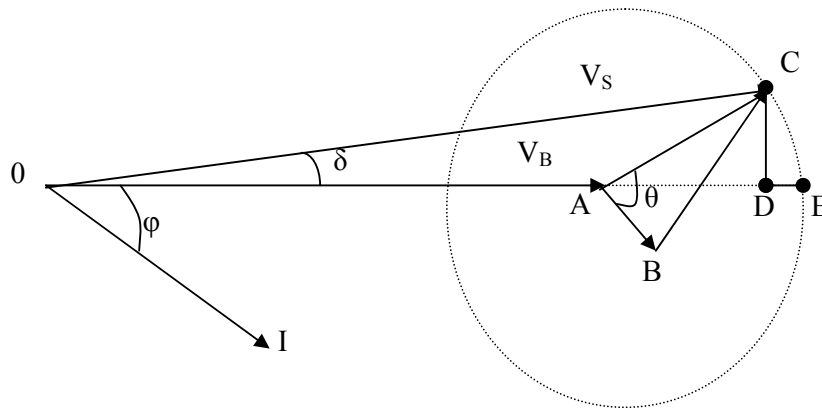
Tegangan beban akan sukar dicari karena adanya arus kapasitif (I_C) dan perbedaan faktor daya disumber dengan faktor daya dibeban. Akibatnya sudut fasa disumber (φ_S) tidak sama dengan sudut fasa dibeban (φ_B), sehingga ada perbedaan sudut (δ) antara vektor tegangan E_S dan V_B .

Untuk menyederhanakan perhitungan susut tegangan di SUTM, maka diasumsikan bahwa:

- ❖ Sudut δ diabaikan atau $\delta = 0$, sehingga dapat dianggap bahwa vektor E_S berimpit dengan vektor V_B , akibatnya $\varphi_S = \varphi_B = \varphi$.

❖ Arus kapasitif diabaikan atau $I_C = 0$, sehingga $I_S = I_L = I_B = I$.

Diagram vektor arus dan tegangan SUTM pada beban induktif (φ negatif) yang disederhanakan dengan asumsi diatas, lihat gambar dibawah ini.



GAMBAR 2.8
DIAGRAM VEKTOR ARUS DAN TEGANGAN
DI SUTM BEBAN INDUKTIF.

Lihat segitiga ODC, misalkan $AD = \Delta V^*$ adalah susut tegangan dengan harga pendekatan berdasarkan asumsi tersebut diatas, berlaku :

$$\cos \delta = \frac{OD}{OC} = \frac{OA + AD}{OC} = \frac{|V_B| + \Delta V^*}{|E_S|}$$

Jika diasumsikan sudut δ diabaikan atau $\delta = 0$, maka persamaan diatas menjadi :

$$\cos 0 = \frac{|V_B| + \Delta V^*}{|E_S|} \text{ atau } 1 = \frac{|V_B| + \Delta V^*}{|E_S|}$$

$$|E_S| = |V_B| + \Delta V^*$$

$$\Delta V^* = |E_S| - |V_B| = \Delta V \text{ (susut tegangan sesuai definisi)}$$

Dengan asumsi tersebut diatas terbukti dapat dianggap bahwa $\Delta V^* = AD$, $AD = |E_s| - |V_B| = AC = \Delta V$ sama dengan susut tegangan. Kesalahan perhitungan antara harga sebenarnya dan harga pendekatan sebesar DE.

Perhitungan dengan menggunakan pendekatan akan semakin mendekati harga sebenarnya jika sudut δ semakin kecil. Lihat gambar 2.8, dalam hal $\delta = 0$ maka $DE = 0$. Susut tegangan $\Delta V^* = AD$ sebagai harga pendekatan, untuk selanjutnya dapat dipakai untuk perhitungan pada tesis ini. Kembali lihat gambar 2.8 dimana vektor I sejajar dengan vektor IR (garis AB) sehingga,

$$\angle CAD = \angle CAB - \angle DAB = \theta - \varphi$$

Lihat segitiga ADC; $AD = \Delta V^* = \text{proyeksi AC ke OA}$:

$$\cos \angle CAD = \frac{AD}{AC}$$

$$\cos(\theta - \varphi) = \frac{\Delta V}{|I||Z_L|}$$

$$\Delta V = |I||Z_L| \cos(\theta - \varphi) \quad (\text{volt}) \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

= susut tegangan fasa – netral

Rumus diatas berlaku untuk diagram vektor arus dan tegangan dengan beban induktif (φ negatif). Analogi dengan penurunan rumus diatas, bila beban resistif, $\varphi=0$, dan beban kapasitif, φ positif.

Rumus umum susut tegangan fasa-fasa dengan pendekatan yaitu ,

$$\Delta V = |I||Z_L| \cos(\theta \pm \varphi) \sqrt{3} \quad (\text{volt}) \quad \dots\dots\dots(2.17)$$

2.3.6 Momen Beban

Kembali kepada persamaan (2.17) susut tegangan fasa-fasa dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= |I||Z_L|\cos(\theta \pm \varphi)\sqrt{3} \\
 &= |I||Z_L|(\cos\theta\cos\varphi \pm \sin\theta\sin\varphi)\sqrt{3} \\
 &= |I|(|Z_L|\cos\theta\cos\varphi \pm |Z_L|\sin\theta\sin\varphi)\sqrt{3} \\
 &= |I| (|R|\cos\theta \pm |X|\sin\varphi) \sqrt{3} \\
 &= |I| (|r|L\cos\theta \pm |x|L\sin\varphi) \sqrt{3} \\
 \Delta V &= |I|L (|r|\cos\theta \pm |x|\sin\varphi) \sqrt{3} \quad \text{(volt)} \quad \dots\dots\dots(2.18)
 \end{aligned}$$

Dimana :

$$|I| = \text{Arus per fasa, } I_L \quad (\text{Ampere})$$

$$|R| = \text{Resistansi jaringan per fasa, } R \quad (\Omega)$$

$$|X| = \text{Reaktansi jaringan per fasa, } X \quad (\Omega)$$

$$|Z| = \text{Impedansi jaringan per fasa, } Z_L \quad (\Omega)$$

$$L = \text{Panjang jaringan} \quad (\text{km})$$

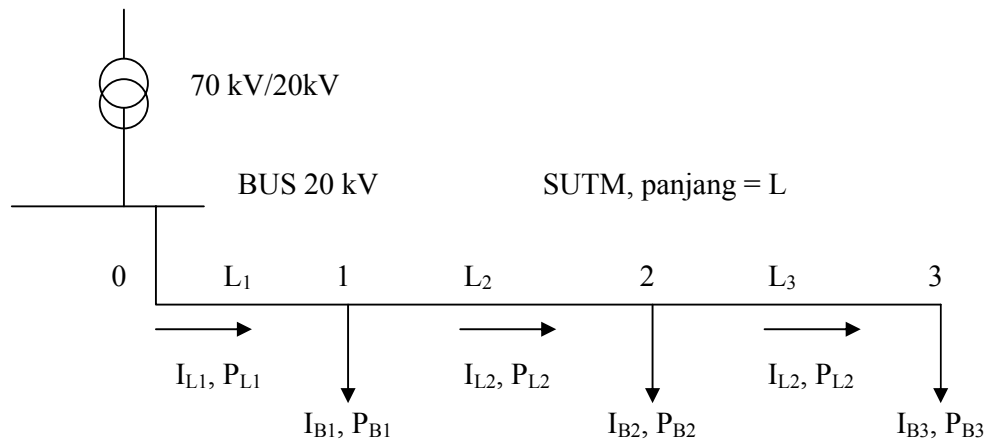
$$|r| = \text{Resistansi per satuan panjang, } r \quad (\Omega/\text{km})$$

$$|x| = \text{Reaktansi per satuan panjang, } x \quad (\Omega/\text{km})$$

Jika $I_L = M_i =$ momen arus setiap fasa dengan satuan (A km), maka rumus susut tegangan fasa-fasa dengan menggunakan momen arus:

$$\Delta V = I_L L (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \sqrt{3}$$

Jika daya tidak terkonsentrasi diujung jaringan, lihat gambar 2.10. SUTM dengan beban terbagi per seksi



GAMBAR 2.9
SUTM DENGAN BEBAN TERBAGI PER SEKSI

Maka momen daya dapat dihitung sebagai jumlah dari momen daya masing-masing seksi dalam jaringan, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 M_P &= M_{P1} + M_{P2} + M_{P3}. \\
 &= P_{L1} L_1 + P_{L2} L_2 + P_{L3} L_3 \\
 &= (P_{B1} + P_{B2} + P_{B3}) L_1 + (P_{B2} + P_{B3}) L_2 + (P_{B3}) L_3 \\
 &= P_{B1} L_1 + P_{B2} (L_1 + L_2) + P_{B3} (L_1 + L_2 + L_3)
 \end{aligned}$$

Analogi seperti diatas, untuk momen arus dapat dijumlahkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 M_i &= M_{i1} + M_{i2} + M_{i3} \\
 &= I_{L1} L_1 + I_{L2} L_2 + I_{L3} L_3 \\
 &= (I_{B1} + I_{B2} + I_{B3}) L_1 + (I_{B2} + I_{B3}) L_2 + (I_{B3}) L_3 \\
 &= I_{B1} L_1 + I_{B2} (L_1 + L_2) + I_{B3} (L_1 + L_2 + L_3)
 \end{aligned}$$

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa jumlah momen beban sama dengan jumlah superposisi momen beban seksi di depanjang jaringan atau jumlah superposisi momen beban titik/node disepanjang jaringan.

Jika konstanta $(r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \sqrt{3} = K_1$ atau $(r \pm x \tan \varphi) = K_P$ pada persamaan (2-30) dan (2-31) tersebut diatas dianggap tetap di sepanjang jaringan, maka susut tegangan diujung jaringan sama dengan jumlah susut tegangan di seksi sepanjang jaringan, dan dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Sigma \Delta V &= \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 \\ &= (M_{i1} + M_{i2} + M_{i3}) K_1 = M_i K_1 && \text{(momen arus)} \\ &= (M_{P1} + M_{P2} + M_{P3}) K_P = M_P K_P && \text{(momen beban)} \end{aligned}$$

2.4 Pelayanan Infrastruktur Listrik

Pelayanan infrastruktur listrik diukur berdasarkan tingkat mutu pelayanan yang diterima oleh konsumen listrik. Secara singkat hal-hal yang menjadi ukuran mutu tenaga listrik adalah (Marsudi,2006):

a. Kontinuitas penyediaan tenaga listrik.

Hal ini diukur dengan jumlah gangguan (*interruption*) penyediaan tenaga listrik dalam satu tahun. Selain jumlah gangguan juga perlu dinyatakan lamanya gangguan yang berlangsung.

b. Deviasi nilai frekuensi.

Nilai frekuensi sistem dalam praktek selalu mempunyai deviasi terhadap nilai nominalnya yaitu terhadap 50 Hz (Standar Nasional Indonesia). Berapa besar

nilai deviasi (penyimpangan) ini dan berapa lamanya berlangsung merupakan salah satu ukuran mutu tenaga listrik.

Goncangan frekuensi dalam sistem bisa disebabkan oleh beban MW yang relatif besar juga bisa menimbulkan guncangan frekuensi dalam sistem.

c. Kestabilan tegangan. Ukuran kestabilan tegangan pasokan bagi para pemakai tenaga listrik banyak ragamnya, antara lain adalah sebagai berikut:

- ❖ Secara kontinyu harus ada dalam batas-batas + 5 % dan – 10% dari nilai nominalnya (standar SNI). Penyimpangan dari nilai ini, untuk nilai relatif, pada umumnya terjadi karena jaringan yang rendah berbeban lebih.
- ❖ Dip tegangan, adalah peristiwa turunnya tegangan untuk saat yang pendek kira-kira 3 cycle. Nilai penurunan tegangan ini mendekati 100 %. Hal ini pada umumnya disebabkan oleh gangguan satu fasa ke tanah yang terjadi disaluran udara.
- ❖ Ayunan tegangan, adalah peristiwa naik turunnya tegangan beberapa kali dengan jangka waktu beberapa puluh detik. Hal ini bisa disebabkan karena adanya beban berupa pekerjaan mengelas.
- ❖ Kemerosotan tegangan sampai beberapa detik tetapi tidak berulang dalam waktu kurang dari 1 menit. Hal ini bisa disebabkan oleh arus start motor yang besar atau oleh tanur listrik.
- ❖ Kemiringan tegangan, yaitu tidak simetrisnya tegangan pasokan. Hal ini bisa menimbulkan pemanasan yang berlebihan pada motor listrik.

Kemiringan tegangan pasokan bisa disebabkan oleh pembagian beban yang tidak simetris dalam jaringan distribusi.

- ❖ Kandungan komponen tegangan searah (*DC offset*), yang menyebabkan tegangan pasokan “tergeser” keatas atau kebawah. Hal ini bisa menimbulkan pemanasan berlebihan pada mesin arus bolak balik. Komponen ini bisa ditimbulkan oleh konverter daya.

d. Harmonisa tegangan.

Bentuk tegangan pasokan yang tidak sinus, karena mengandung harmonisa disebabkan adanya alat yang karakteristiknya tidak linear seperti penyearah, inverter, dan transformator yang jenuh.

e. Harmonisa Arus.

Sebagai akibat tegangan pasokan yang terdistorsi mengandung harmonisa maka akan mengalir arus yang mengandung harmonisa. Khusus kawat metal yang akan lewat di kawat netral adalah arus ukuran nol yang mempunyai frekuensi 50 Hz dan arus harmonisa dengan kelipatan 3 dari 50 Hz. Arus yang melalui kawat netral akan menghasilkan medan magnet disekeliling kawat netral dengan frekuensi 50 Hz dan kelipatannya. Hal ini bisa menimbulkan gangguan pada sistem telekomunikasi yang berdekatan.

Permasalahan *drop* tegangan dapat mengakibatkan kegagalan operasi pada peralatan listrik konsumen (Dugan dalam Oejeekit, 2002). Banyak orang berasumsi bahwa kualitas tegangan hanya berpengaruh pada peralatan elektronik yang sensitif. Pada kenyataannya, *drop* tegangan dapat juga berpengaruh pada

performa motor listrik, pemanasan lebih pada transformator dan hilangnya data pada komputer.

TABEL II.2
KERUGIAN AKIBAT PENURUNAN TEGANGAN LISTRIK

No	Jenis Kerusakan	Sumber
1	Pompa air tidak bisa dioperasikan	Standar Specification SW Pump (www.jinlonggroup.com.cn)
2	Thermal Protector Motor berhenti dengan cepat	Standar Specification SW Pump (www.jinlonggroup.com.cn)
3	Penurunan kualitas produk pada industri	Direktur Executif The New Energy And Industrial Technology Development Organization (NEDO), Jepang, Takahiko Yamamoto (www.litbang.esdm.go.id 14 Maret 2007)
4	Komputer, mesin foto copy, kipas angin dan bola lampu	Ketua Yayasan Perlindungan Konsumen Muslim Batam (YLKMB) Imam Imbalo Sakti (www.tribun-batam.com 30 Desember 2005)
5	Lampu-lampu yang seharusnya terang benderang hanya bisa menyala setengah hati.	Darma Putra dan Aryantha, PT PLN (Persero) Distribusi Bali (www.balipost.co.id 8 Januari 2006)
6	Motor penyedot dan kelep pompa PDAM Sala rusak	Direktur Teknik PDAM Sala, Ir Sih Mulyono (www.suaramerdeka.com 28 agustus 2003)

Sumber: Internet (dari berbagai sumber)

2.4. Rangkuman Kajian Teori

Proses penyaluran tenaga listrik dari gardu induk ke gardu distribusi dan dari gardu ditribusi ke konsumen memerlukan jaringan penyaluran listrik yang cenderung menurunkan tegangan listrik. Besarnya tegangan disisi penerima (konsumen) dipengaruhi oleh tegangan di sumber (gardu induk), besar arus listrik (semakin besar beban, semakin besar arus listrik yang diperlukan), jenis penghantar, panjang penghantar, dan luas penampang penghantar. Tegangan di gardu induk, luas penampang dan jenis penghantar biasanya tetap, sehingga besaran tegangan listrik yang diterima konsumen bergantung kepada besar beban

dan jarak konsumen dari gardu induk. Semakin besar beban dan semakin jauh jarak konsumen dari gardu induk, maka penurunan besaran tegangan yang diterima konsumen semakin besar.

Permasalahan urban sprawl yang terkait dengan kualitas tegangan listrik pada umumnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- d. Pada dasarnya, infrastruktur listrik berkembang mendekati konsumen, terutama konsumen yang bisa memberikan keuntungan bagi perusahaan penyedia energi listrik. Keterbatasan sumber dana yang dimiliki oleh perusahaan jasa tenaga listrik mengakibatkan infrastruktur listrik tidak dapat menjangkau seluruh konsumen. Andaikan konsumen tersebut terjangkau, kualitas pelayanan listrik yang diterima tidak dipastikan memenuhi standar yang ada. Perkembangan kota kawasan urban sprawl cenderung membuat lokasi pemukiman jauh dari gardu induk (terdapat pada jaringan paling ujung), akibatnya terdapat rugi-rugi listrik dalam pedistribusian listrik. Rugi-rugi tersebut berdampak pada menurunnya tegangan listrik yang sampai ke konsumen.
- e. Penurunan tegangan listrik tersebut diatas akan semakin bertambah dengan makin meningkatnya konsumsi energi listrik.

Penurunan tegangan listrik tersebut memiliki kecenderungan mengurangi usia hidup ataupun kemampuan dari peralatan-peralatan listrik seperti komputer, televisi, lemari es, pompa air, dan peralatan-peralatan listrik yang lain yang membutuhkan tegangan konstan dalam kerjanya

BAB III

TINJAUAN PELAYANAN LISTRIK DI KOTA SEMARANG

3.1 Tinjauan Umum Kota Semarang

Kota Semarang terletak di Pantai Utara Jawa Tengah, dengan luas wilayah mencapai 373,7 Km². Letak geografi Kota Semarang berada di dalam koridor pembangunan Jawa Tengah dan merupakan simpul empat pintu gerbang, yakni Koridor pantai Utara, Koridor Barat ke Arah Cirebon dan Jakarta, Koridor Selatan ke arah kota-kota dinamis seperti Surakarta dan Yogyakarta yang dikenal dengan koridor Joglosemar, Koridor Timur ke arah Surabaya. Dalam perkembangan dan pertumbuhan Jawa Tengah, Semarang sangat berperan, terutama dengan adanya pelabuhan laut Tanjung Mas, jaringan transport darat (jalur kereta api dan jalan) serta transport udara dengan adanya Bandar Udara Internasional Ahmad Yani yang merupakan potensi bagi simpul transport Regional Jawa Tengah dan kota transit Regional Jawa Tengah. Posisi lain yang tak kalah pentingnya adalah kekuatan hubungan dengan luar Jawa, secara langsung sebagai pusat wilayah nasional bagian tengah.

Topografi wilayah Kota Semarang terdiri dari dataran rendah dan dataran tinggi. Di bagian utara yang merupakan pantai dan dataran rendah memiliki kemiringan 0-2% sedang ketinggian ruang bervariasi antara 0 - 3,5 M. Di bagian selatan merupakan daerah perbukitan, dengan kemiringan 2 - 40% dan ketinggian antara 90 - 200 M di atas permukaan air laut (dpl).

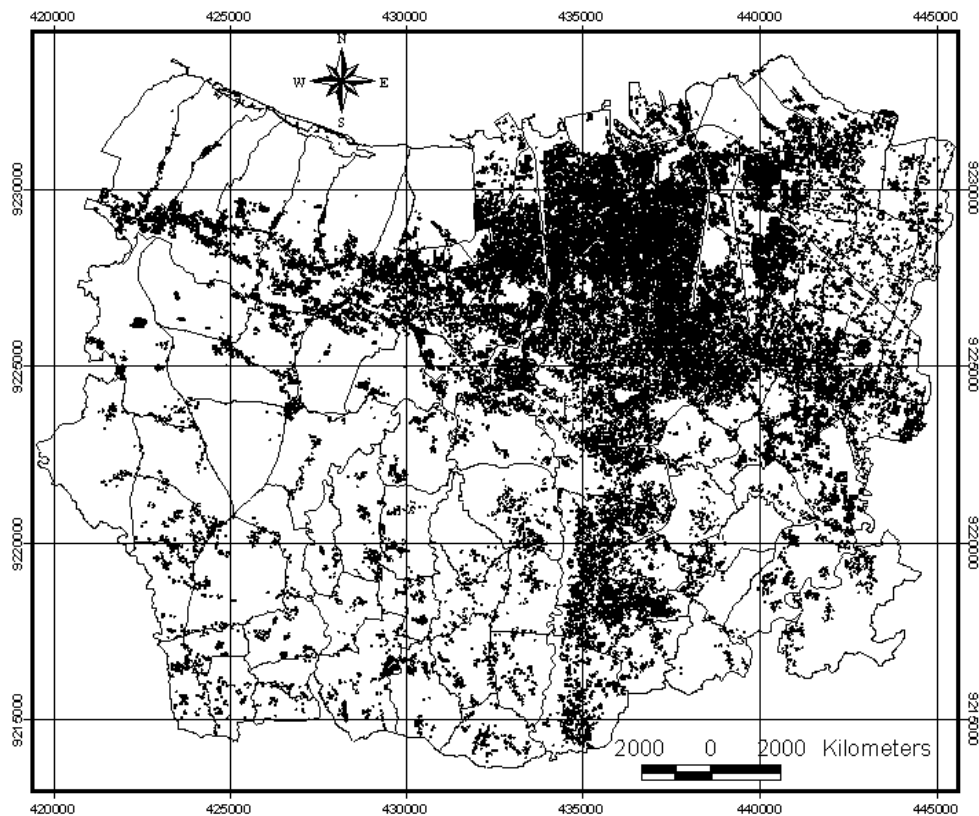
Semarang memiliki iklim tropis 2 (dua) jenis yaitu musim kemarau dan musim penghujan yang memiliki siklus pergantian + 6 bulan. Hujan sepanjang tahun, dengan curah hujan tahunan yang bervariasi dari tahun ke tahun rata-rata 2183 mm sampai dengan 2215 mm dengan maksimum bulanan terjadi pada bulan Desember sampai bulan Januari. Temperatur udara berkisar antara 23⁰C sampai dengan 34⁰C, kelembaban udara rata-rata bervariasi dari 77 % sampai dengan 84 %. Arah angin sebagian besar bergerak dari arah Tenggara menuju Barat Laut dengan kecepatan rata-rata berkisar antara 5,7 km/jam.

3.2 Urban Sprawl

Berdasarkan Kota Semarang dalam Angka (BPS,2005), jumlah penduduk Kota Semarang mencapai 1,419,478 jiwa yang terdiri dari 705.050 pria dan 713.274 wanita. Perkembangan jumlah penduduk di Kota Semarang dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, dengan rata-rata pertumbuhan penduduk sebesar 1,45% /tahun. Terjadinya peningkatan pertumbuhan penduduk di Kota Semarang disebabkan karena terjadinya peningkatan kelahiran alami, rendahnya angka kematian penduduk sebagai bukti adanya peningkatan pelayanan kesehatan kepada masyarakat, peningkatan angka migrasi masuk sebagai konsekuensi dari kota metropolitan serta rendahnya angka migrasi keluar. Rata-rata pertumbuhan penduduk paling besar dalam kurun waktu tahun 2001-2005 terjadi di kecamatan pinggiran kota, seperti Genuk (2.44 %), Mijen (2,40%), Ngaliyan (2.34%), dan Tembalang (2.34%).

Perkembangan permukiman baru di wilayah pinggiran Kota Semarang disebabkan berkurangnya daya dukung lingkungan permukiman di pusat Kota Semarang seperti kawasan yang secara fisik kurang atau tidak sesuai untuk kawasan terbangun. Hal tersebut diakibatkan karena kurangnya daya dukung lahan permukiman di pusat Kota Semarang, dan semakin tingginya harga lahan di pusat kota.

Perkembangan Banyumanik mengakibatkan terjadinya perubahan guna lahan yang cenderung menyebar/meloncat (*froging*) sehingga tidak membentuk sistem fungsi lahan yang *compact*.



Sumber : Bappeda Kota Semarang ,2005

GAMBAR 3.1
POLA LAHAN TERBANGUN KOTA SEMARANG

Pembangunan perumahan skala menengah dan besar di Kecamatan Tembalang meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Sesuai dengan peruntukan yaitu kawasan pendidikan tinggi dan permukiman kota maka hampir sebagian besar penggunaan lahan mengarah pada fungsi utama. Tetapi di beberapa pusat pertumbuhan seperti di Kelurahan Tembalang dan Bulusan, intensitas guna lahan mengarah kepada pengembangan kawasan pendidikan. Sehingga timbul permasalahan yang serupa dengan di Kecamatan Banyumanik yaitu berupa penguasaan lahan oleh pengembang skala menengah dan besar.

Jumlah pengembang yang terdapat di Kecamatan Banyumanik sebanyak 14 pengembang dengan jumlah ijin lokasi yang dimohon sebesar 592,63 Ha atau sebesar 28% dari luas permukiman di Kecamatan Tembalang atau 13% dari luas keseluruhan di Kecamatan Tembalang khususnya di daerah yang berada jauh dari pusat kota seperti Kelurahan Tandang, Sendang Mulyo, dan Sendang Guwo (Dep. Pekerjaan Umum, 2006). Sedangkan mengetahui lebih lanjut mengenai perbandingan ijin lokasi yang diperoleh terhadap penggunaan lahan permukiman di Kecamatan Tembalang dapat dijabarkan sebagai berikut.

Luas lahan yang dimiliki oleh para pengembang tersebut belum seluruhnya dibebaskan. Dari permintaan ijin lokasi seluas 592,63 ha, pihak pengembang baru dapat membebaskan lahan sekitar 373,8 ha atau sekitar 63% dari permohonan awal. Tanah yang telah dikuasai oleh pengembang sebagian besar baru dimatangkan saja tanpa dilakukan pembangunan secara fisik. Keterlambatan ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya karena ada keterbatasan modal. Sehingga pihak pengembang hanya dapat membangun lahannya untuk kawasan

permukiman sebesar 58,27 ha atau sekitar 9,8% dari luas ijin lokasi yang dimohon. Jika hal tersebut dibandingkan dengan Kecamatan Banyumanik maka lahan yang telah dibebaskan oleh pengembang di Kecamatan Tembalang jumlahnya jauh lebih kecil dari Kecamatan Banyumanik. Kondisi ini menyebabkan banyaknya lahan tidur di Kecamatan Tembalang, yang pada akhirnya juga menjadi penyebab pelayanan fasilitas seperti telepon dan transportasi menjadi terbatas. Fenomena ini merupakan salah satu pemicu terjadinya *perkotaan terpencar*, di mana penduduk tidak dapat mendirikan bangunan di lahan tersebut karena lahan tersebut telah dikuasai oleh para pengembang.

3.3 Sistem Tenaga Listrik

Tenaga listrik sebagai salah satu infrastruktur yang menyangkut hajat hidup orang banyak maka penyediaan tenaga listrik harus dapat menjamin tersedianya dalam jumlah yang cukup, harga yang wajar dan mutu yang baik.

Dalam rangka terciptanya industri ketenagalistrikan yang efektif, efisien, dan mandiri serta mewujudkan tujuan pembangunan ketenagalistrikan, maka usaha penyediaan tenaga listrik berazaskan pada peningkatan efisiensi dan transparansi (RUKN 2006-2026).

Dalam perkembangannya Sistem Kelistrikan Nasional dapat dibedakan dalam 2 (dua) sistem yaitu sistem kelistrikan terinterkoneksi dan sistem kelistrikan terisolasi. Sistem kelistrikan se Jawa-Madura-Bali (JAMALI) dan Sumatera merupakan sistem yang telah berkembang dan merupakan sistem

kelistrikan yang terinterkoneksi melalui jaringan transmisi tegangan tinggi dan jaringan transmisi tegangan ekstra tinggi.

Pulau Jawa, Madura dan Bali telah terinterkoneksi, sehingga kebutuhan kelistrikan pada sistem ini disuplai dari pembangkit se JAMALI dengan produksi sebesar 97.292,5 GWh. Penjualan pada tahun 2005 untuk daerah Jawa Tengah dan DIY mencapai 11.488 GWh dengan komposisi penjualan persektor pelanggan untuk rumah tangga adalah 6.318,2 GWh (54,99%), Komersial 991,8 GWh (8,63%), Industri 3.414 GWh (29,72%), Publik 764 GWh (6,65%). Rasio elektrifikasi Provinsi Jawa Tengah dan DIY untuk tahun 2005 baru mencapai 74,05%.

Dalam perkembangannya, sistem kelistrikan kota Semarang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari sistem kelistrikan Jawa – Madura – Bali (JAMALI), hal ini berarti bahwa kebutuhan tenaga listrik di kota Semarang dapat dipasok dari pusat-pusat pembangkit yang tersebar di seluruh pulau Jawa dan Bali melalui jaringan transmisi SUTET (500 KV), SUTT (150 KV), maupun jaringan distribusi (20 KV) yang tersedia.

Sebagai gambaran umum, sistem ketenagalistrikan dapat dibagi menjadi pembangkitan, transmisi dengan gardu induknya, serta distribusi dengan gardu distribusinya.

3.3.1 Pembangkitan

Pembangkitan berfungsi untuk memproduksi energi listrik. Adapun kapasitas terpasang pembangkit di seluruh sistem JAMALI pada sampai semester I tahun 2005 adalah sebesar 19.514 MW. Tambahan kapasitas di tahun 2004 di

sistem Jawa Bali hanya diperoleh setelah beroperasinya PLTG Muara Tawar 6 x 145 MW. Dengan demikian pada tahun 2005, kondisi pembangkitan sistem Jawa Bali masih dalam keadaan cukup (*reserve margin* sistem pada tahun 2005 masih 32%).

Rincian kapasitas pembangkit sistem Jawa Bali berdasarkan jenis pembangkit dan pengelolaannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

TABEL III.1
KAPASITAS TERPASANG PEMBANGKIT SISTEM JAWA BALI
TAHUN 2005 (DALAM MW)

No.	Jenis Pembangkit	IP	PJB	Lain	IPP	Sistem	%
1	PLTA	1104	1283	180		2567	13
2	PLTU Batubara	3400	800		2450	6650	34
	BBG/MMG		1000			1000	5
	BBM	500	300			800	4
3	PLTGUBBG/BBM	1180	2088			3268	17
	BBM	1798	640			2438	12
4	PLTG BBG/BBM	98	342		150	589	3
	BBM	447	40	856		1343	7
5	PLTD	76				76	0,4
6	PLTP	360			424	784	4
	Jumlah	8962	6492	1036	1036	19514	100

Sumber : RUPTL 2006 -2015 PT. PLN (Persero)

Kondisi kelistrikan pada tahun 2005 untuk Provinsi Jawa Tengah dan DIY pada beban puncak sebesar 2.233 MW. Pasokan utama sistem kelistrikan di Provinsi Jawa Tengah dan DIY dilayani atau dipasok dari PLTU (Pusat Listrik Tenaga Uap) Tambaklorok, PLTA (Pusat Listrik Tenaga Air) Mrica dan pusat pembangkit-pembangkit lain yang disalurkan melalui jaringan interkoneksi JAMALI 500 kV dan 150 kV. Sedangkan pusat pembangkit di kota Semarang yaitu PLTU (Pusat Listrik Tenaga Uap) dan PLTGU (Pusat Listrik Tenaga Gas Uap) Tambak Lorok dengan 11 unit memiliki kapasitas total 1.334 MW.

3.3.2 Transmisi Dan Gardu Induk

Transmisi berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari pusat pembangkit ke pusat beban. Pengembangan sistim penyaluran Jawa dan Bali menggunakan sistim 500 kV dan 150 kV, sedangkan sistem 70 kV dikembangkan bagi daerah pertumbuhannya kurang pesat. Pengembangan transmisi 500 kV dimaksudkan untuk menjaga kestabilan sistem dan penyambungan pembangkit skala besar dan kebutuhan Gardu Induk Transmisi Extra Tinggi (GITET).

Pengembangan Gardu induk tergantung kepada pengembangan sistim transmisinya. Pengembangan gardu induk baru dipertimbangkan bila pasokan pada suatu kawasan sudah tidak mampu dibebani oleh gardu induk tersebut dengan batas toleransi maksimal 70% (RUKN 2006-2026).

Kota Semarang dilayani oleh transmisi 150 kV sepanjang 120 kms dan Gardu Induk (GI) sebanyak 8 lokasi dengan kapasitas trafo tenaga (150 /20 kV) sebanyak 15 unit /648 MVA. Daerah Tembalang dipasok dari GI Sronol dengan trafo kapasitas 31,5 MVA dan GI Pandeyan lamper dengan trafo kapasitas 60 MVA (untuk Kedungmundu).

3.3.3 Distribusi Dan Gardu Distribusi

Distribusi berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik dari Gardu Induk ke pusat beban (konsumen). Fasilitas pendistribusian energi listrik terdiri dari :

- a. Jaringan Tegangan Menengah (JTM).
- b. Gardu Distribusi (GD).
- c. Jaringan Tegangan Rendah (JTR).

Fasilitas pendistribusian energi listrik yang melayani kota Semarang di pasok dari 8 (delapan) Gardu Induk, dengan feeder keluar 20 kV (JTM) sepanjang 1.307 kms, jaringan tegangan rendah sepanjang 1.665 kms dan trafo distribusi sebanyak 5.390 unit yang terdiri dari berbagai ukuran kapasitas.

3.4 Pelayanan Infrastruktur Listrik

Realisasi keandalan pasokan listrik kepada konsumen sesuai dengan RUPTL PLN diukur berdasarkan faktor tegangan, frekuensi, lama gangguan dan jumlah gangguan perpelanggan. Tingkat mutu dan pelayanan PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Jaringan Semarang Selatan pada triwulan II tahun 2006 adalah sebagai berikut:

TABEL III.2
TINGKAT MUTU DAN PELAYANAN
PT. PLN (PERSERO) UPJ
SEMARANG SELATAN TRIWULAN II TAHUN 2006

N O	INDIKATOR	Jumlah Pelanggan : 112.363			
		Satuan	April	Mei	Juni
1	Tegangan Menengah di titik pemakaian	Kv	19-20,8	18-21	18,1-21
2	Tegangan rendah di titik pemakaian	V	191-218	190-208	190-212
3	Frekuensi di titik pemakaian	Cps	48,4-50,5	49,5- 50,5	49,09- 50,5
4	Lama gangguan perpelanggan	Jam/bln	8	7	8
5	Jumlah gangguan perpelanggan	Kali/bln	9	6	9

Sumber : Ditjen LPE, ESDM

Berdasarkan data diatas terlihat bahwa tegangan pada konsumen pada jaringan distribusi yang paling ujung berada pada besaran 190 V. Padahal dari *single line diagram* terlihat bahwa jaringan paling ujung tersebut diantaranya

adalah kawasan *urban sprawl* Kecamatan Tembalang yang meliputi Kelurahan Meteseh, Kelurahan Rowosari dan sekitarnya.

3.4.1 Kebijakan Pengembangan Distribusi

Pengembangan sarana distribusi tenaga listrik diarahkan untuk dapat mengantisipasi pertumbuhan penjualan tenaga listrik, mempertahankan tingkat keandalan yang diinginkan dan efisien, meningkatkan kualitas pelayanan (RUKN 2006-2026).

Fokus pengembangan dan investasi sistem distribusi secara umum seperti yang terdapat pada Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2006-2015 diarahkan pada 4 hal, yaitu: perbaikan tegangan pelayanan, perbaikan SAIDI dan SAIFI, penurunan susut teknis jaringan dan rehabilitasi jaringan yang tua. Selain itu, untuk prioritas berikutnya dapat dilakukan investasi perluasan jaringan untuk pelayanan baru dan perbaikan sarana pelayanan. Pemilihan teknologi : jenis tiang (beton, besi atau kayu), jenis saluran (SUTM, SKTM), sistem jaringan (*radial*, *loop* atau *spindle*), perlengkapan (menggunakan *recloer* atau tidak), ditentukan oleh manajemen unit atas analisis dan pertimbangan keekonomian jangka panjang dan pencapaian TMP yang lebih baik, dengan tetap memperhatikan SNI atau S-PLN yang berlaku. Pembangunan jaringan distribusi diarahkan untuk terpenuhinya *outlet* pendistribusian daya dari pembangkit dan gardu induk sesuai kebutuhan (*matching*). Untuk jaringan distribusi yang panjang dan atau jaringan yang berbeban cukup besar, dapat menggunakan tegangan 70 kV sesuai keekonomiannya.

3.4.2 Pendekatan Perencanaan Sistem Distribusi

Perencanaan pengembangan sistem distribusi dalam RUPTL didasarkan kepada prinsip perencanaan sistem kelistrikan secara umum yang mempunyai sasaran : menyediakan sarana pendistribusian tenaga listrik yang mencukupi, andal dengan kualitas pelayanan tinggi dan efisien (susut teknis rendah), dengan selalu mempertimbangkan beberapa alternatif dan memilih yang termurah (*least cost*), serta apabila dirasakan diperlukan mengevaluasi Investasi tertentu berdasarkan analisa ekonomis (*benefit to cost economical analysis* atau *internal rate of return (IRR)*).

Kebutuhan fisik yang diperlukan untuk perluasan (penambahan) sistem distribusi dalam rangka mengantisipasi pertumbuhan beban puncak sebagai akibat pertumbuhan penjualan energi merupakan fungsi dari beberapa variabel yaitu beban puncak di sisi TM dan TR, luas area yang dilayani, distribusi beban (tersebar merata, terkonsentrasi, dsb), susut tegangan maksimum yang diperbolehkan pada jaringan, ukuran penampang konduktor yang dipergunakan, dan fasilitas sistem distribusi terpasang (JTM, GD, JTR).

Perkiraan Kebutuhan Fisik dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis, yaitu kebutuhan Fisik Perluasan Sistem Distribusi untuk mengantisipasi Pertumbuhan Sales (*Sales Growth*), kebutuhan Fisik untuk mempertahankan/ meningkatkan keandalan, kebutuhan fisik untuk meningkatkan kualitas pelayanan tenaga listrik pada pelanggan (*Power Quality*), kebutuhan fisik untuk rehabilitasi jaringan, kebutuhan fisik untuk menurunkan susut teknis jaringan, dan kebutuhan fisik untuk perbaikan sarana pelayanan

3.5 Kelurahan Meteseh

Kelurahan Meteseh merupakan salah satu kelurahan yang ada di Kota Semarang. Dalam cakupan administrasi, Kelurahan Meteseh termasuk dalam kecamatan Tembalang. Adapun deskripsi Kelurahan Meteseh adalah sebagai berikut:







a. Batas Wilayah

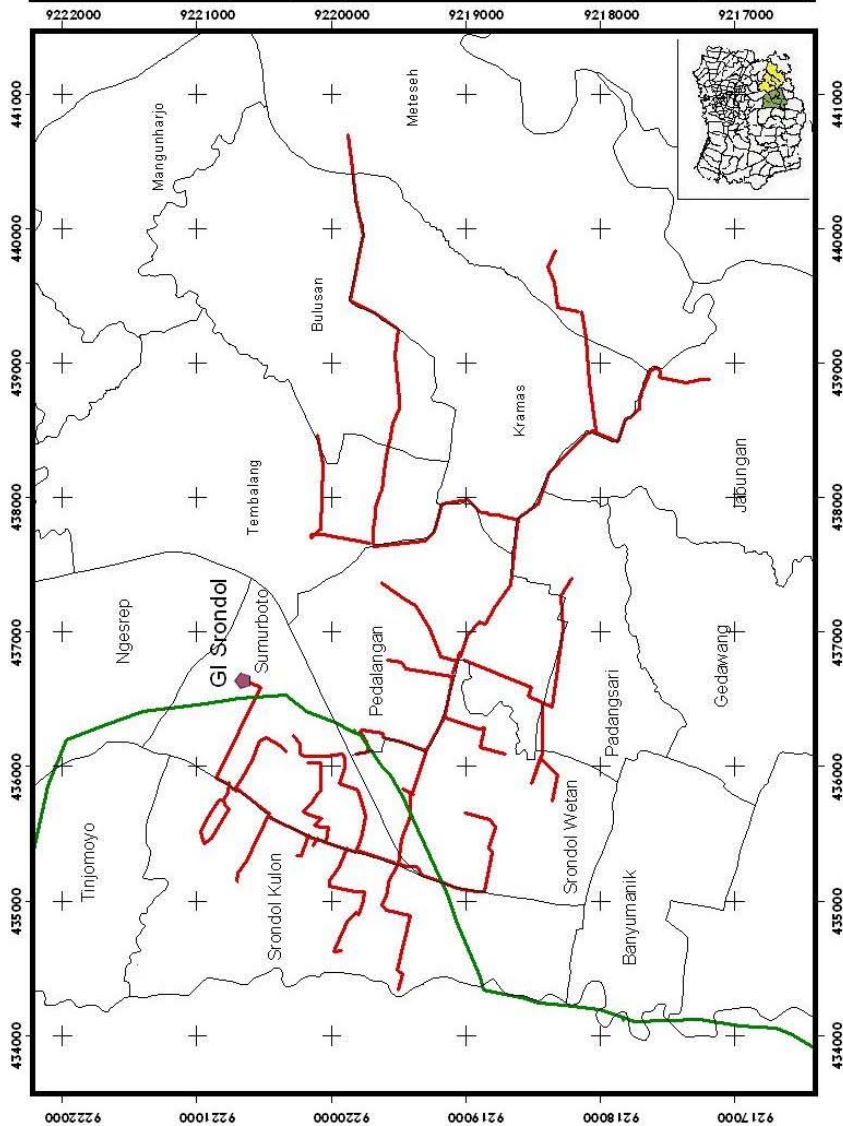
- ❖ Sebelah Utara : Kelurahan Sendang Mulyo.
- ❖ Sebelah Selatan : Kelurahan Banyumanik.
- ❖ Sebelah Barat : Kelurahan Rowosari.
- ❖ Sebelah Timur : Kelurahan Bulusan.

b. Kondisi Geografis

- ❖ Topografi merupakan dataran rendah yang berbukit.
- ❖ Ketinggian 39 – 47 meter dari permukaan laut.
- ❖ Suhu udara berkisar antara 22 – 33⁰ C.

Jumlah penduduk Kelurahan Meteseh berdasarkan Kecamatan Tembalang dalam angka tahun 2005 sebanyak 9.607 jiwa dengan jumlah keluarga 2.428 KK.. Luas Kelurahan Meteseh sebesar 499 ha. Dengan luas perumahan dan pemukiman 307 ha dengan luas lahan yang dikuasai pemilik sebesar 65 %. Pelanggan listrik di kelurahan tersebut kesemuanya merupakan pelanggan PLN.

	PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER PEMBANGUNAN WILAYAH DAN KOTA UNIVERSITAS DIPONEGORO 2007
PETA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV SRONDOL 1	
LEGENDA	
 Batas Kelurahan	 GI Spondol
 Jalan Arteri Primer	 Jaringan Distribusi 20 KV Spondol 1
	0 1 Km
NO. GAMBAR 3.2	
SUMBER HASIL ANALISIS	



BAB IV

ANALISIS TMP TEGANGAN BERKAITAN DENGAN PERKEMBANGAN KOTA

4.1 TMP Tegangan Gardu Induk Di Kota Semarang

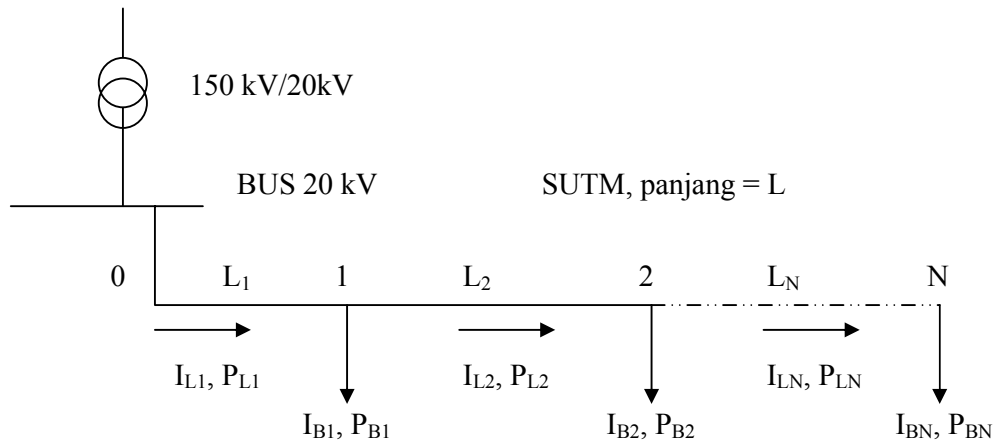
4.1.1 Kondisi Eksisting

Kota Semarang memiliki 8 buah gardu induk yang melayani sebagian besar kebutuhan energi listrik di Kota Semarang. Kedelapan gardu induk tersebut masing-masing adalah gardu induk Randugarut, Krapyak, Tambaklorok, Simpanglima, Kalisari, Pandeanlamper, Sronдол, dan Pudukpayung. Saat ini telah ada tambahan satu gardu induk di Kota Semarang yaitu gardu induk Boja dengan kapasitas yang direncanakan sebesar 2 x 60 MVA. Sehubungan kondisi gardu induk tersebut yang saat ini belum disambungkan ke jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV, maka gardu induk tersebut tidak dimasukkan dalam analisa untuk mendapatkan gambaran mengenai daerah layanan dan jangkauan tegangan standar dari masing-masing gardu induk yang ada di Kota Semarang.

Adapun asumsi yang digunakan untuk merencanakan kebutuhan listrik di Kota Semarang menurut RTRW Kota Semarang 2005-2010 yaitu:

- ❖ Tiap orang membutuhkan listrik 180 VA.
- ❖ Penerangan jalan, sosial, dan komersial sebesar 10 % dari total kebutuhan listrik meliputi BWK (Bagian Wilayah Kota) VIII dan IX, sebesar 15 % meliputi BWK V, VI dan VII sebesar 20 % meliputi BWK II, III, IV, dan X, sebesar 30 % meliputi BWK I.

Asumsi tingkat pemakaian daya listrik pada gardu induk di Kota Semarang menggunakan pendekatan tingkat pemakaian daya pada gardu induk Spondol pada tahun 2007 yaitu sebesar 68 % dari total kebutuhan kapasitas daya listrik.



GAMBAR 4.1
SUTM DENGAN BEBAN TERBAGI PER SEKSI

Berdasarkan gambar 4.1, momen daya dapat dihitung sebagai jumlah dari momen daya masing-masing seksi dalam jaringan, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 M_p &= M_{p1} + M_{p2} + M_{p3} + \dots + M_{pN} \\
 &= P_{L1} L_1 + P_{L2} L_2 + P_{L3} L_3 + \dots + P_{LN} L_N \\
 &= (P_{B1} + P_{B2} + \dots + P_{BN}) L_1 + (P_{B2} + P_{B3} + \dots + P_{BN}) L_2 + \dots + P_{BN} L_N \\
 &= P_{B1} L_1 + P_{B2} (L_1 + L_2) + \dots + P_{BN} (L_1 + L_2 + \dots + L_N) \dots \dots \dots (4.1)
 \end{aligned}$$

Adapun untuk susut tegangan jaringan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \Sigma \Delta V &= \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots + \Delta V_N \\
 &= (M_{p1} / V_0 + M_{p2} / V_1 + \dots + M_{pN-1} / V_{N-1}) (r \pm x \tan \phi) \dots \dots \dots (4.2)
 \end{aligned}$$

Ukuran Konduktor digunakan jenis ACSR dengan ukuran luas penampang kawat sebesar 240 mm^2 seperti yang dipakai oleh PT. PLN (Persero) APJ Semarang saat ini, sehingga tahanan konduktor tersebut pada frekuensi 50 Hz sebesar $0,1342 + j0,0372$ (Ohm/km).

Untuk perhitungan jangkauan tegangan standar digunakan penurunan rumus seperti dibawah ini.

$$V_0 - V_t = (M_{Pt} / V_0) (r \pm x \tan \varphi)$$

$$V_0 - V_t = (P_{Lt} \times L / V_0) (r \pm x \tan \varphi) \dots\dots\dots(4.3)$$

Jika penurunan tegangan maksimum jaringan 20 kV sebesar 2 %, maka $V_0 - V_t = 400 \text{ V}$.

$$L = V_0 - 400 / (P_{Lt} (r \pm x \tan \varphi))$$

$$L = 20 \cdot 10^3 \cdot (400) / (P_{Lt} (r \pm x \tan \varphi)) \dots\dots\dots(4.4)$$

Asumsi $\cos \varphi = 0,85$, maka $\varphi = 31,79^\circ$ sehingga $\tan \varphi = 0,62$,

$$L = 20 \cdot 10^3 \cdot (400) / (P_{Lt} (0,1342 + 0,0372 \times 0,62))$$

$$L = 8 \cdot 10^6 / (P_{Lt} 0,157) = 50.955.414 / P_{Lt} \dots\dots\dots(4.5)$$

Jika $P_{Lt} = L$ (kerapatan penduduk x 180 VA) + (Penerangan jalan/sos/kom)

Maka $L^2 = 50.955.414 / [(kerapatan penduduk \times 180 \text{ VA}) + (\text{Pen_jalan/sos/kom})]$

Jika $P = [(kerapatan penduduk \times 180 \text{ VA}) + (\text{Pen_jalan/sos/kom})]$ dan lekukan jaringan diasumsikan 60 %,

$$\text{Maka } L = 0,6 \sqrt{50.955.414 / P} \text{ kms} \dots\dots\dots(4.6)$$

TABEL IV.1.
JANGKAUAN PELAYANAN TEGANGAN GARDU INDUK


Nama Gardu Induk	Radius Pelayanan Tegangan Standar (kms)
Randu Garut	4,98
Krapyak	3,47
Simpang Lima	1,98
Tambak Lorok	1,57
Pandean Lamper	2,08
Kalisari	1,80
Srondol	3,67
Pudak Payung	4,17

Sumber : Hasil Analisis, 2007

Pada dasarnya, *urban sprawl* di Kota Semarang menimbulkan terjadinya penyebaran beban secara lebih meluas yang berakibat pada kebutuhan jaringan distribusi yang semakin panjang untuk menjangkau konsumen di semua kawasan *urban sprawl* tersebut. Seperti kawasan *urban sprawl* di Gunung Pati, Mijen ataupun di Kelurahan Meteseh menyebabkan jarak antara konsumen tersebut dengan GI menjadi jauh dan untuk menjangkauanya diperlukan jaringan distribusi 20 kV yang cukup panjang. Jarak antar rumah yang terlalu jauh juga menyebabkan terjadinya pemanjangan jaringan distribusi sekunder yang yang berdampak pada penurunan tegangan.

Prosentase penurunan tegangan tersebut tergantung pada panjang jaringan dan beban yang dilewati oleh jaringan distribusi 20 kV tersebut. Sebagai contoh, untuk kawasan Boja yang disuply dari GI Krapyak (jalur 3), dan GI Randu Garut (jalur 4 dan jalur 8) memiliki masing-masing penurunan tegangan pada jaringan distribusi 20 kV sebesar 4,76 %, 4,86 %, dan 6,48 % (PT. PLN (Persero) APJ Semarang bulan Juli 2006)¹.































¹ Pengukuran-pengukuran tegangan dilakukan pada jaringan distribusi paling ujung




PROGRAM PASCA SARJANA
MAGISTER PEMBANGUNAN WILAYAH DAN KOTA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2007

**TMP TEGANGAN GARDU INDUK
DI KOTA SEMARANG
(KONDISI EKSTING)**

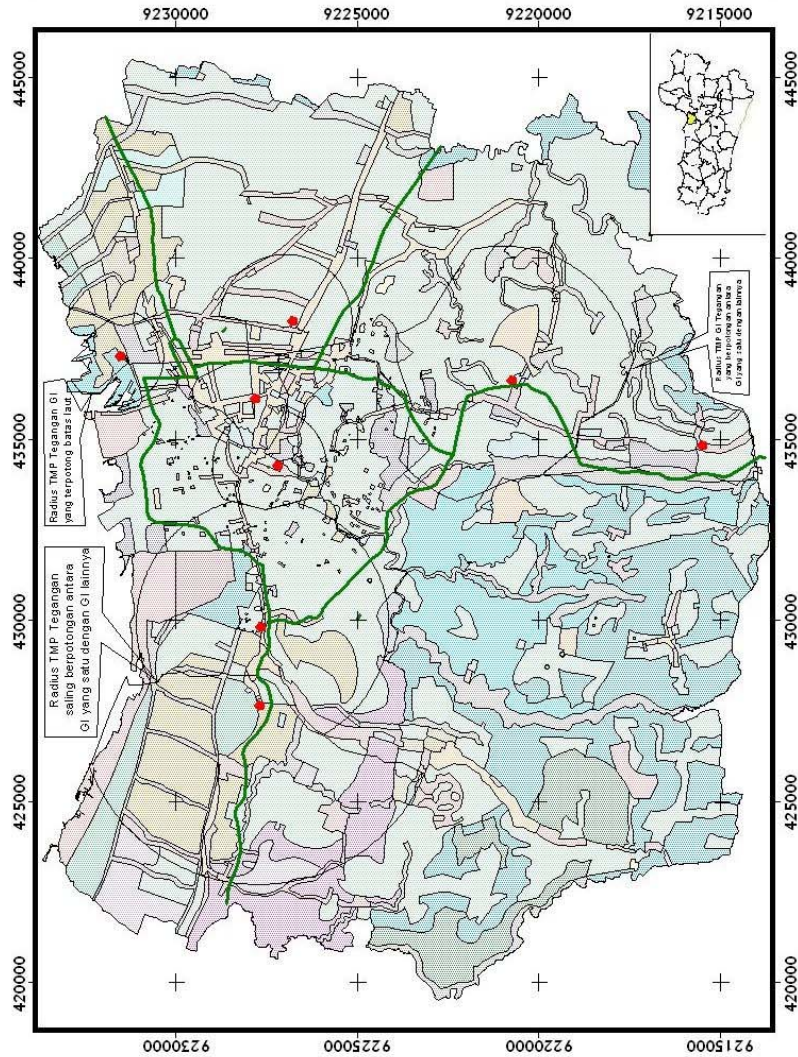
LEGENDA

-  JALANARTERI PRIMER
-  TMP TEGANGAN STANDAR
-  GARDU INDUK
-  RATA RATA
-  CAMPURAN
-  CAMPURAN INDUSTRI PEMUKIMAN DAN FASUM
-  CAMPURAN PEMUKIMAN DAN PERDAGANGAN
-  FASILITAS BUDAYA
-  FASILITAS KESEHATAN
-  FASILITAS PENDIDIKAN
-  FASILITAS PERIBADATAN
-  HUTAN
-  INDUSTRI
-  KAWASAN MILITER
-  KAWASAN PERUMAHAN
-  MAKAM
-  MATA AIR
-  OLAH RAGA
-  PERUMAHAN LAUT
-  PERDAGANGAN DAN JASA
-  PERINDUSTRIAN
-  PERTANIAN LAHAN BASAH
-  PERTANIAN LAHAN KERING
-  SETORAN
-  RUANG TERBUKA
-  TAMAN
-  TAMBAK
-  TAMBAK AIR
-  TERMINAL
-  TREATMENT PLAN

No. Gambar: 4.2



SUMBER HASIL ANALISIS



Dari peta TMP tegangan untuk masing-masing gardu induk di Kota Semarang terlihat bahwa dari sisi pelayanan tegangan, terdapat ketidakefisienan penempatan lokasi beberapa gardu induk. Gardu induk-gardu induk yang tumpang-tindih dalam pelayanan tegangan meliputi GI Randu Garut dan Krapyak, GI Kalisari, Simpang Lima, dan Pandean Lamper, serta GI Sronдол dan Pudak Payung. Sedangkan GI Tambak lorok pelayanan tegangan optimalnya terpotong oleh batas Kota Semarang dengan laut. Setiap gardu induk sebaiknya melayani konsumen dalam bentuk lingkaran TMP tegangannya, sehingga optimalisasi pelayanan tegangan dapat tercapai.

4.1.2 Alternatif Penanggulangan Permasalahan TMP Tegangan

Untuk daerah yang padat penduduknya (di pusat kota), sebaiknya dilakukan pembesaran ukuran konduktor pada jaringan distribusi 20 kV-nya. Pembesaran konduktor ini dimaksudkan untuk memperpanjang jangkauan layanan TMP tegangan gardu induk yang melayani pusat kota. Adapun jaringan distribusi 20 kV yang perlu dilakukan pembesaran konduktornya meliputi jaringan distribusi yang berasal dari gardu induk Tambaklorok, GI Kalisari, dan GI Pandean Lamper yang melayani konsumen di pusat kota.

Pembesaran konduktor tersebut dilakukan dengan mengubah ukuran konduktor yang semula 240 mm² menjadi 400 mm². Hal tersebut dilakukan pada gardu induk yang melayani konsumen yang kepadatannya tinggi (gardu induk Tambaklorok, GI Kalisari, dan GI Pandean Lamper). Jalur distribusi dari gardu induk Simpang Lima tidak dilakukan pembesaran konduktor, karena semua

konsumen yang terlayani GI tersebut telah mendapatkan TMP tegangan yang sesuai dengan SNI tentang tegangan.

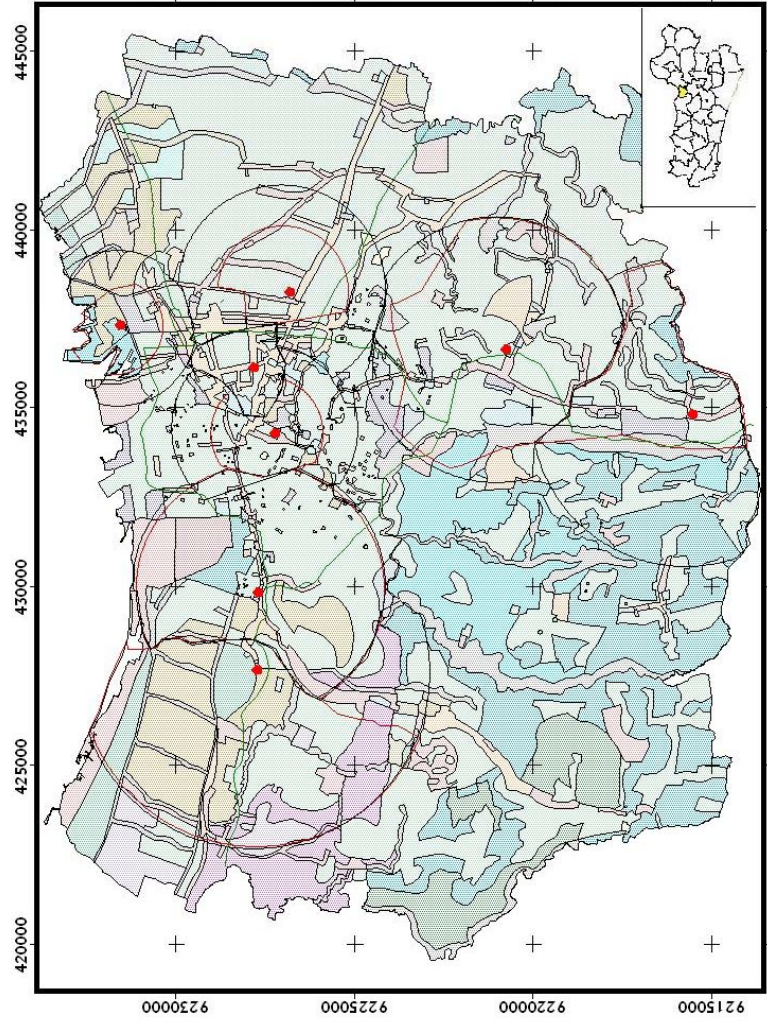
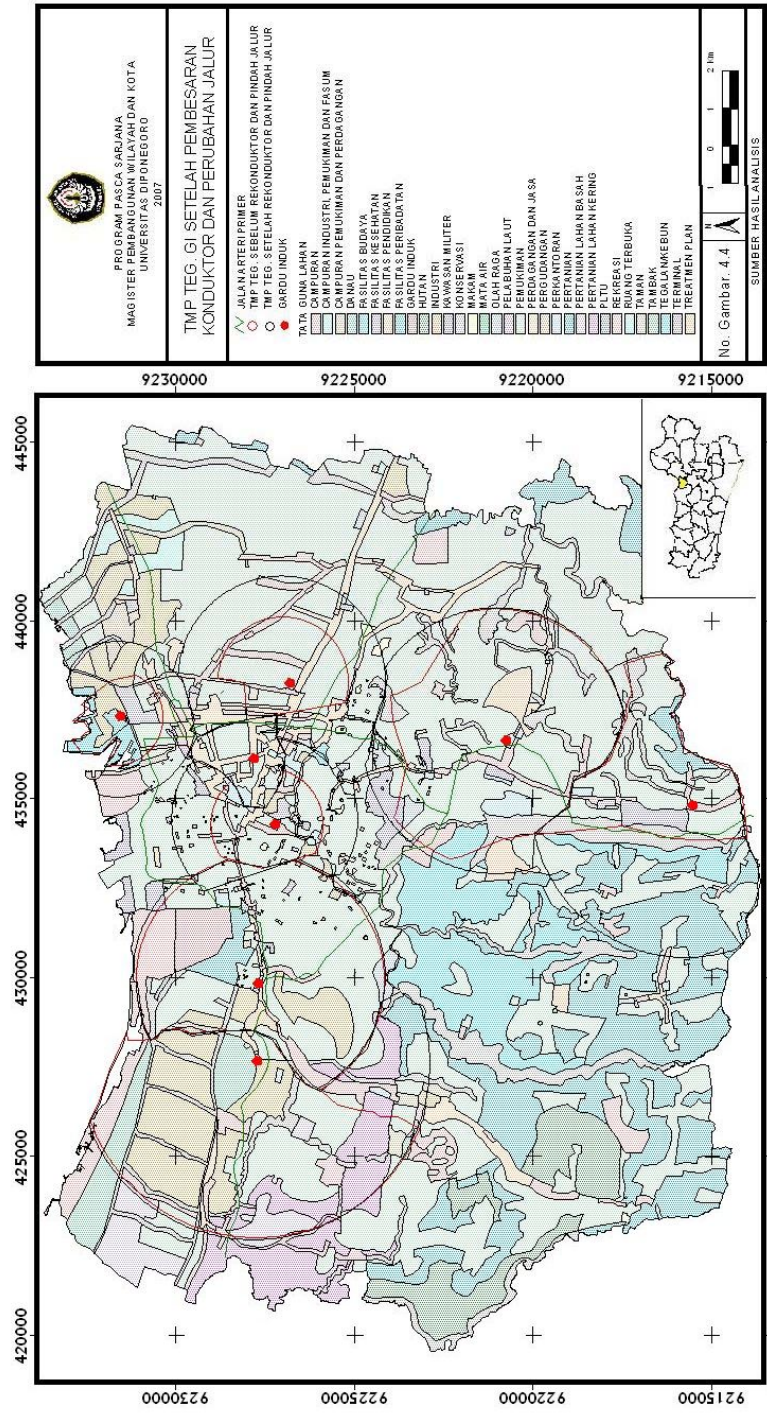
TABEL IV.2.
JANGKAUAN PELAYANAN TEGANGAN
GARDU INDUK SETELAH PEMBESARAN KONDUKTOR
DISTRIBUSI 20 KV DARI GI
TAMBAK LOROK, KALISARI, DAN PANDEAN LAMPER

Nama Gardu Induk	Radius Pelayanan Tegangan Standar (kms)
Randu Garut	4,98
Krapyak	3,47
Simpang Lima	1,98
Tambak Lorok	2,19
Pandean Lamper	2,90
Kalisari	2,50
Srondol	3,67
Pudak Payung	4,17

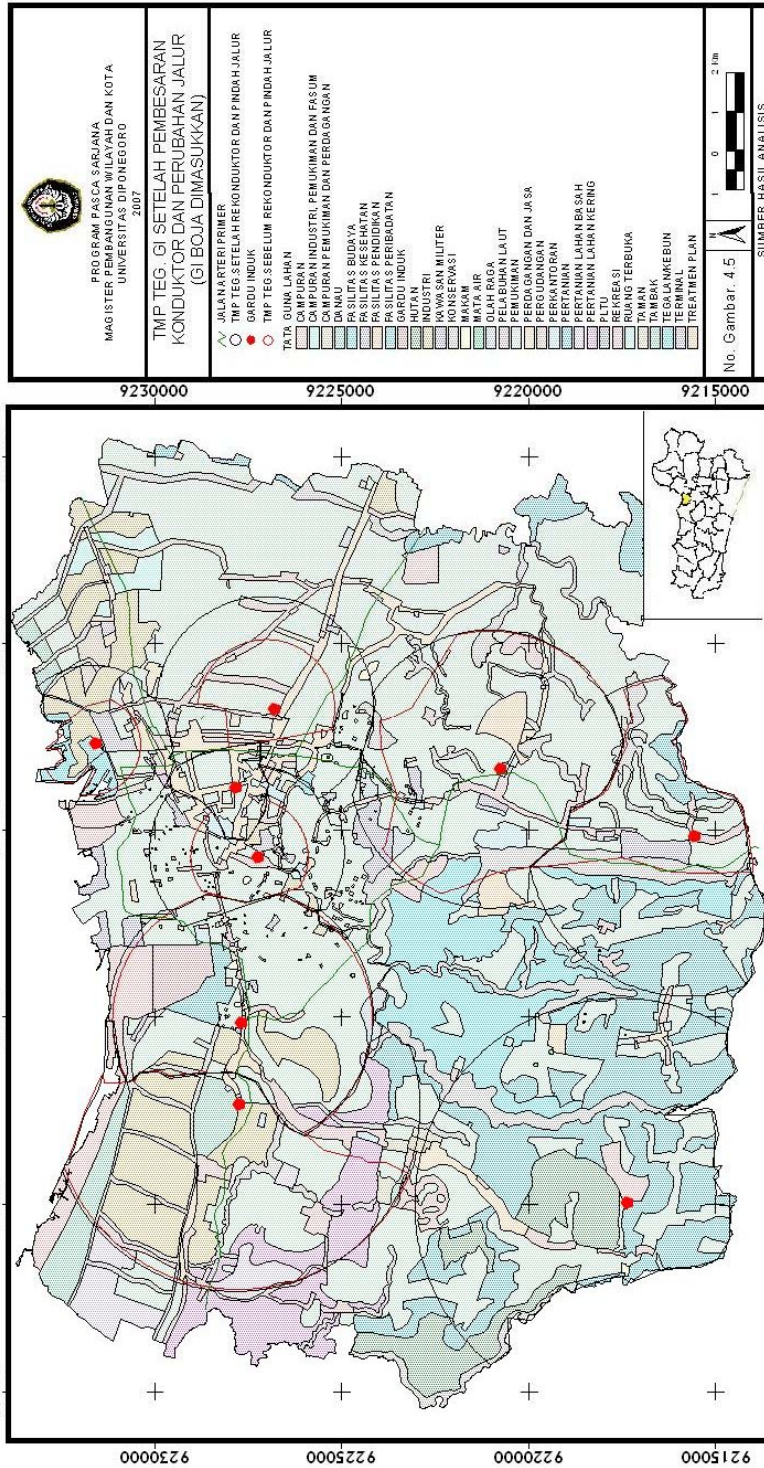
Sumber : Hasil Analisis, 2007

Perubahan jalur pada jaringan distribusi 20 kV merupakan langkah selanjutnya dalam mengatasi permasalahan penurunan tegangan. Dasar pemikiran dari langkah ini adalah mengoptimalkan jangkauan tingkat mutu pelayanan tegangan dari gardu induk yang ada.

Apabila gardu induk Boja dimasukkan dalam analisa dan dilakukan perubahan jalur pelayanan, maka tingkat mutu pelayanan tegangan di Kota Semarang dapat ditingkatkan.




No. Gambar. 4.4



No. Gambar. 4.5

SUMBER HASIL ANALISIS

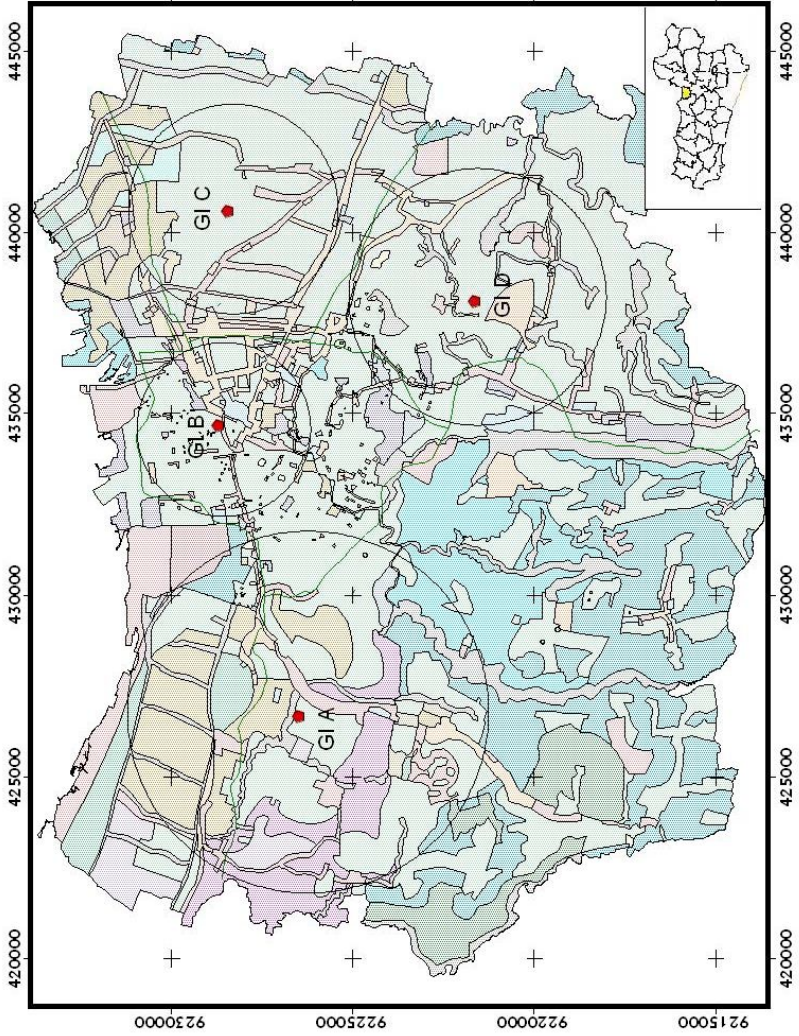

PROGRAM PASCA SARJANA
MAGISTER PEMBANGUNAN WILAYAH DAN KOTA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
 2007

TMP TEGANGAN GARDU INDUK IDEAL
DI KOTA BARU (ASUMSI KOTA SEMARANG)

\ V JALAN KATERI PRIMER
 ● GARDU INDUK
 ○ TMP TEGANGAN GI IDEAL
 TATA GUNA LAHAN
 CAMPURAN INDUSTRI, PEMUKIMAN DAN RASUM
 DANAU & BUDAYA
 PASALITA & RESEPTAN
 PASALITA & PERIBADATAN
 GARDU INDUK
 INDUSTRI
 KAWASAN MILITER
 KONSERSASI
 WATA AIR
 OLAH RAGA
 PELA BUHAN LAUT
 PERGUDANGAN DAN JASA
 PERGUDANGAN
 PERWANTORAN
 PERTANIAN LAHAN MERSAH
 PERTANIAN LAHAN KERING
 PLTU
 BENTREKSI
 TAMAN TERBUKA
 TAMBAK
 TEBGA LAMKREBUN
 TREATMEN PLAN

No. Gambar. 4.6
 SUMBER HASIL ANALISIS

1 0 1 2 Km



9230000 9225000 9220000 9215000

445000 440000 435000 430000 425000 420000

9230000 9225000 9220000 9215000

Pemasangan kapasitor merupakan alternatif lain dalam mengatasi penurunan tegangan. Kapasitor pada sistem daya listrik menimbulkan daya reaktif untuk memperbaiki tegangan dan faktor daya, karenanya menambah kapasitor sistem akan mengurangi kerugian. Dalam kapasitor seri daya reaktif sebanding dengan kuadrat arus beban, sedang pada kapasitor paralel sebanding dengan kuadrat tegangan. Pemasangan peralatan kapasitor seri dan paralel pada jaringan distribusi mengakibatkan *losses* akibat aliran daya reaktif pada saluran dapat dikurangi sehingga kebutuhan arus menurun dan tegangan mengalami kenaikan sehingga kapasitas sistem bertambah. Kapasitor seri tidak digunakan secara luas dalam saluran distribusi, karena adanya berbagai permasalahan (resonansi distribusi, resonansi ferro dalam transformator dan resonansi subsinkron selama starting motor) dan sistem yang lebih kompleks. Biaya pemasangan kapasitor seri jauh lebih mahal daripada kapasitor paralel, dan biasanya kapasitor seri dirancang dengan kapasitas yang lebih besar dengan tujuan untuk mengantisipasi perkembangan beban untuk masa-masa yang akan datang. Hal-hal tersebut menjadi alasan utama sehingga dalam sistem distribusi banyak kapasitor paralel.

Pemasangan kapasitor paralel dapat dilakukan pada jaringan distribusi primer (20 kV) maupun jaringan distribusi sekunder (230 V) sesuai dengan pilihan alternatif yang paling memungkinkan. Untuk pelayanan tegangan listrik di Kota Semarang, pemasangan kapasitor paralel dapat dilakukan pada jaringan dari GI yang melayani pusat kota (*urban*) ataupun kawasan kota yang lain (*sprawl, sub urban, ataupun urban fringe*).

Perubahan tap pada gardu distribusi dapat pula dilakukan untuk mengantisipasi penurunan tegangan. Kombinasi antara pemasangan kapasitor dan perubahan tap pada trafo distribusi merupakan cara yang paling optimal untuk meningkatkan TMP tegangan di konsumen.

Pembangunan gardu induk baru tidak diperlukan lagi di Kota Semarang karena radius daerah yang mempunyai TMP tegangan di bawah standar cukup kecil sehingga tidak efektif bila dilakukan pembangunan GI baru. Permasalahan TMP tegangan di daerah tersebut dapat diatasi dengan perubahan tap pada gardu distribusi ataupun pemasangan kapasitor. Untuk meningkatkan pelayanan TMP tegangan di daerah perbatasan Kota Semarang dengan daerah lain, pembangunan gardu induk akan lebih efektif apabila dilakukan di luar Kota Semarang yang lokasinya berdekatan dengan perbatasan Kota Semarang. Sifat TMP tegangan listrik yang dinamis merupakan sebab lain tidak diperlukannya pembangunan gardu induk di Kota Semarang karena daerah diluar radius TMP tegangan standar dapat berubah menjadi termasuk dalam radius TMP tegangan standar apabila pemakaian energi listrik pada jaringan tersebut berkurang (diluar beban pucak).

4.1.3 Perencanaan GI di Kota Baru Dari Sisi TMP Tegangan

Pelayanan tegangan oleh suatu gardu induk sebaiknya dilakukan secara optimal. Optimalisasi pelayanan tersebut didapat dengan melakukan peletakan lokasi gardu induk pada lokasi yang tepat sesuai dengan tingkat pemakaian daya listrik penduduk yang dilayaninya.

Kota Semarang apabila dilihat dari sisi pelayanan tegangan oleh gardu induk sebenarnya hanya memerlukan 4 buah gardu induk dengan kapasitas yang disesuaikan dengan kebutuhan beban yang ada sekarang dan dimasa yang akan datang. Letak gardu induk dan jaringan distribusi 20 kV-nya dilakukan sedemikian rupa sehingga pelayanan tegangan yang dilakukan dapat optimal. Untuk daerah dengan tingkat kebutuhan daya listrik yang tinggi dapat dilakukan pembesaran konduktor (400 mm^2) dari kondisi yang ada sekarang (240 mm^2). Pembesaran konduktor tersebut dapat dilakukan pada gardu induk B dan C (lihat gambar).

Pemakaian kapasitor paralel atau penaikkan tap trafo distribusi dapat dilakukan pada daerah diluar jangkauan tegangan standar. Untuk daerah Mijen dan Gunung Pati dengan tingkat konsumsi listrik yang kecil dapat dilayani oleh gardu induk yang lokasinya di Boja, Kendal.

4.1.4 Perencanaan GI pada Kota yang telah Berkembang

Pertimbangan pembangunan GI adalah untuk meningkatkan mutu pelayanan, yaitu perbaikan kualitas tegangan, peningkatan keandalan dan peningkatan kapasitas beban (penyambungan baru). Sedangkan persyaratan dibangunnya suatu GI meliputi ketersediaan lahan dan saluran transmisi tegangan tinggi atau ekstra tinggi.

Ketersediaan lahan akan menjadi permasalahan yang kompleks, karena lokasi GI secara ideal harus dekat dengan sumber beban, sedangkan sumber beban itu sendiri identik dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, sehingga

pemenuhan ketersediaan lahan menjadi sangat sulit. Ketersediaan jalur transmisi juga merupakan permasalahan yang cukup pelik untuk dipecahkan sampai saat ini. Seperti diketahui bersama bahwa energi listrik dari suatu pembangkit dapat disalurkan ke pusat-pusat beban melalui saluran transmisi tegangan tinggi (SUTT) atau saluran transmisi tegangan ekstra tinggi (SUTET) yang kemudian didistribusikan ke pusat-pusat beban (konsumen). Protes terhadap SUTET oleh warga telah menjadi permasalahan yang tiada akhir di negeri ini. Bahkan Pemerintah telah mengeluarkan Kepmen 975.K/47/MPE/1999 tanggal 11 Mei 1999 untuk mengatasi permasalahan SUTET, tetapi sampai saat ini permasalahan tersebut belum terselesaikan secara menyeluruh.

Permasalahan sosial akibat adanya gardu induk dan saluran transmisi sangat tergantung kepada kondisi masyarakat di masing-masing daerah, sehingga dalam hal ini masing-masing pemerintah daerah merupakan pemegang peranan yang penting dalam penyelesaian kedua permasalahan tersebut. Regulasi mengenai ketersediaan dan penggunaan lahan jalur transmisi, Gardu Induk, dan Gardu Distribusi dan menuangkannya dalam Rencana Umum Tata Ruang Propinsi yang diimplementasikan dalam RTRW Kota/Kab menjadi hal yang tidak bisa ditunda lagi.

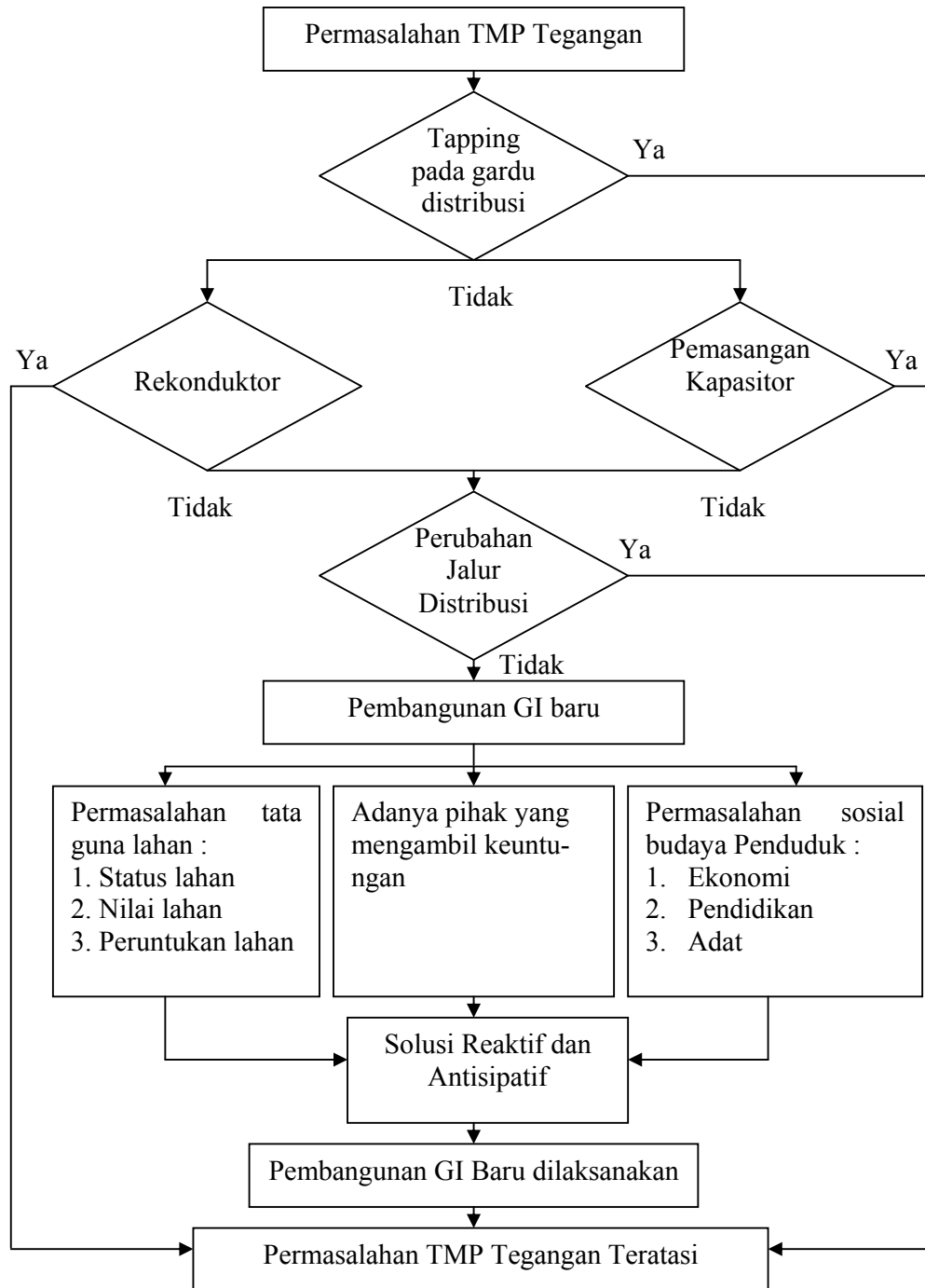
Kota Semarang untuk saat ini tidak memerlukan gardu induk yang baru, pembangunan gardu induk Boja diharapkan dapat meningkatkan TMP tegangan di Kecamatan Mijen, sebagian Kecamatan Ngaliyan dan Kecamatan Gunung Pati. Untuk daerah yang berada diluar TMP tegangan standar dapat diatasi dengan pemasangan kapasitor ataupun perubahan tapping pada gardu distribusi.

Pemasangan kapasitor dapat diwajibkan bagi investor perumahan yang melakukan pembangunan jaringan distribusi untuk konsumennya.

Permasalahan TMP tegangan pada suatu kota yang telah berkembang memang dapat diatasi dengan adanya pembangunan gardu induk baru. Namun perlu juga diketahui, pembangunan gardu induk disamping sarat dengan modal, diperlukan persyaratan-persyaratan yang lain seperti tersedianya lahan untuk pembangunan gardu induk dan jalur transmisi tegangan tinggi ataupun ekstra tinggi sebagai pensuplai daya ke gardu induk dimana kedua syarat tersebut sangat sarat dengan dampak sosial. Untuk itu, pembangunan gardu induk merupakan solusi terakhir apabila rekayasa teknik yang dilakukan sudah tidak memungkinkan lagi. Adapun langkah-langkah dalam mengatasi permasalahan TMP tegangan dapat dirinci sebagai berikut :

- a. Merubah jalur distribusi 20 kV untuk mendapatkan jalur distribusi yang paling optimal dari sisi tegangan.
- b. Merubah tap pada gardu distribusi ataupun pemasangan kapasitor pada jaringan distribusi primer ataupun sekunder.
- c. Apabila kedua langkah diatas masih tidak bisa mengatasi permasalahan yang ada, maka perlu dilakukan pembangunan gardu induk baru.

Pembangunan gardu induk baru terkadang menimbulkan permasalahan sosial yang berhubungan dengan masyarakat. Permasalahan tersebut terkait dengan ketersediaan lahan dan jalur transmisi yang ada. Hal ini dapat dilakukan dengan melihat tata guna lahan yang ada.



GAMBAR 4.7
PERMASALAHAN TMP TEGANGAN
DAN SOLUSI PEMECAHANNYA

TABEL IV.3.
MATRIK POTENSI PERMASALAHAN LAHAN
DALAM PEMBANGUNAN GI

	Sediaan Lahan (Calon Lokasi GI)		
	Lahan terbangun untuk aktivitas intensif masyarakat (pemukiman, perdagangan dsb)	Lahan terbangun untuk aktivitas semi intensif masyarakat (kuburan, jalan)	Lahan terbuka untuk aktivitas non intensif (taman kota, sawah)
Masalah	<ul style="list-style-type: none"> • Harga lahan mahal • Masyarakat tidak mau menjual • Resistensi masyarakat terhadap jalur transmisi 	<ul style="list-style-type: none"> • Harga lahan normal. • Masyarakat tidak mau menjual • Ada kemungkinan pihak lain yang mengambil keuntungan 	<ul style="list-style-type: none"> • Harga lahan murah • Ada kemungkinan pihak lain yang mengambil keuntungan
Solusi Reaktif	<ul style="list-style-type: none"> • Pembangunan GI batal, TMP tegangan tidak ada perbaikan • Pendekatan terhadap masyarakat oleh tokoh masyarakat dan pihak ke-3 (Pemerintah) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pendekatan terhadap masyarakat oleh tokoh masyarakat dan pihak ke-3 (Pemerintah) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kerjasama dengan investor atau Pemda
Solusi Antisipatif	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinasi antara penyedia jasa tenaga listrik (PLN) dengan Pemerintah Daerah • Mensinkronkan Rencana Tata Ruang pembangunan kota dengan Master Plan Jaringan Tegangan Menengah PT. PLN (Persero) • Pengalokasian lahan untuk rencana jalur transmisi dan gardu induk yang dituangkan dalam RUTRW kota/kabupaten. • Kerjasama antara penyedia jasa tenaga listrik (PLN) dengan Pemerintah Daerah dan/atau investor perumahan dalam pembangunan jaringan distribusi, pemasangan kapasitor, dan penyediaan lahan bagi gardu induk baru apabila memungkinkan. 		

Potensi permasalahan lahan dalam pembangunan GI sangat besar, apabila dilihat dari sisi keteknikan, pelayanan GI akan lebih optimal apabila dekat dengan pusat beban (konsumen), sedangkan pusat beban itu sendiri identik dengan lahan terbangun yang digunakan untuk aktivitas intensif masyarakat. Untuk itu, pihak penyedia jasa tenaga listrik yang dalam hal ini PLN harus selalu berkoordinasi dengan pemerintah daerah setempat untuk mengetahui daerah-daerah yang berpotensi untuk berkembang pesat, sehinggaantisipasi kebutuhan GI dapat disiapkan sedini mungkin disaat lahan terbangun untuk aktivitas intensif masyarakat belum begitu berkembang. Penyiapan lahan dan jalur transmisi dapat dilakukan jauh-jauh hari sehingga permasalahan lahan akibat pembangunan GI dapat ditekan seminimal mungkin.

Lahan terbangun yang digunakan untuk aktivitas semi intensif merupakan alternatif lain dalam penempatan GI baru, karena lahan ini biasanya tidak begitu jauh dari pusat beban (konsumen) dan potensi permasalahan relatif lebih kecil daripada lahan terbangun untuk aktivitas intensif. Untuk mendapatkan lahan tersebut, pihak penyedia jasa tenaga listrik dapat melakukan pendekatan terhadap masyarakat secara langsung ataupun tokoh-tokohnya dan kalau perlu dengan pihak ke-3 (pemerintah) dalam mengatasi permasalahan lahan untuk gardu induk.

Lahan terbuka untuk aktivitas non intensif yang berupa lahan tidur biasanya dimiliki oleh pengembang perumahan yang pada saatnya nanti dipersiapkan untuk pembangunan perumahan. Kerjasama pihak penyedia jasa tenaga listrik dengan investor perumahan sangat penting untuk keuntungan bersama dimana pihak penyedia jasa tenaga listrik mendapatkan lahan untuk

pembangunan gardu induk, sedangkan pihak investor dapat nilai lebih dari perumahan yang akan dibangun, karena memiliki TMP tegangan listrik yang baik, akibatnya nilai jual perumahan tersebut menjadi lebih tinggi dari sebelumnya.

Solusi antisipatif mengenai permasalahan lahan dalam pembangunan gardu induk dapat berupa koordinasi antara penyedia jasa tenaga listrik (PLN) dengan pemerintah kabupaten/kota dengan tujuan untuk mensinkronkan rencana tata ruang pembangunan kota/kabupaten dengan *masterplan* jaringan tegangan menengah milik PT. PLN (Persero). Kerjasama antara penyedia jasa tenaga listrik dengan pemerintah daerah berupa pembangunan jaringan distribusi dan pemasangan kapasitor yang bagi PLN ditujukan untuk meningkatkan keandalan sistem dan bagi pemerintah daerah ditujukan untuk perluasan jaringan melalui program listrik pedesaan. Penyediaan lahan bagi gardu induk bisa jadi merupakan tugas dari pemerintah daerah, sedangkan penyedia jasa tenaga listrik bertugas membangun fasilitas gardu induknya. Investor juga dapat mengambil peranan menggantikan tugas pemerintah daerah dalam pembangunan jaringan distribusi dan pemasangan kapasitor untuk perumahan mereka, bahkan bila memungkinkan berupa penyiapan lahan untuk pembangunan gardu induk.

4.2 Komparasi Tegangan di Kelurahan Meteseh dengan Standar SNI.

Dalam analisa komparasi tegangan, dibutuhkan beberapa langkah awal untuk mendapatkan tegangan yang akan dikomparasikan. Langkah-langkah tersebut adalah pengamatan peta jaringan distribusi 20 kV Spondol 1, perhitungan

tingkat pertumbuhan penduduk, perhitungan tingkat pertumbuhan daya, dan perhitungan besaran tegangan di konsumen yang pada akhirnya dikomparasikan .

4.2.1 Pengamatan Peta Jaringan Distribusi 20 kV Spondol 1

Pengamatan ini diperlukan untuk mengetahui kelurahan yang dilewati oleh jalur distribusi Spondol 1 yang sampai pada Kelurahan Meteseh. Pengamatan dilakukan terhadap peta distribusi jaringan listrik pada penyulang Spondol 1 dari GI Spondol yang digunakan untuk mensuplai kawasan Kelurahan Meteseh.

Berdasarkan hasil pengamatan peta jaringan distribusi 20 kV Spondol 1, kelurahan-kelurahan yang dilewati oleh jaringan distribusi tersebut meliputi Kelurahan Spondol Kulon, Spondol Wetan, Sumur Boto, Kramas, Bulusan, Tembalang, Pedalangan, Padangsari, Jabungan, Meteseh, dan Rowosari. Kelurahan-kelurahan tersebut termasuk dalam wilayah Kecamatan Banyumanik dan Tembalang.

4.2.2 Perhitungan Tingkat Pertumbuhan Penduduk

Berdasarkan hasil deskriptif peta dan *single line* diagram jaringan distribusi Spondol 1, maka didapatkan beberapa nama-nama kelurahan yang dilewati jalur distribusi listrik tersebut. Selanjutnya dicari data sekunder mengenai jumlah penduduk kelurahan yang dilewati jalur distribusi Spondol 1.

Untuk memproyeksikan jumlah penduduk di tahun-tahun berikutnya, digunakan metode regresi dengan memperhatikan pola pertumbuhan penduduk pada tahun-tahun sebelumnya. Dalam metode regresi, jumlah penduduk dianggap

variabel dependen yang dikaitkan dengan variabel independen lain berdasarkan pengalaman empiris. Variabel independen hanya terdiri dari satu variabel (*simple regression*) atau lebih dari satu variabel (*multiple regression*). Bentuk garis regresi dapat berupa linear (garis lurus) dan kurva linear (garis lengkung). Kurva linear yang umum dipakai dapat berbentuk eksponensial, gompertz, dan logistik.

TABEL IV.4.
JUMLAH PENDUDUK KELURAHAN JALUR DISTRIBUSI SRONDOL 1
TAHUN 1993 – 1999

Kelurahan/Tahun	1993	1994	1995	1996	1998	1999
Srondol Kulon	7.991	7.967	10.444	10.640	11.010	11.146
Srondol Wetan	17.369	17.467	17.663	17.868	18.988	19.112
Sumur boto	4.688	5.807	5.975	6.047	7.540	7.766
Kramas	1.399	1.412	1.465	1.561	1.700	1.765
Bulusan	1.856	2.276	2.348	2.432	2.543	2.625
Tembalang	3.136	3.378	3.418	3.484	3.591	3.728
Pedalangan	6.977	7.159	7.331	7.389	7.729	7.949
Padangsari	11.599	12.023	12.403	12.576	12.508	12.511
Jabungan	2.152	2.172	2.145	2.393	2.313	2.338
Meteseh	5.794	5.781	6.128	6.351	6.890	7.068
Rowosari	7.380	7.485	7.569	7.586	8.373	8.687

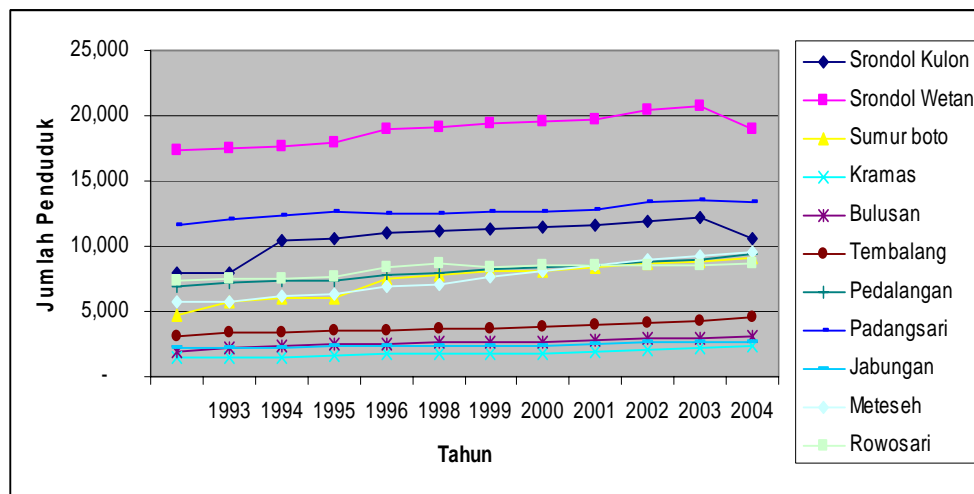
Sumber: Kec. Banyumanik dan Tembalang dalam Angka 1993-1999

TABEL IV.5.
JUMLAH PENDUDUK KELURAHAN JALUR DISTRIBUSI SRONDOL 1
TAHUN 2000 – 2005

Kelurahan/Tahun	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Srondol Kulon	11.341	11.499	11.580	11.896	12.164	10.551
Srondol Wetan	19.469	19.568	19.775	20.396	20.693	18.969
Sumur boto	8.023	8.157	8.311	8.609	8.849	9.094
Kramas	1.705	1.797	1.910	2.043	2.191	2.337
Bulusan	2.628	2.709	2.788	2.921	2.972	3.093
Tembalang	3.747	3.892	4.002	4.167	4.338	4.562
Pedalangan	8.204	8.378	8.495	8.835	9.020	9.380
Padangsari	12.634	12.696	12.843	13.439	13.468	13.438
Jabungan	2.364	2.403	2.548	2.642	2.642	2.639
Meteseh	7.586	8.053	8.502	8.933	9.270	9.607
Rowosari	8.336	8.537	8.565	8.591	8.600	8.720

Sumber: Kec. Banyumanik dan Tembalang dalam Angka 2000-2005

Dalam pemilihan bentuk regresi yang digunakan. Pendekatan awal dilakukan dengan cara membuat *scatter diagram*, yaitu menggambarkan titik-titik berupa jumlah penduduk masa lalu pertahun pada bidang koordinat. Dari tebaran titik-titik tersebut dapat diduga bentuk kurva mana yang paling mendekati keseluruhan dari titik-titik tersebut.



Sumber: Hasil Analisis, 2007

GAMBAR 4.8.
PERTUMBUHAN JUMLAH PENDUDUK KELURAHAN JALUR
DISTRIBUSI SRNDOL 1 TAHUN 1993-2005

Dari pola *scatter diagram* seperti yang tertera pada gambar 4.2. terlihat bahwa pola pertumbuhan penduduk di kelurahan-kelurahan yang dilewati oleh jalur distribusi tenaga listrik primer yang bertegangan 20 kV jalur Srdol 1 rata-rata memiliki kecenderungan mengalami peningkatan jumlah penduduk di tiap-tiap kelurahan dengan pola yang paling mungkin dapat didekati dengan persamaan linear.

Metode regresi linear adalah penghalusan dari metode ekstrapolasi garis lurus. Dalam metode garis regresi ini kita mencari sebuah garis lurus yang jaraknya paling minimum dari titik-titik yang ada pada bidang koordinat. Selisih

antara masing-masing titik dengan garis tersebut dikuadratkan untuk menghindari penjumlahan selisih negatif dan selisih positif yang apabila dijumlahkan akan sama dengan nol.

Persamaan umum dari regresi linear sederhana ini adalah $Y=a+bX$, tetapi dalam kerangka proyeksi penduduk diubah menjadi $P_n=a+bX$. Dimana P_n =penduduk pada tahun n ; a =konstanta; b =arah garis; dan X =variabel independen yang dalam hal ini berupa tahun ke n .

Untuk mempermudah perhitungan, tahun dasar ditetapkan tahun yang berada ditengah (tahun 1999) dan diberi angka nol. Pada rumus diatas, a dan b dapat dihitung sebagai berikut :

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \sum_{i=1}^n X_i^2 - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n P_i}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \quad b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i P_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n P_i}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2}$$

TABEL IV.6.
CONTOH PENGGUNAAN METODE REGRESI LINEAR UNTUK
KELURAHAN ROWOSARI

NO	Tahun	X	Jumlah Pend (Pn)	X ²	XPn
1	1993	-6	7.380	36	-44280
2	1994	-5	7.485	25	-37425
3	1995	-4	7.569	16	-30276
4	1996	-3	7.586	9	-22758
5	1998	-1	8.373	1	-8373
6	1999	0	8.687	0	0
7	2000	1	8.336	1	8336
8	2001	2	8.537	4	17074
9	2002	3	8.565	9	25695
10	2003	4	8.591	16	34364
11	2004	5	8.600	25	43000
12	2005	6	8.720	36	52320
	Jumlah	2	98.429	178	37677

Sumber : Hasil Analisis, 2007

Berdasarkan tabel IV.6 didapatkan nilai $a = 8.217,64$ dan nilai $b = 119,73$ sehingga didapatkan persamaan linear $P_n = 8.217,64 + 119,73 X$ untuk Kelurahan Rowosari.

TABEL IV.7.
PERSAMAAN LINEAR PERTUMBUHAN PENDUDUK KELURAHAN
JALUR DISTRIBUSI SRONDOL 1

Kelurahan/Tahun	Persamaan Linear
Srondol Kulon	$P_n = 10.705,63 + 264,15 X$
Srondol Wetan	$P_n = 18.980,13 + 248,28 X$
Sumur boto	$P_n = 7.419,23 + 343,11 X$
Kramas	$P_n = 1.776,91 + 72,80 X$
Bulusan	$P_n = 2.603,96 + 81,99 X$
Tembalang	$P_n = 2.603,96 + 81,99 X$
Pedalangan	$P_n = 8.085,47 + 192,20 X$
Padangsari	$P_n = 12.701,79 + 131,51 X$
Jabungan	$P = 2.400,24 + 43,85 X$
Meteseh	$P_t = 7.510,82 + 336,61 X$
Rowosari	$P_t = 8.217,64 + 119,73 X$

Sumber : Hasil Analisis,2007

Dari persamaan linear pertumbuhan penduduk untuk masing-masing kelurahan diatas, maka dapat diproyeksikan jumlah penduduk kelurahan-kelurahan tersebut dari tahun 2007 dan 2010.

TABEL IV.8.
PROYEKSI JUMLAH PENDUDUK KELURAHAN JALUR DISTRIBUSI
SRONDOL 1 TAHUN 2006 – 2010

Kelurahan/Tahun	2006	2007	2008	2009	2010
Srondol Kulon	12.555	12.819	13.083	13.347	13.611
Srondol Wetan	20.718	20.966	21.215	21.463	21.711
Sumur boto	9.821	10.164	10.507	10.850	11.193
Kramas	2.286	2.359	2.432	2.505	2.578
Bulusan	3.178	3.260	3.342	3.424	3.506
Tembalang	4.514	4.617	4.719	4.822	4.925
Pedalangan	9.431	9.623	9.815	10.007	10.200
Padangsari	13.622	13.754	13.885	14.017	14.148
Jabungan	2.707	2.751	2.795	2.839	2.883
Meteseh	9.867	10.204	10.540	10.877	11.214
Rowosari	9.056	9.175	9.295	9.415	9.535

Sumber : Hasil Analisis,2007

4.2.3 Perhitungan Tingkat Pertumbuhan Daya

Berdasarkan hasil analisa tingkat pertumbuhan penduduk, maka didapatkan jumlah penduduk di kelurahan-kelurahan yang dilewati jalur distribusi Srdondol 1 pada tahun 2007 dan tahun 2010. Jumlah penduduk yang ada digunakan untuk analisa perkiraan tingkat kebutuhan daya listrik pada tahun 2007 dan tahun 2010 untuk kawasan yang dilewati jalur distribusi tegangan menengah 20 kV Srdondol 1 yang berasal dari gardu induk Srdondol.

TABEL IV.9.
PEMAKAIAN DAYA LISTRIK PENDUDUK KELURAHAN JALUR
DISTRIBUSI SRDONDOL 1 TAHUN 2007

Kelurahan	² Prosen jaringan (%)	Kebutuhan Kapasitas (VA)	³ Prosen Pemakaian (%)	Pemakaian (VA)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Srdondol Kulon	80	2.676.571	68	1.820.068
Srdondol Wetan	100	5.472.215	68	3.721.106
Sumur boto	100	2.652.841	68	1.803.932
Kramas	100	615.773	68	418.725
Bulusan	100	850.824	68	578.560
Tembalang	40	481.975	68	327.743
Pedalangan	100	2.511.616	68	1.707.899
Padangsari	100	3.589.768	68	2.441.042
Jabungan	50	359.008	68	244.126
Meteseh	100	2.663.162	68	1.810.950
Rowosari	100	2.394.802	68	1.628.465

Sumber: Hasil Analisis, 2007

Kelurahan Srdondol Wetan merupakan kelurahan yang memiliki pola pemakaian energi terbesar dalam jalur distribusi tenaga listrik primer 20 kV Srdondol 1, hal ini dikarenakan Kelurahan Srdondol Wetan merupakan kelurahan yang memiliki jumlah penduduk paling besar apabila dibandingkan dengan

² Prosentase jangkauan jaringan didasarkan pada panjang jaringan yang ada pada suatu kelurahan yang didapat dari hasil pengamatan panjang jaringan distribusi 20 kV Srdondol 1 yang masuk wilayah suatu kelurahan.

³ Prosen pemakaian daya listrik didapat dari perbandingan hasil pengukuran arus jaringan distribusi srdondol 1 dengan arus berdasarkan kapasitas total hasil perhitungan.

kelurahan-kelurahan yang lain dalam jalur distribusi Spondol 1, disamping itu kelurahan tersebut secara keseluruhan disuply oleh jaringan distribusi Spondol 1. Sedangkan Kelurahan Jabungan merupakan kelurahan dengan tingkat pemakaian daya terkecil, karena jumlah penduduk kelurahan tersebut paling kecil dibandingkan dengan kelurahan yang lain dan yang terlayani oleh jaringan distribusi Spondol 1 meliputi setengah wilayah kelurahan, sedangkan sisanya dilayani oleh jaringan distribusi yang berasal dari gardu induk Pudak Payung.

TABEL IV.10.
PEMAKAIAN DAYA LISTRIK PENDUDUK KELURAHAN JALUR
DISTRIBUSI SRONDOL 1 TAHUN 2010

Kelurahan	Prosen jaringan (%)	Kebutuhan Kapasitas (VA)	Prosen Pemakaian (%)	Pemakaian (VA)
Spondol Kulon	80	2.842.034	68	1.932.583
Spondol Wetan	100	5.666.616	68	3.853.299
Sumur boto	100	2.921.500	68	1.986.620
Kramas	100	672.772	68	457.485
Bulusan	100	915.020	68	622.214
Tembalang	40	514.186	68	349.646
Pedalangan	100	2.662.106	68	1.810.232
Padangsari	100	3.692.743	68	2.511.065
Jabungan	50	376.174	68	255.799
Meteseh	100	2.926.727	68	1.990.174
Rowosari	100	2.488.551	68	1.692.215

Sumber: Hasil Analisis, 2007

Pada tahun 2010 tidak terdapat perbedaan pemakaian daya yang cukup besar, hal ini diakibatkan tingkat pertumbuhan penduduk yang tidak begitu besar yang berpengaruh pada rendahnya kenaikan permintaan daya listrik oleh konsumen.

Tingkat pemakaian daya listrik seperti yang tertera pada tabel IV.6 dan IV.7 digunakan untuk perhitungan besaran penurunan tegangan pada masing-masing cabang jaringan distribusi 20 kV Spondol 1.

4.2.4 Perhitungan Besaran Tegangan di Konsumen

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat pertumbuhan daya, maka didapatkan jumlah besaran daya listrik (VA) yang diperlukan oleh penduduk di kelurahan-kelurahan yang dilewati jalur distribusi Spondol 1 hingga Kelurahan Meteseh.

Berdasarkan pola pertumbuhan daya tersebut, dilakukan analisa mengenai pola penurunan tegangan di Meteseh pada tahun 2007, dan 2010 dengan asumsi tidak ada perubahan fasilitas distribusi oleh PT. PLN selama kurun waktu proyeksi pola penurunan tegangan.

Berdasarkan data dari PLN UPJ Semarang Selatan didapatkan data bahwa ukuran kawat penghantar untuk jaringan distribusi 20 kV 3 fasa mempunyai luas penampang 240 mm² dengan jenis kawat ACSR, sedangkan untuk jaringan distribusi 20 kV 1 fasa digunakan konduktor jenis ACSR dengan luas penampang 50 mm². Kedua ukuran penghantar tersebut yang digunakan oleh penulis dalam perhitungan besaran tegangan jalur distribusi 20 kV Spondol 1. Dengan asumsi penurunan tegangan di gardu distribusi 3 % ,SUTR 4 % dan sambungan rumah 1% (Markoni:2006) maka dapat diketahui besaran tegangan yang diterima oleh konsumen listrik di Kelurahan Meteseh.

Kelurahan Meteseh disuplai oleh jaringan distribusi 20 kV Spondol 1 melalui 2 jalur dimana kedua jalur tersebut berasal dari satu jalur distribusi 20 kV Spondol 1 yang bercabang di kelurahan kramas dan mensuplai meteseh dari dua titik yang oleh penulis dinamakan titik meteseh selatan dan utara. Untuk mempermudah penamaan, jalur yang berujung di titik Meteseh Selatan disebut

dengan jalur A dan jalur yang berujung di Meteseh Utara disebut jalur B dimana kedua jalur tersebut semuanya mensuplai energi listrik bagi konsumen di Kelurahan Meteseh.

TABEL IV.11.
PENURUNAN BESARAN TEGANGAN LISTRIK DISTRIBUSI 20 kV
3 FASA JALUR DISTRIBUSI SRONDOL 1 TAHUN 2007
BERDASARKAN JALUR A

No	WILAYAH	Panjang Jaringan (kms)	Beban pada Titik (VA)	Teg turun (V)
1	Srondol Kulon	1,0100	16.502.617	126,62
2	Srondol Wetan	0,0900	16.226.038	11,16
3	Srondol Kulon	0,2900	15.835.496	35,13
4	Srondol Kulon	0,3300	15.065.238	38,10
5	Srondol Kulon	0,0900	15.005.759	10,37
6	Srondol Wetan	0,0900	14.984.941	10,36
7	Srondol Kulon	0,2100	14.396.028	23,23
8	Srondol Wetan	0,0700	14.042.126	7,56
9	Srond Kulon,Srondol wetan	0,3000	13.217.649	30,52
10	Pedalangan	0,5400	11.997.775	49,95
11	Pedalangan	0,5400	11.948.916	49,87
12	Srondol Wetan	0,3000	11.905.485	27,68
13	Pedalangan	0,3000	11.498.021	26,77
14	Pedalangan	0,0800	11.221.153	6,98
15	Padangsari, Srondol wetan	0,0900	10.754.276	7,52
16	Kram,bul,met,tem,Ped	1,2000	5.880.434	54,87
17	Jabungan	0,8800	2.365.143	16,23
18	Meteseh,Rowosari	0,9000	2.121.017	14,90
	TOTAL	7,3100		547,82

Sumber: Hasil Analisis, 2007

Penurunan terbesar pada jaringan Srondol 1 jalur A sebesar 126,62 Volt terjadi di *section* 1 Srondol Kulon, hal ini diakibatkan karena jaringan tersebut merupakan jaringan *outgoing* Srondol 1, sehingga beban yang ditanggung jaringan tersebut merupakan keseluruhan beban jaringan distribusi Srondol 1, besarnya beban tersebut berpengaruh pada penurunan tegangan yang terjadi. Total penurunan tegangan pada jaringan distribusi 20 kV 3 fasa Srondol 1 pada jalur A sebesar 548 Volt. Hal ini mengandung arti bahwa rata-rata penurunan tegangan

pada jaringan distribusi 20 kV Spondol 1 jalur A setiap kilometernya adalah sebesar 75 Volt.

TABEL IV.12.
PENURUNAN BESARAN TEGANGAN LISTRIK DISTRIBUSI 20 kV
3 FASA JALUR DISTRIBUSI SRONDOL 1 TAHUN 2007
BERDASARKAN JALUR B

No	WILAYAH	Panjang Jaringan (kms)	Beban pada Titik (VA)	Teg turun (V)
1	Spondol Kulon	1,0100	16.502.617	126,20
2	Spondol Wetan	0,0900	16.226.038	11,13
3	Spondol Kulon	0,2900	15.835.496	35,01
4	Spondol Kulon	0,3300	15.065.238	37,96
5	Spondol Kulon	0,0900	15.005.759	10,33
6	Spondol Wetan	0,0900	14.984.941	10,32
7	Spondol Kulon	0,2100	14.396.028	23,15
8	Spondol Wetan	0,0700	14.042.126	7,53
9	Spond Kulon,Spondol wetan	0,3000	13.217.649	30,40
10	Pedalangan	0,5400	11.997.775	49,72
11	Pedalangan	0,5400	11.948.916	49,64
12	Spondol Wetan	0,3000	11.905.485	27,55
13	Pedalangan	0,3000	11.498.021	26,64
14	Pedalangan	0,0800	11.221.153	6,94
15	Padangsari, Spondol wetan	0,0900	10.754.276	7,48
16	Meteseh,jabungan,rowosari	1,2000	5.825.807	54,36
17	Kramas,Bulusan	0,2200	3.077.769	5,28
18	Tembalang,Pedalangan, Bul	1,0900	3.037.679	25,82
19	Kramas	0,8100	1.314.138	8,31
20	Meteseh	3,5400	935.504	25,87
	TOTAL	11,1900		579,63

Sumber: Hasil Analisis, 2007

Apabila didasarkan pada jalur B, maka rata-rata penurunan tegangan jaringan distribusi 20 kV 3 fasa Spondol 1 setiap kilometernya sebesar 52 Volt. Untuk total penurunan tegangan, jalur B memiliki besaran penurunan tegangan yang lebih besar bila dibandingkan dengan jalur A, karena jalur B memiliki panjang jaringan distribusi yang lebih panjang bila dibandingkan dengan jalur A. Hal ini membuktikan bahwa panjang jaringan sangat berpengaruh terhadap tingkat

penurunan besaran tegangan yang terjadi pada penyaluran energi listrik melalui jaringan distribusi.

TABEL IV.13.
PROSENTASE PENURUNAN TEGANGAN LISTRIK UJUNG
JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV 1 FASA SRONDOL 1
DI KELURAHAN METESEH TAHUN 2007

No	Keterangan	Meteseh Jalur A	Meteseh Jalur B
1	Panjang Jaringan (kms)	4,77	4,77
2	Beban pada titik (VA)	3.439.415	3.439.415
3	Penurunan Teg. Jaringan 3 fasa (V)	547,82	579,63
4	Penurunan Teg. Jaringan 1 fasa (V)	624,34	625,01
5	Prosentase Penurunan Jaringan 20 kV (%)	5,86	6,02

Sumber : Hasil Analisis, 2007

Penurunan tegangan yang diakibatkan oleh jaringan distribusi 1 fasa cukup besar yaitu rata-rata sebesar 624,67 Volt. Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya penurunan tegangan sebesar 5,86 % untuk jalur A dan 6,02 % untuk jalur B di kelurahan Meteseh. Penurunan tegangan di jalur B lebih besar dibandingkan dengan jalur A, hal ini diakibatkan jalur B memiliki panjang jaringan distribusi yang lebih panjang. Jalur distribusi yang panjang menyebabkan terjadinya rugi-rugi yang berdampak pada penurunan tegangan di ujung jaringan distribusi tersebut.

TABEL IV.14.
PROSENTASE PENURUNAN TEGANGAN LISTRIK UJUNG
JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV 1 FASA SRONDOL 1
DI KELURAHAN METESEH TAHUN 2010

No	Keterangan	Meteseh Jalur A	Meteseh Jalur B
1	Panjang Jaringan (kms)	4,77	4,77
2	Beban pada titik (VA)	3.682.389	3.682.389
3	Penurunan Teg. Jaringan 3 fasa (V)	579,23	615,15
4	Penurunan Teg. Jaringan 1 fasa (V)	669,49	670,29
5	Prosentase Penurunan Jaringan 20 kV (%)	6,24	6,43

Sumber: Hasil Analisis, 2007

Disamping adanya susut jaringan distribusi tegangan menengah, ada juga susut tegangan yang diakibatkan oleh transformator distribusi sebesar 3 %, saluran udara tegangan rendah (SUTR) sebesar 4 %, dan sambungan rumah (SR) sebesar 1 % (Markoni,2006).

TABEL IV.15.
BESARAN TEGANGAN LISTRIK KONSUMEN DI KELURAHAN
METESEH TAHUN 2007

JARINGAN YG DIAMBIL	Dalam persen (%)			Tegangan (Volt)
	Rugi Trafo Dist	Rugi SUTR	Rugi SR	
JARINGAN A	3	4	1	201,52
JARINGAN B	3	4	1	201,23

Sumber: Hasil Analisis, 2007

Berdasarkan hasil perhitungan besaran tegangan, didapatkan hasil bahwa besaran tegangan yang diterima oleh masyarakat di Kelurahan Meteseh rata-rata sebesar 201,38 Volt baik dari jaringan distribusi 20 kV jalur A maupun jaringan distribusi 20 kV jalur B. Hal ini mengandung arti bahwa telah terjadi penurunan besaran tegangan listrik sebesar 28,62 Volt.

TABEL IV.16.
BESARAN TEGANGAN LISTRIK KONSUMEN DI KELURAHAN
METESEH TAHUN 2010

JARINGAN YG DIAMBIL	Dalam persen (%)			Tegangan (Volt)
	Rugi Trafo Dist	Rugi SUTR	Rugi SR	
JARINGAN A	3	4	1	200,89
JARINGAN B	3	4	1	200,55

Sumber: Hasil Analisis, 2007

Tegangan listrik konsumen di Kelurahan Meteseh pada tahun 2010 sebesar 200,89 Volt untuk jaringan A dan 200,55 Volt untuk jaringan B, sedangkan

penurunan tegangan pada tahun tersebut rata-rata sebesar 29,28 Volt, besaran tersebut tidak terlalu berbeda bila dibandingkan pada tahun 2007. Hal ini diakibatkan oleh tingkat pertumbuhan penduduk yang relatif kecil yang mengakibatkan kecilnya tingkat pertumbuhan kapasitas daya listrik.

4.2.5 Pengukuran Besaran Tegangan di Konsumen

Selain melakukan perhitungan mengenai besaran tegangan yang sampai pada konsumen, dilakukan juga pengukuran tegangan konsumen di lokasi secara langsung. Jangka waktu pengukuran dilakukan selama satu minggu berturut-turut dengan waktu pengukuran 2 kali setiap harinya, yaitu saat beban puncak (antara pukul 17.00 – 21.00) dan beban rendah (antara pukul 10.00 – 14.00). Lokasi pengukuran dilakukan pada 4 titik, dimana di Desa Meteseh (2 titik) dan di Desa Dadapan (2 titik) dimana kedua desa tersebut termasuk dalam Kelurahan Meteseh.

TABEL IV.17.
HASIL PENGUKURAN
TEGANGAN DI DESA METESEH LOKASI 1

NO	HARI	TANGGAL	PUKUL	HASIL PENGUKURAN (V)
1	Minggu	22 Juli 2007	12.00	205
		22 Juli 2007	19.00	200
2	Senin	23 Juli 2007	12.00	206
		23 Juli 2007	19.00	200
3	Selasa	24 Juli 2007	12.00	208
		24 Juli 2007	19.00	200
4	Rabu	25 Juli 2007	12.00	215
		25 Juli 2007	19.00	207
5	Kamis	26 Juli 2007	12.00	210
		26 Juli 2007	19.00	204
6	Jumat	27 Juli 2007	12.00	208
		27 Juli 2007	19.00	204
7	Sabtu	28 Juli 2007	12.00	210
		28 Juli 2007	19.00	204

Sumber : Hasil pengukuran, 2007

TABEL IV.18.
HASIL PENGUKURAN TEGANGAN LISTRIK
DI DESA METESEH LOKASI 2

NO	HARI	TANGGAL	PUKUL	HASIL PENGUKURAN (V)
1	Minggu	22 Juli 2007	12.00	210
		22 Juli 2007	19.00	200
2	Senin	23 Juli 2007	12.00	210
		23 Juli 2007	19.00	200
3	Selasa	24 Juli 2007	12.00	210
		24 Juli 2007	19.00	203
4	Rabu	25 Juli 2007	12.00	208
		25 Juli 2007	19.00	200
5	Kamis	26 Juli 2007	12.00	209
		26 Juli 2007	19.00	200
6	Jumat	27 Juli 2007	12.00	210
		27 Juli 2007	19.00	200
7	Sabtu	28 Juli 2007	12.00	208
		28 Juli 2007	19.00	200

Sumber : Hasil pengukuran, 2007

TABEL IV.19.
HASIL PENGUKURAN TEGANGAN LISTRIK
DI DESA DADAPAN LOKASI 1

NO	HARI	TANGGAL	PUKUL	HASIL PENGUKURAN (V)
1	Minggu	22 Juli 2007	12.00	200
		22 Juli 2007	19.00	190
2	Senin	23 Juli 2007	12.00	202
		23 Juli 2007	19.00	190
3	Selasa	24 Juli 2007	12.00	207
		24 Juli 2007	19.00	198
4	Rabu	25 Juli 2007	12.00	210
		25 Juli 2007	19.00	202
5	Kamis	26 Juli 2007	12.00	207
		26 Juli 2007	19.00	198
6	Jumat	27 Juli 2007	12.00	205
		27 Juli 2007	19.00	197
7	Sabtu	28 Juli 2007	12.00	203
		28 Juli 2007	19.00	196

Sumber : Hasil pengukuran, 2007

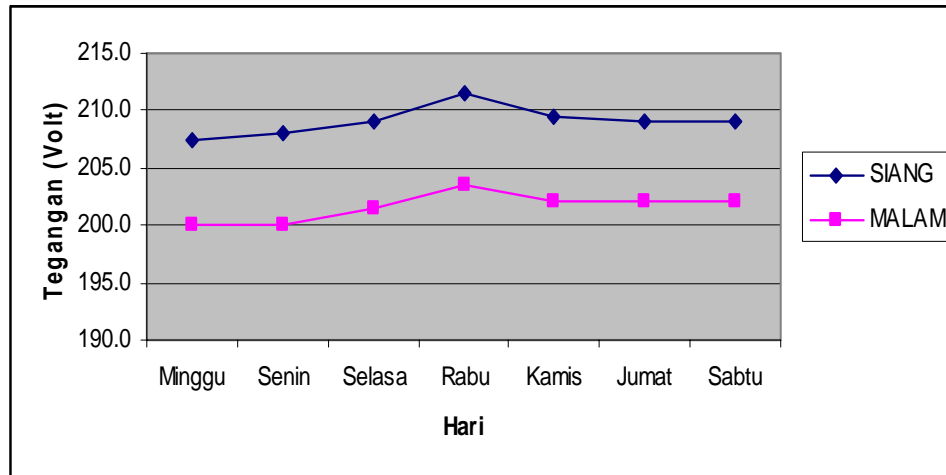
TABEL IV.20.
HASIL PENGUKURAN TEGANGAN LISTRIK
DI DESA DADAPAN LOKASI 2

NO	HARI	TANGGAL	PUKUL	HASIL PENGUKURAN (V)
1	Minggu	22 Juli 2007	12.00	200
		22 Juli 2007	19.00	190
2	Senin	23 Juli 2007	12.00	200
		23 Juli 2007	19.00	190
3	Selasa	24 Juli 2007	12.00	206
		24 Juli 2007	19.00	199
4	Rabu	25 Juli 2007	12.00	210
		25 Juli 2007	19.00	200
5	Kamis	26 Juli 2007	12.00	206
		26 Juli 2007	19.00	199
6	Jumat	27 Juli 2007	12.00	205
		27 Juli 2007	19.00	196
7	Sabtu	28 Juli 2007	12.00	204
		28 Juli 2007	19.00	197

Sumber : Hasil pengukuran, 2007

Dari hasil pengukuran seperti yang terdapat pada tabel IV.14 sampai dengan tabel IV.17 dapat dibuat grafik pola besaran tegangan yang ada di Kelurahan Meteseh selama 1 minggu, dimana hasil pengukuran besaran tegangan listrik di Desa Meteseh diasumsikan sebagai perwakilan tegangan yang dekat dengan jaringan distribusi 20 kV 3 fasa, sedangkan hasil pengukuran besaran tegangan listrik di Desa Dadapan diasumsikan sebagai perwakilan besaran tegangan listrik di lokasi yang memiliki jarak cukup jauh dari jaringan distribusi tenaga listrik primer 20 kV 3 fasa (menggunakan jaringan distribusi tenaga listrik primer 20 kV 1 fasa).

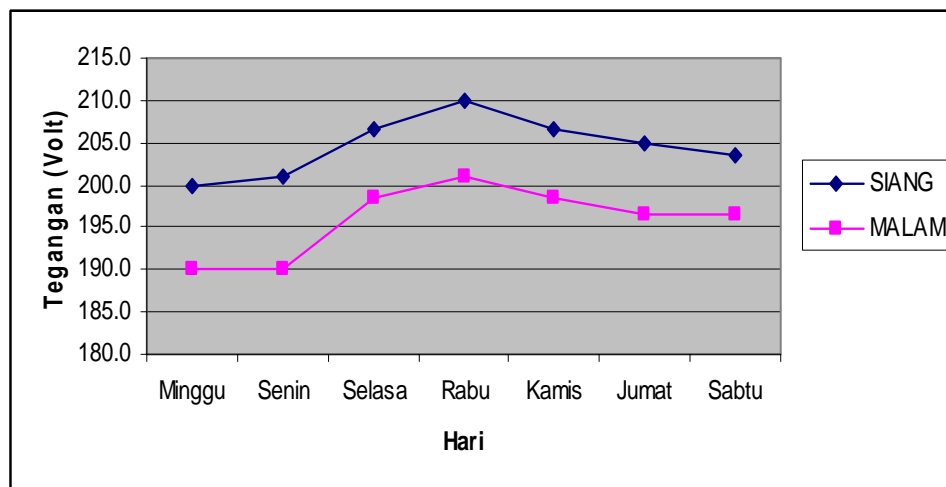
Grafik pola besaran tegangan konsumen di Desa Meteseh dan Desa Dadapan dapat dianggap sebagai perwakilan melihat pola keseharian besaran tegangan yang ada di Kelurahan Meteseh disaat beban rendah (siang hari) dan beban puncak (malam hari).



Sumber: Hasil Analisis, 2007

GAMBAR 4.9.
GRAFIK RATA-RATA TEGANGAN KONSUMEN DI DESA METESEH

Tegangan terendah konsumen di Desa Meteseh terdapat pada hari Minggu. Hal ini diakibatkan oleh pemakaian beban yang lebih besar dari hari yang lain karena pada hari tersebut penduduk banyak melakukan aktivitas di dalam rumah.



Sumber: Hasil Analisis, 2007

GAMBAR 4.10.
GRAFIK RATA-RATA TEGANGAN KONSUMEN DI DESA DADAPAN

Tegangan terendah konsumen di Desa Dadapan terdapat pada hari Minggu. Hal ini kemungkinan diakibatkan oleh pemakaian beban yang lebih besar dari hari yang lain karena pada hari tersebut penduduk banyak melakukan aktivitas di dalam rumah. Besaran tegangan pada hari Minggu siang sebesar 200 V, sedangkan pada malam hari sebesar 190 V. Besaran tegangan di Desa Dadapan lebih rendah bila dibandingkan dengan besaran tegangan di Desa Meteseh, hal ini diakibatkan oleh jarak Desa Dadapan yang lebih jauh dan jarak tersebut dijangkau oleh jaringan Distribusi 20 kV 1 fasa yang memiliki tahanan konduktor lebih besar. Penggunaan JTR yang terlalu panjang di Desa Dadapan juga menjadi sebab penurunan besaran tegangan listrik.

4.2.6 Komparasi Besaran Tegangan Konsumen di Kelurahan Meteseh dengan Tegangan Standar SNI 04-0227-2003 tentang tegangan listrik

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengukuran besaran tegangan listrik yang diterima konsumen di Kelurahan Meteseh, maka dapat dilakukan perbandingan prosentase tegangan yang diterima konsumen di kelurahan Meteseh dengan tegangan standar (SNI 04-0227-2003 tentang tegangan listrik).

Hasil perhitungan besaran tegangan di Kelurahan Meteseh sebesar 201,38 Volt. Apabila besaran tersebut dibandingkan dengan tegangan standar sesuai SNI 04-0227-2003 tentang tegangan listrik yang sebesar 230 Volt (+5 %,-10 %) maka tegangan yang di Meteseh berada pada kisaran minus 12,45 %. Besaran ini berada dibawah tegangan standar yang telah ditetapkan yaitu minimal 207 Volt. Apabila

dilihat dari segi konteks peraturan yang ada. Besaran tegangan dibawah tegangan standar berpotensi menimbulkan permasalahan, terutama masalah hukum.

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan pada beban puncak (malam hari) didapatkan rata-rata besaran tegangan di Kelurahan Meteseh sebesar 198,7 Volt. Apabila besaran tersebut dibandingkan dengan tegangan standar sesuai SNI 04-0227-2003 tentang tegangan listrik yang sebesar 230 Volt (+5 %,- 10 %) maka tegangan yang di Meteseh berada pada kisaran minus 13,60 %. Besaran ini berada sedikit dibawah tegangan standar yang telah ditetapkan yaitu minimal 207 Volt. Saat siang hari, rata-rata besaran tegangan di kelurahan Meteseh sebesar 206.86 Volt atau sekitar minus 10.06% dari SNI. Hal ini membuktikan bahwa besaran tegangan yang tidak sesuai dengan SNI terdapat saat malam hari (beban puncak).

Dari hasil perhitungan dan pengukuran dapat dikatakan bahwa perkembangan kota kawasan urban sprawl cenderung membuat lokasi pemukiman jauh dari gardu induk (terdapat pada jaringan paling ujung), akibatnya terdapat rugi-rugi listrik dalam pedistribusian listrik. Rugi-rugi tersebut mengakibatkan kualitas tegangan listrik yang sampai ke konsumen berada pada besaran dibawah normal. Besaran tegangan listrik tersebut diatas akan semakin turun sejalan dengan makin meningkatnya kebutuhan energi listrik pada jaringan distribusi yang mensuplai listrik ke kawasan urban sprawl.

Diberlakukannya Undang-Undang Perlindungan Konsumen (UU No.8 Tahun 1999), posisi tawar konsumen menjadi sejajar dengan posisi produsen, dan membuka peluang upaya hukum untuk jasa pelayanan yang tidak memenuhi

standar, yang lebih jauh apabila tidak diantisipasi dengan tanggap dan tepat dapat membawa konsekuensi biaya.

4.3 Kebijakan Dalam Pembangunan Jaringan Distribusi

Pembangunan jaringan distribusi tenaga listrik yang secara tidak langsung mendorong terjadinya urban sprawl. Untuk itu diperlukan penelaahan lebih mendalam mengenai kebijakan-kebijakan yang mendasari pembangunan jaringan distribusi tenaga listrik.

4.3.1 Peraturan Yang Berlaku

Peraturan yang ditelaah meliputi peraturan perundangan yang dikeluarkan oleh Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah yang berkaitan dengan pembangunan jaringan distribusi 20 kV yang dilakukan oleh *stakeholders*.

Kebijakan-kebijakan tersebut diantaranya adalah UU Nomor 15 Tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan, PP Nomor 10 Tahun 1989 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik, Kepmen ESDM Nomor 2270 K/31/MEM/2006 tentang Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) 2006 – 2026, dan Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD) Jawa Tengah tahun 2007.

TABEL IV.21.
PERATURAN DALAM PEMBANGUNAN
JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV

No	Kebijakan	Isi Kebijakan
1	2	3
1	UU 15/1985 Tentang Ketenagalistrikan	Pasal 3 Pembangunan ketenagalistrikan bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran rakyat secara adil dan merata serta mendorong peningkatan kegiatan ekonomi.

1	2	3
2	PP 10/1989 Tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik	Pasal 17 Tenaga listrik dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran rakyat serta untuk mendorong peningkatan kegiatan ekonomi.
3	Kepmen ESDM No. 2270 K/31/MEM/2006 tentang RUKN 2006 – 2026	Visi sektor ketenagalistrikan adalah dapat melistriki seluruh rumah tangga, desa serta memenuhi kebutuhan industri yang berkembang cepat dalam jumlah yang cukup, transparan, efisien, andal, aman dan akrab lingkungan untuk mendukung pertumbuhan perekonomian nasional dan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Penanganan misi sosial dimaksudkan untuk membantu kelompok masyarakat tidak mampu, dan melistriki seluruh wilayah Indonesia yang meliputi daerah yang belum berkembang, daerah terpencil, dan pembangunan listrik perdesaan. Penanganan misi sosial dimaksudkan untuk menjaga kelangsungan bantuan bagi masyarakat tidak mampu, menjaga kelangsungan upaya perluasan akses pelayanan listrik pada wilayah yang belum terjangkau listrik, mendorong pembangunan/pertumbuhan ekonomi, dan meningkatkan kesejahteraan rakyat.
4	RUKD Jateng 2007	Pada prinsipnya strategi pembangunan tenaga listrik diarahkan untuk mencapai sasaran yang telah ditetapkan yaitu untuk melistriki seluruh rumah tangga dan desa yang ada serta untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik di sektor industri yang berkembang cepat

Dari ketiga peraturan diatas yang telah dikeluarkan oleh Pemerintah Pusat maupun kebijakan Pemerintah Propinsi Jawa Tengah yang terdapat dalam RUKD Jateng 2007 terdapat beberapa poin yang sama sebagai berikut :

- a. Pembangunan ketenagalistrikan dilakukan secara merata .
- b. Pembangunan ketenagalistrikan ditujukan untuk mendorong perekonomian masyarakat.
- c. Pembangunan ketenagalistrikan juga meliputi kelompok masyarakat tidak mampu, daerah belum berkembang, dan daerah terpencil.

Dari ketiga poin diatas dapat dikatakan bahwa kebijakan Pemerintah dalam pembangunan ketenagalistrikan ditujukan untuk semua lapisan masyarakat termasuk kelompok masyarakat tidak mampu, daerah belum berkembang, dan daerah terpencil untuk mendorong perekonomian yang lebih baik. Keterbatasan sumber energi daerah yang dapat diubah menjadi energi listrik menyebabkan terjadinya pembangunan jaringan distribusi 20 kV secara lebih meluas. Jaringan distribusi 20 kV yang panjang cenderung menurunkan kualitas tegangan listrik.

4.3.2 Kondisi Lapangan

Proses pelaksanaan pembangunan jaringan distribusi di dalam prakteknya didapatkan dengan melakukan wawancara dengan Pihak PT. PLN (Persero) APJ Semarang.

Dari hasil wawancara dengan Manager PT. PLN (Persero) APJ Semarang didapatkan beberapa pernyataan sebagai berikut :

- a. Pembangunan jaringan distribusi 20 kV bisa berdasarkan permintaan (*demand*) atau berdasarkan perencanaan (*masterplan*). Pembangunan jaringan sesuai permintaan (*demand*) didasarkan pada kebutuhan akan suply energi listrik bagi konsumen, sedangkan pembangunan jaringan sesuai *masterplan* ditujukan untuk menjaga keandalan⁴ dari jaringan distribusi 20 kV yang telah ada.
- b. Pembangunan jaringan distribusi ke perumahan baru yang belum dilewati jaringan distribusi 20 kV untuk saat ini dilakukan atas dasar *cost sharing*

⁴ Keandalan jaringan dalam hal ini merupakan kesesuaian antara KHA (Kemampuan Hantar Arus) konduktor jaringan distribusi 20 kV dengan besaran arus yang melewatinya.

antara pihak pengembang dengan pihak PLN. Ketentuan dalam *cost sharing* untuk wilayah Kota Semarang ditetapkan sesuai dengan kebijakan yang ada pada PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan DIY.

- c. Saat ini, program pembangunan jaringan distribusi 20 kV untuk listrik pedesaan (lises) dilakukan oleh dinas pertambangan dan energi masing-masing pemerintah daerah. Sedangkan pembangunan jaringan distribusi oleh investor dilakukan melalui *cost sharing* ataupun dilakukan penuh oleh investor sesuai kesepakatan yang ada antara investor dengan PLN. Setelah jaringan tersebut terbangun, baru dilakukan proses hibah ataupun serah terima dengan memperhatikan ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan.
- d. Pada dasarnya, *masterplan* ditujukan untuk menjaga keandalan jaringan yang telah ada. Apabila besaran beban yang ada telah mendekati besaran kapasitas jaringan, maka akan dilakukan pembangunan jaringan distribusi 20 kV yang baru/penggantian konduktor.

Dari beberapa pernyataan diatas, dapat disimpulkan bahwa *masterplan* yang telah ada lebih ditujukan untuk menjaga keandalan jaringan distribusi 20 kV yang telah ada. Sedangkan pembangunan jaringan distribusi baru lebih didasarkan atas kebutuhan konsumen. Adanya sistem *cost sharing* menyebabkan konsumen memiliki andil yang cukup besar dalam pembangunan jaringan distribusi baru, akibatnya pembangunan jaringan distribusi tidak dapat direncanakan, tetapi lebih didasarkan pada kebutuhan masyarakat dan perkembangan sistem ekonominya.

Adanya sistem *cost sharing* ini lebih didasarkan pada kondisi keuangan PT. PLN (Persero) yang sampai saat ini masih dalam kondisi merugi, sehingga

untuk pengembangan jaringan sangat tergantung pada konsumen (masyarakat) yang dalam hal ini sebagai pihak pengembang perumahan baru.

Saat ini, pembangunan jaringan distribusi tenaga listrik oleh pengembang berupa pembangunan jaringan distribusi primer dan sekunder. Apabila dikaitkan dengan penurunan tegangan, maka dalam pembangunan jaringan distribusi tersebut perlu juga dilakukan pemasangan kapasitor apabila jaringan distribusi baru tersebut mengindikasikan tegangan dibawah standar.

4.4 Analisa Persepsi Masyarakat Kelurahan Meteseh

Persepsi masyarakat di Kelurahan Meteseh diperlukan untuk mengetahui cara pandang masyarakat terhadap penurunan tegangan dan dampaknya yang terjadi di rumah mereka, sehingga dapat dilakukan antisipasi untuk menanggulangi protes masyarakat akibat penurunan tegangan di kemudian hari. Beberapa peralatan listrik seperti seperti kulkas, pompa air, lampu pijar, lampu TL tidak dapat bekerja secara maksimal apabila tegangan yang dikenakan berada dibawah rating kerja peralatan tersebut. Bahkan untuk peralatan listrik seperti komputer cenderung menimbulkan kerusakan yang permanen apabila tidak digunakan pada tegangan kerjanya. Untuk itu diperlukan data tentang peralatan listrik yang dimiliki masyarakat sehingga permasalahan yang timbul akibat tegangan yang turun dapat diantisipasi sedini mungkin.

Beberapa peralatan elektronik saat ini telah didisain sedemikian rupa untuk meminimalisasi dampak negatif dari penurunan tegangan. Namun demikian,

kondisi *under voltage* masih menyisakan kerugian bagi konsumen. Kerugian-kerugian tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Tidak maksimalnya putaran mesin listrik pada pompa air.

Hal ini berlaku bagi mesin listrik yang masih mampu berputar dalam kondisi *under voltage* yang tidak begitu besar, putaran mesin menjadi lebih lambat yang mengakibatkan berkurangnya debit air yang berhasil dipompa oleh mesin tersebut (waktu untuk operasi mesin menjadi lebih lama), akibatnya harga energi listrik yang harus dibayar oleh konsumen menjadi lebih besar.

- b. Mesin listrik pada pompa air tidak berputar.

Hal ini berlaku bagi pompa air yang sudah agak lama, sehingga mesin listrik yang ada didalamnya telah mengalami perubahan kapasitas yang mengakibatkan mesin mengalami kesulitan untuk starting dalam kondisi *under voltage*. Pompa air dalam kondisi ini tidak bisa dinyalakan dimalam hari akibat adanya *under voltage* pada sistem.

- c. Tidak maksimalnya putaran mesin listrik pada Kulkas.

Putaran mesin listrik yang melambat akibat adanya *under voltage* menyebabkan sistem pendingin pada kulkas tidak bekerja maksimal. Akibatnya waktu untuk pencapaian suhu tertentu sesuai *setting* suhu kulkas menjadi lebih lama dan hal ini membawa konsekuensi harga energi yang dibayar oleh konsumen menjadi lebih mahal/besar.

- d. Meredupnya cahaya pada lampu pijar dan lampu TL.

Kondisi *under voltage* pada lampu pijar dan lampu TL berdampak pada turunnya kuat cahaya lampu pijar dan lampu TL tersebut. Akibatnya untuk

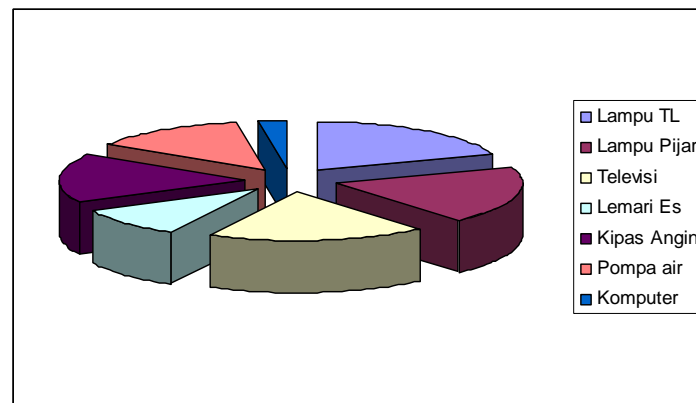
mendapatkan besaran tingkat pencahayaan tertentu dibutuhkan lampu pijar dengan kapasitas yang lebih besar yang berdampak pada konsekuensi biaya.

e. Lampu TL tidak nyala

Hal ini berlaku bagi lampu TL yang telah mengalami perubahan kapasitas pada trafo ballasnya akibat usia dan hal-hal lainnya atau kondisi *under voltage* yang terlalu besar.

f. Permasalahan pada PC (komputer)

Under voltage paling terasa dampaknya pada komputer karena komputer menggunakan hardisk dalam penyimpanan datanya. Adapun dampak nyata *under voltage* pada komputer adalah kerusakan pada drives, penyimpangan data, dan komputer hang.



Sumber: Hasil Analisis, 2007

GAMBAR 4.11.
GRAFIK KEPEMILIKAN PERALATAN LISTRIK PENDUDUK

Data diatas menunjukkan bahwa potensi permasalahan peralatan listrik di Kelurahan Meteseh terletak pada lampu TL, dan lampu pijar yang dimiliki oleh semua penduduk, televisi (dimiliki oleh 99 % penduduk) , kipas angin (dimiliki oleh 85,4 % penduduk) , pompa air (dimiliki oleh 70,8 % penduduk) , lemari es

(dimiliki oleh 50 % penduduk), dan komputer PC (dimiliki oleh 12,5% penduduk).

Kualitas besaran tegangan listrik merupakan isu baru yang mulai timbul di Indonesia, adanya komplain terhadap penyedia jasa listrik seperti yang terjadi di beberapa daerah memerlukan penelaahan lebih mendalam mengenai persepsi masyarakat terhadap kualitas pelayanan besaran tegangan listrik.

Pelayanan listrik terdiri dari kesesuaian pemakaian dengan pembayaran, harga energi listrik, respon petugas dalam mengatasi gangguan, pemadaman listrik, kelebihan beban/hubung singkat, dan kondisi tegangan yang ada.

Gangguan penurunan tegangan terhadap peralatan listrik yang diuji meliputi 3 peralatan yaitu pompa air, komputer, dan lampu TL. Dari pengujian ini akan didapatkan jenis peralatan yang paling bermasalahan akibat adanya penurunan tegangan di kawasan urban sprawl.

TABEL IV.22.
HASIL KUESONER DI KELURAHAN METESEH

No	Keterangan	Jawaban Responden						
		1	2	3	4	5	6	7
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	Profil Responden							
1	Pendidikan Terakhir	34	15	40	5	2	-	-
2	Tempat Tinggal	0	2	27	17	50	-	-
3	Tipe Rumah	96	0	0	0	0	-	-
4	Daya Tersambung	57	39	0	0	0	-	-
5	Besar Rekening	2	85	9	0	0	-	-
	Dimensi Khusus							
6	Pemakaian dan pembayaran	0	12	1	83	0	-	-
7	Tarif Listrik yang ada	0	96	0	0	0	-	-
8	Respon petugas mengatasi gangguan	0	91	4	1	0	-	-
9	Pemadaman/gangguan listrik	2	0	52	31	11	-	-
10	Lama pemadaman	14	26	35	10	11	-	-
11	Kelebihan beban/hubung singkat	0	18	24	2	52	-	-
12	Tegangan turun	0	0	18	26	52	-	-

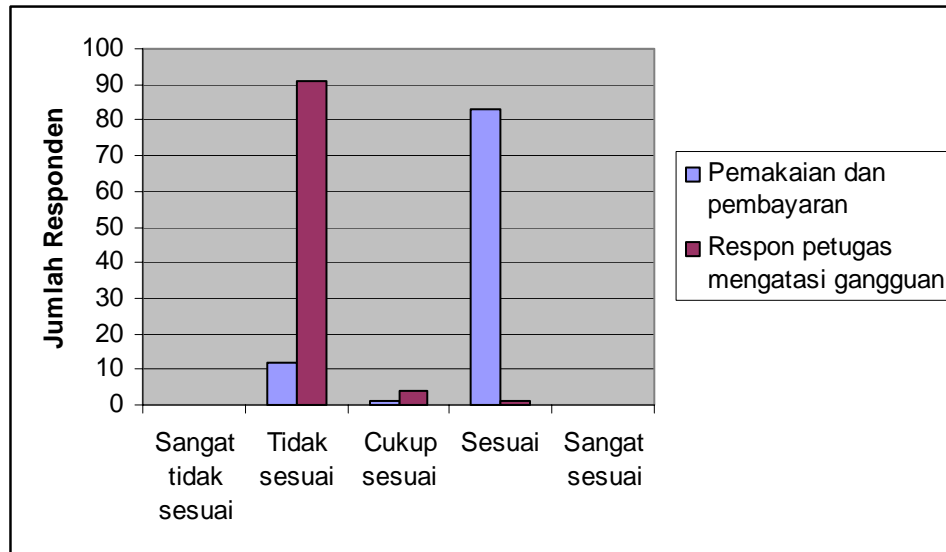
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
13	Tegangan berkedip	0	0	1	43	52	-	-
14	Gangguan pompa air	0	0	0	1	53	7	35
15	Gangguan komputer	2	1	2	6	1	84	-
16	Gangguan lampu TL	0	0	0	3	93	0	-

Sumber : Hasil Kuesioner, 2007

KETERANGAN TABEL IV.22						
No	Keterangan	1	2	3	4	5
1	Pendidikan terakhir	Tidak sekolah/SD	SMP	SMA	D3	S1/S2 /S3
2	Tempat tinggal	Perum. mewah	P.mene-nghah	P.seder-hana	Diluar perum.	Kampung
3	Type rumah	21-54	55-120	121-200	201-300	Lebih 300
4	Daya terpasang (VA)	450	900	1300-2200	>2200-6600	>6600
5	Rekening listrik (ribu rp)	<25	>25-100	>100-250	>250-500	>500
6	Pemakaian dan pembayaran	belum sesuai	hampir sesuai	tidak tahu	sudah sesuai	sangat sesuai
7	Tarif listrik yang ada	sangat mahal	mahal	sedang	murah	Sangat murah
8	Respon petugas mengatasi gangguan	sangat tdk sesuai	Tidak sesuai	Cukup sesuai	sesuai	Sangat sesuai
9	Pemadaman/gangguan listrik	4x /bulan	3-4x /bulan	2x /bulan	1x /bulan	Tidak pernah
10	Lama pemadaman	> 60 menit	31-60 menit	16-30 menit	1-15 menit	Tidak pernah
11	Kelebihan beban /hubung singkat	4x /bulan	3-4x /bulan	2x /bulan	1x /bulan	Tidak pernah
12	Tegangan turun	4x /bulan	3-4x /bulan	2x /bulan	1x /bulan	Tidak pernah
13	Tegangan berkedip	4x /bulan	3-4x /bulan	2x /bulan	1x /bulan	Tidak pernah

KETERANGAN TABEL IV.22							
Peralatan	1	2	3	4	5	6	7
Pompa air	4x /bulan	3-4x /bulan	2x /bulan	1x /bulan	Tidak pernah	Tidak nyala di malam hari	Tidak punya
Komputer	4x /bulan	3-4x /bulan	2x /bulan	1x /bulan	Tidak pernah	Tidak punya	-
Lampu TL	4x /bulan	3-4x /bulan	2x /bulan	1x /bulan	Tidak pernah	Tidak punya	-

Persepsi masyarakat Kelurahan Meteseh terhadap kualitas pelayanan listrik pada umumnya dan kualitas tegangan listrik pada khususnya terbagi dalam 4 kategori yaitu persepsi terhadap rekening dan respon petugas dalam mengatasi gangguan, persepsi terhadap pemadaman, persepsi terhadap kondisi tegangan, serta persepsi terhadap kinerja peralatan listrik (pompa air, komputer, dan lampu TL) yang ada.

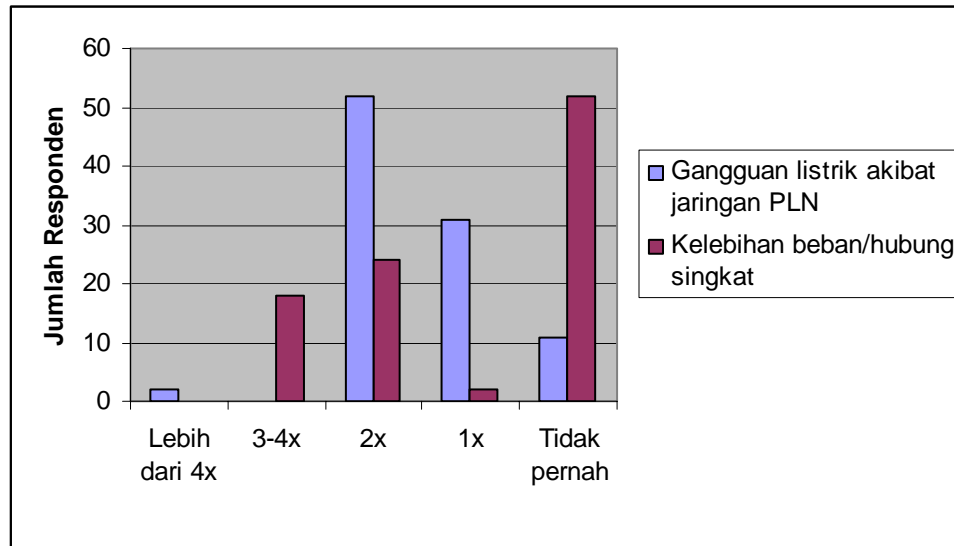


Sumber: Hasil Analisis, 2007

GAMBAR 4.12.
GRAFIK PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP REKENING LISTRIK
DAN RESPON PETUGAS DALAM MENGATASI GANGGUAN

Sebagian besar responden berpendapat bahwa telah ada kesesuaian antara pemakaian energi listrik dengan jumlah yang telah dibayarkan walaupun keseluruhan (100%) responden masih berpendapat tarif listrik saat ini mahal. Sedangkan respon petugas dianggap lambat dalam mengatasi gangguan.

Dengan kondisi persepsi masyarakat tersebut dapat dikatakan bahwa untuk saat ini belum diperlukan adanya kalibrasi meteran listrik yang terdapat di masing-masing rumah konsumen karena masyarakat saat ini masih mempercayai keakuratan hasil pengukuran peralatan listrik tersebut, sedangkan respon petugas dalam mengatasi gangguan perlu ditingkatkan agar pelayanan yang ada lebih memuaskan masyarakat.

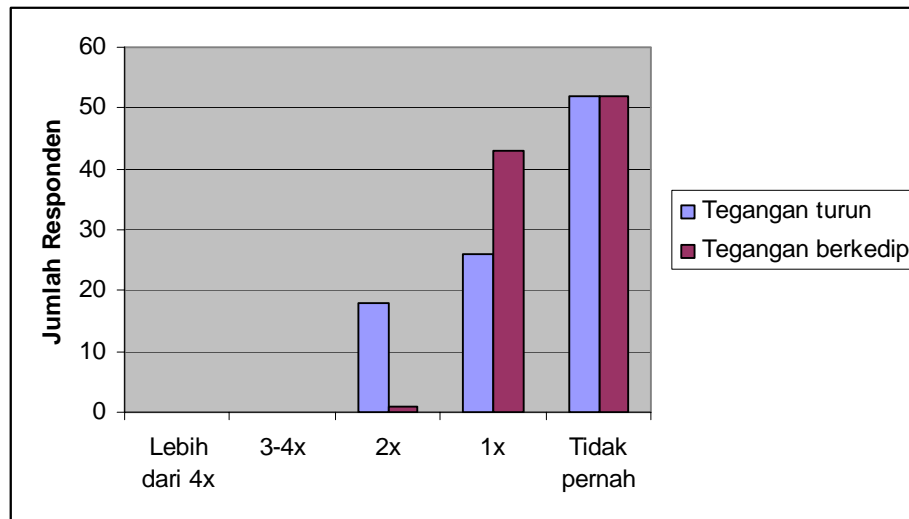


Sumber: Hasil Analisis, 2007

GAMBAR 4.13.
GRAFIK PERSEPSI MASYARAKAT
TERHADAP PEMADAMAN TIAP BULANNYA

Sebagian besar responden menyatakan telah terjadi pemadaman sebanyak 2 kali perbulan dengan rata-rata lamanya pemadaman 16 s/d 30 menit. Apabila dibandingkan dengan tingkat mutu pelayanan wilayah UPJ Semarang Selatan yang sebesar 7 jam perbulan untuk lamanya gangguan dan 6 kali perbulan untuk frekuensi pemadaman, maka persepsi masyarakat Kelurahan Meteseh terhadap frekuensi dan lamanya gangguan listrik lebih positif bila dibandingkan dengan perhitungan PLN.

Sebanyak 44 responden (45,83 %) memiliki rumah dengan kondisi instalasi rumah yang sudah tidak sesuai lagi dengan peruntukannya, perlu dilakukan uji ulang terhadap kelayakan instalasi rumah ataupun kapasitas pemakaian listrik dalam instalasi rumah tersebut.

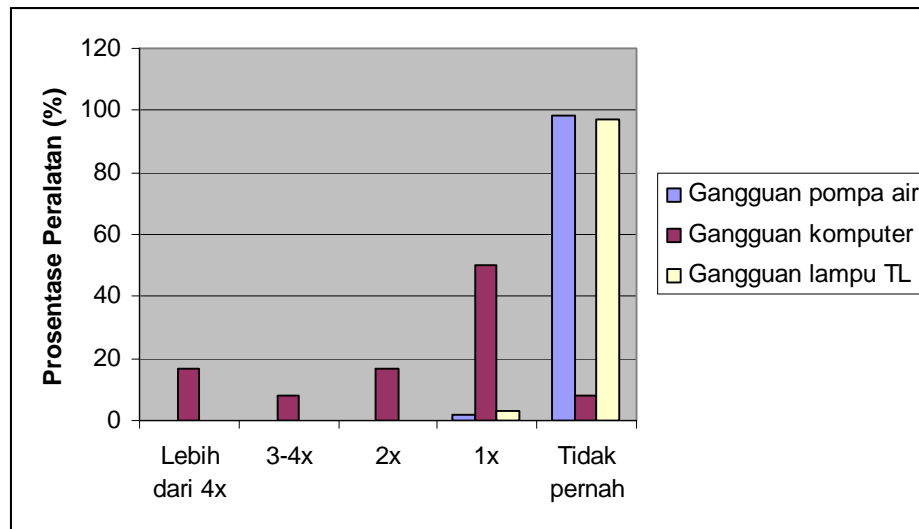


Sumber: Hasil Analisis, 2007

GAMBAR 4.14.
GRAFIK PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP
KONDISI TEGANGAN TIAP BULANNYA

Hampir separuh responden merasakan adanya penurunan dan kedip tegangan di rumah mereka, dalam hal ini tampak bahwa masyarakat mulai mengamati kondisi kualitas tegangan di rumah mereka.

Solusi yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten/Kota untuk saat ini yang paling memungkinkan adalah dengan memasukkan variabel tegangan listrik tersebut dalam tingkat mutu dan pelayanan (TMP) energi listrik dan menetapkannya dalam suatu Peraturan Daerah (Perda) sesuai kondisi masing-masing daerah. Saat ini, TMP penyediaan energi listrik hanya meliputi frekuensi pemadaman (SAIFI) dan lamanya pemadaman (SAIDI). Dengan memasukkan variabel tegangan dalam TMP penyediaan energi listrik diharapkan amanat undang-undang perlindungan konsumen dapat terpenuhi.



Sumber: Hasil Analisis, 2007

GAMBAR 4.15.
GRAFIK PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP
GANGGUAN TEGANGAN PADA PERALATAN

Dari ketiga peralatan listrik (pompa air, komputer, dan lampu TL) yang diujikan melalui persepsi masyarakat, komputer merupakan peralatan listrik yang paling bermasalah akibat adanya penurunan besaran tegangan listrik di Kelurahan Meteseh, sedangkan untuk pompa air dan lampu TL tidak mengalami masalah dalam penyalaannya.

BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Dari peta TMP tegangan untuk masing-masing gardu induk di Kota Semarang terlihat bahwa dari sisi pelayanan tegangan, terdapat ketidakefisienan penempatan lokasi beberapa gardu induk. Gardu induk-gardu induk yang tumpang-tindih dalam pelayanan tegangan meliputi GI Randu Garut dan Krapyak, GI Kalisari, Simpang Lima, dan Pandean Lamper, serta GI Sronдол dan Pudak Payung. Sedangkan GI Tambak lorok pelayanan tegangan optimalnya terpotong oleh batas Kota Semarang dengan laut.
2. Jangkauan TMP Tegangan sangat dipengaruhi oleh tingkat kepadatan beban yang dalam hal ini identik dengan kerapatan penduduk. Semakin tinggi tingkat kerapatan penduduk maka jangkauan layanan TMP tegangan yang memenuhi syarat SNI tentang tegangan listrik semakin kecil.
3. Kota Semarang untuk saat ini tidak memerlukan gardu induk yang baru, pembangunan gardu induk Boja diharapkan dapat meningkatkan TMP tegangan di Kecamatan Mijen, sebagian Kecamatan Ngaliyan dan Kecamatan Gunung Pati. Beberapa alternatif penanggulangan permasalahan TMP tegangan di Kota Semarang untuk saat ini meliputi pembesaran konduktor (untuk jaringan distribusi 20 kV dari GI Tambaklorok, Kalisari, dan Pandean

Lamper), perubahan jalur pada jaringan distribusi 20 kV (untuk mengoptimalkan jangkauan TMP tegangan dari GI yang ada), dan pemasangan kapasitor ataupun perubahan tapping gardu distribusi pada daerah-daerah dengan tingkat TMP tegangan di bawah standar.

4. Dari hasil perhitungan dan pengukuran dapat dikatakan bahwa perkembangan pada kawasan *urban sprawl* cenderung membuat lokasi pemukiman jauh dari gardu induk (terdapat pada jaringan paling ujung), akibatnya terdapat rugi-rugi listrik dalam pedistribusian listrik. Rugi-rugi tersebut mengakibatkan kualitas tegangan listrik yang sampai ke konsumen berada pada besaran dibawah normal (SNI 04-0227-2003 tentang tegangan listrik). Besaran tegangan listrik tersebut diatas akan semakin turun sejalan dengan makin meningkatnya kebutuhan energi listrik pada jaringan distribusi yang mensuplai listrik ke kawasan *urban sprawl*.
5. Jika dikaitkan dengan pembangunan kota, pelayanan kelistrikan masih bersifat memenuhi permintaan yang ada. Perencanaan jaringan kelistrikan masih dipengaruhi oleh kecenderungan permintaan konsumen yang kebutuhannya sering tidak sejalan dengan rencana pembangunan kota.
6. Pada dasarnya, kondisi tegangan sangat berpengaruh terhadap peralatan listrik yang sensitif seperti komputer. Hasil survey yang telah dilakukan menunjukkan bahwa 91,67 % dari responden yang memiliki komputer menyatakan telah mengalami permasalahan akibat adanya penurunan tegangan.

7. Sebagian besar masyarakat (54,17 %) di Kelurahan Meteseh merasa tidak ada masalah dengan kualitas pelayanan tegangan listrik, namun demikian sebanyak 45,83 % responden mulai merasakan adanya pengaruh penurunan tegangan pada lampu penerangan mereka. Permasalahan masyarakat akan energi listrik saat ini masih tertuju pada tarif listrik yang mahal, keandalan ketersediaan energi listrik dan kecepatan petugas dalam mengatasi gangguan listrik yang terjadi.

5.2 Rekomendasi

Dari hasil penelitian, dapat disusun beberapa rekomendasi, rekomendasi terbagi dalam dua kategori yaitu rekomendasi non keteknikan dan rekomendasi keteknikan.

Rekomendasi non keteknikan dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Potensi permasalahan lahan dalam pembangunan GI sangat besar, apabila dilihat dari sisi keteknikan, pelayanan GI akan lebih optimal apabila dekat dengan pusat beban (konsumen), sedangkan pusat beban itu sendiri identik dengan lahan terbangun yang digunakan untuk aktivitas intensif masyarakat. Untuk itu, pihak penyedia jasa tenaga listrik yang dalam hal ini PLN harus selalu berkoordinasi dengan pemerintah daerah setempat untuk mengetahui daerah-daerah yang berpotensi untuk berkembang pesat, sehinggaantisipasi kebutuhan GI dapat disiapkan sedini mungkin disaat lahan terbangun untuk aktivitas intensif masyarakat belum begitu berkembang. Penyiapan lahan dan jalur transmisi dapat dilakukan jauh-jauh hari sehingga permasalahan lahan akibat pembangunan GI dapat ditekan seminimal mungkin.

- b. Lahan terbangun yang digunakan untuk aktivitas semi intensif merupakan alternatif lain dalam penempatan GI baru, karena lahan ini biasanya tidak begitu jauh dari pusat beban (konsumen) dan potensi permasalahan relatif lebih kecil daripada lahan terbangun untuk aktivitas intensif. Untuk mendapatkan lahan tersebut, pihak penyedia jasa tenaga listrik dapat melakukan pendekatan terhadap masyarakat secara langsung ataupun tokoh-tokohnya dalam mengatasi permasalahan lahan untuk gardu induk, bahkan jika diperlukan peranan pihak ketiga (pemerintah) dalam mengatasi permasalahan dapat dilakukan.
- c. Lahan terbuka yang berupa lahan tidur biasanya dimiliki oleh pengembang perumahan yang pada saatnya nanti dipersiapkan untuk pembangunan perumahan. Kerjasama pihak penyedia jasa tenaga listrik dengan investor perumahan sangat penting untuk keuntungan bersama dimana pihak penyedia jasa tenaga listrik mendapatkan lahan untuk pembangunan gardu induk, sedangkan pihak investor dapat nilai lebih dari perumahan yang akan dibangun, karena memiliki TMP tegangan listrik yang baik, akibatnya nilai jual perumahan tersebut menjadi lebih tinggi dari sebelumnya.
- d. Perlu dilakukan pemasukan variabel tegangan listrik dalam tingkat mutu dan pelayanan (TMP) energi listrik yang ditetapkan di masing-masing Pemerintah Kabupaten (Pemkab) atau Pemerintah Kota (Pemkot) dalam suatu Peraturan Daerah (Perda) sesuai kondisi masing-masing daerah.
- e. Solusi antisipatif mengenai permasalahan lahan dalam pembangunan gardu induk dapat berupa koordinasi antara penyedia jasa tenaga listrik (PLN)

dengan pemerintah kabupaten/kota dengan tujuan untuk mensinkronkan rencana tata ruang pembangunan kota/kabupaten dengan *masterplan* jaringan tegangan menengah milik PT. PLN (Persero). Kerjasama antara penyedia jasa tenaga listrik dengan pemerintah daerah berupa pembangunan jaringan distribusi dan pemasangan kapasitor yang bagi PLN ditujukan untuk meningkatkan keandalan sistem dan bagi pemerintah daerah ditujukan untuk perluasan jaringan melalui program listrik pedesaan. Penyediaan lahan bagi gardu induk bisa jadi merupakan tugas dari pemerintah daerah, sedangkan penyedia jasa tenaga listrik bertugas membangun fasilitas gardu induknya. Investor juga dapat mengambil peranan menggantikan tugas pemerintah daerah dalam pembangunan jaringan distribusi dan pemasangan kapasitor untuk perumahan mereka, bahkan bila memungkinkan berupa penyiapan lahan untuk pembangunan gardu induk.

Rekomendasi keteknikan dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Respon petugas PT. PLN (UPJ) Semarang Selatan dalam mengatasi gangguan perlu ditingkatkan agar pelayanan yang ada lebih memuaskan masyarakat
- b. Perlu dilakukan uji ulang terhadap kelayakan instalasi rumah ataupun kapasitas pemakaian listrik dalam instalasi rumah di Kelurahan Meteseh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar dan S. Kuwahara. 1975. "Teknik Tenaga Listrik". Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Belmont, Steve. 2002 ."*Cities in Full*". Whashington DC. Planner Press Illionis.
- Bintarto. 1983. "*Interaksi Desa Kota dan Permasalahannya*". Jakarta. Ghalia Indonesia.
- Branch, C Melville. 1985. "*Comprehensive City Planning*". Chicago. The Planner Press of the American Planning Association.
- Budihardjo, Eko. 2005. "Kota Berkelanjutan". Bandung. PT. Alumni.
- Catanese, Anthony J. 1992. "Perencanaan Kota". Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Colby. 1959. "*Centrifugal and Centripetal Forces in Urban Geography. In : Mayer and Kohn (eds.) : Reading in Geography*". Chicago. University of Chicago.
- Daldjoeni, N. 1998. "Geografi Kota dan Desa Untuk Mahasiswa dan Guru". Bandung . Penerbit Alumni.
- Danim, Sudarwan. 2002. "Menjadi Peneliti kualitatif". Bandung . CV. Pustaka Setia
- Darmapatni dan Firman. 1992. "*Mega Urban Region in Indonesia : the Case of Jabotabek and Bandung Metropolitan*", paper dipresentasikan pada International Conference on Managing the Mega-Urban Region of Asean Countries. Bangkok.
- Darmawan, Edy. 2003. Teori dan Implementasi Perancangan Kota. Semarang. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Dep. Pekerjaan Umum, 2006," Fasilitasi dan Penyelesaian Pedoman Pengendalian Pemanfaatan Ruang Kawasan Perkotaan & *Sub Urban*", Sumber : www.penataanruang.go.id, tanggal 25 Januari 2007.
- Eaton, Ruth, 2002 "*Ideal Cities*". New York. Thames & Hudson Publisher.

- Giyarsih, Sri Rum. 2002. "Gejala *Urban Sprawl* Sebagai Pemicu Proses Densifikasi Permukiman Di Daerah Pinggiran Kota (*Urban Fringe Area*) Kasus Pinggiran Kota Yogyakarta"
- Golany, Gideon, 1976. "*New Town Planning*". New York. John Wiley & Sons.
- Hettne, Bjorn. 2001. "Teori Pembangunan dan Tiga Dunia". Jakarta. Gramedia Pustaka.
- Hutauruk. 1996. "Transmisi dan Daya Listrik". Jakarta. Erlangga.
- Husen, Umar. 2001. "Metode Riset Perilaku Organisasi". Jakarta. Gramedia.
- Islamy, M. Irfan. 1998. "Prinsip-Prinsip Perumusan Kebijakan Negara". Jakarta. Bumi Aksara
- Kecamatan Tembalang Dalam Angka. 2005. Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Semarang
- Kepdirjen LPE Nomor : 114-12/39/600.2/2002 Tentang Indikator Mutu Pelayanan Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Umum Yang Disediakan Oleh PT. PLN (Persero)
- Kota Semarang dalam Angka. 2005. Badan Pusat Statistik (BPS) Propinsi Jawa Tengah.
- Mantra, Ida Bagoes. 1996. "*Focus on Non Permanent Migration*" in Vincent Rotge (eds.). *Rural Urban Integration in Java Consequences for Regional Developmen and Employment. The Case of Five Hinterland Communities of Yogyakarta Special Region. Nagoya : United Nations Centre for Regional Development.*
- Markoni. 2006. "Kajian Mutu Tegangan Pelayanan Dalam Upaya Pembenahan Infrastruktur Energi Listrik Jaringan Distribusi". Semarang. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Mattern, Lauren. 2005. "*Examining "Smart Growth" as an Alternative to Urban Sprawl*".
- Marsudi, Djiteng. 2006. "Operasi Sistem Tenaga Listrik". Yogyakarta. Graha Ilmu.

- McGee, T.G. 1990. *The Future of the Asian City : the Emergence of Desakota Regions, Proceeding International Seminar and Workshop on the South East Asian City of the Future, Jakarta, January 21-25 1990.*
- Nas, P.J.M., 1984. "Kota di Dunia Ketiga". Jakarta Penerbit Bharata Karya Aksara.
- Ow, Jee Kit. 2002. Theses "*Power Quality Issues on the Distribution System*" South Perth. Curtin University of Technology.
- Purnomo, Bambang. 1994. Tenaga Listrik : Profil dan anatomi hasil pembangunan dua puluh lima tahun. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Roychansyah, Muhammad Sani. Juni 2006 "Paradigma Kota Kompak". Jakarta. Majalah Inovasi.
- Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Semarang 2005-2010. Pemerintah Kota Semarang
- Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD) 2007. Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Tengah.
- Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) 2006-2026. Ditjen LPE Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2006- 2015. PT. PLN (Persero).
- Singarimbun, Masri dan Sofian Effendi. 1995. Metode Penelitian Survai. Edisi Revisi. Jakarta . Penerbit : LP3ES.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 04-0227-2003 tentang Tegangan Listrik, Ditjen LPE Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Subarsono. 2005. "Pelayanan Publik yang Efisien, Responsif, dan Non-Partisan dalam Agus Dwiyanto (editor), 2005. Mewujudkan Good Governance Melalui Pelayanan Publik ". Yogyakarta. Gajah Mada University Press.

- Subroto, Yoyok Wahyu, Bakti Setiawan, Setiadi. 1997. Proses Transformasi Spasial dan Sosio-Kultural Desa-Desa di Daerah Pinggiran Kota (*Urban Fringe*) di Indonesia (Studi Kasus Yogyakarta). Laporan Penelitian Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan Dasar Tahun Anggaran 1996/1997. Yogyakarta. PPLH UGM.
- Sugiyarto dkk. 2003. "Teknik Sampling". Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Sugiyono. 2005. "Memahami Penelitian Kualitatif". Bandung : CV. ALFABETA
- Susan S.F & Scot Campbell, 2002. "*Reading in Urban Theory*". USA. Second Edition, Blackwell Publisher, Malden Massachusetts.
- Tjahjati, Budhy S, S. 2000. "Kebijakan Pengembangan Perkotaan: Diseminasi dalam rangka konfirmasi pembahasan dana pembangunan daerah TA. Jakarta. Direktorat Jendral Pengembangan perkotaan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah".
- Yunus, Hadi Sabari. 1987. "Permasalahan Daerah *Urban Fringe* dan Alternatif Pemecahannya". Yogyakarta. Fakultas Geografi UGM.
- Wilson, Emily Hoffhine etc. 2002. "*Development of Geospatial model to quantify, describe and map urban growth*".
- Wolpert, Julian. 1966. *Migration as Adjustment to Environmental Stress. Journal of Social Issues* : 92-102.
- Zhang, Tingwei. 2000. "*Community feature and urban sprawl : the case of the Chicago metropolitan region*".



**PROGRAM PASCA SARJANA
MAGISTER PEMBANGUNAN WILAYAH DAN KOTA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

LEMBAR KUISONER

**STUDI TENTANG URBAN SPRAWL
KOTA SEMARANG TERHADAP KUALITAS TEGANGAN LISTRIK
STUDI KASUS
KELURAHAN METESEH KECAMATAN TEMBALANG**

- ❖ Kuisoner ini digunakan sebagai sarana untuk mengumpulkan informasi dalam rangka menunjang penyusunan Tugas Mata Kuliah TESIS pada Program Pasca Sarjana Magister Pembangunan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro.
- ❖ Kuisoner ini disusun sebagai bahan masukan untuk mengetahui pengaruh urban sprawl terhadap kualitas tegangan listrik di kelurahan Meteseh.
- ❖ Semua jawaban kuisoner ini tetap akan terjaga kerahasiaannya dan hanya untuk tujuan akademis serta tidak untuk tujuan lain.
- ❖ Kuisoner ini dijawab dengan memberi tanda silang pada huruf didepan jawaban yang dipilih.
- ❖ Atas kesediaan dan kesungguhan Bapak/Ibu/Saudara dalam menjawab semua pertanyaan dalam kuisoner ini, saya ucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya.

DAFTAR PERTANYAAN

A. IDENTITAS RESPONDEN

1. Alamat Responden :
.....
.....
2. Pendidikan terakhir saudara
 1. Tidak Sekolah atau SD
 2. SMP
 3. SMA
 4. D3
 5. S1/S2/S3
3. Di perumahan mana saudara tinggal saat ini ?
 1. Komplek perumahan mewah
 2. Komplek perumahan menengah
 3. Komplek perumahan sederhana
 4. di luar komplek perumahan di tepi jalan raya
 5. di luar komplek perumahan di gang/kampung
4. Berapa ukuran atau type rumah yang saudara tempati ?
 1. Type < 21 – 54
 2. Type > 54 – 120
 3. Type > 120 – 200
 4. Type > 200 – 300
 5. Type > 300
5. Berapa daya (VA) yang tersambung di rumah saudara ?
 1. 450 VA
 2. 900 VA
 3. 1.300 VA – 2200 VA
 4. > 2.200 VA – 6.600 VA
 5. > 6.600 VA
6. Berapa besar rekening (pengeluaran) rata-rata perbulan untuk membayar listrik pada bulan-bulan terakhir ini ?
 1. Kurang dari 25 ribu
 2. > 25 ribu – 100 ribu
 3. > 100 ribu – 250 ribu
 4. > 250 ribu – 500 ribu
 5. > 500 ribu
7. Peralatan Listrik yang ada di rumah Saudara
 1. Lampu TL/Neon
 2. Lampu Pijar
 3. Televisi
 4. Lemari Es/Kulkas
 5. Kipas Angin
 6. Pompa Air
 7. Komputer
 8. AC
 -

B. DIMENSI KHUSUS

1. Menurut pendapat Saudara, apakah besarnya rekening listrik yang dibayar setiap bulan sudah sesuai dengan pemakaian listrik ?
 1. Belum sesuai
 2. Hampir sesuai
 3. Tidak tahu
 4. Sudah sesuai
 5. Sangat sesuai
2. Menurut pendapat Saudara, bagaimana tarif listrik yang ada sekarang
 1. Sangat mahal
 2. Mahal
 3. Sedang
 4. Murah
 5. Sangat murah

3. Apakah respon atau kecepatan petugas untuk mengatasi gangguan sudah sesuai dengan harapan saudara ?
 1. Sangat tidak sesuai
 2. Tidak sesuai
 3. Cukup sesuai
 4. Sesuai
 5. Sangat sesuai
4. Apakah di perumahan saudara sering mengalami pemadaman / gangguan listrik
 1. Sering sekali (> 4 x /bulan)
 2. Sering (3-4 x /bulan)
 3. Sedang (2 x /bulan)
 4. Jarang padam (1 x /bulan)
 5. Tidak pernah padam
5. Berapa lama rata-rata pemadaman / gangguan listrik di rumah saudara ?
 1. Lama sekali (> 60 menit)
 2. Lama (31 menit – 60 menit)
 3. Sedang (16 menit – 30 menit)
 4. Sebentar (1 menit – 15 menit)
 5. Tidak pernah padam
6. Apakah listrik di rumah saudara sering padam karena kelebihan beban/hubungan singkat ?
 1. Sering sekali (> 4 x /bulan)
 2. Sering (3-4 x /bulan)
 3. Sedang (2 x /bulan)
 4. Jarang padam (1 x /bulan)
 5. Tidak pernah padam
7. Apakah lampu penerangan di rumah Saudara pernah redup (tegangan turun)
 1. Sering sekali (> 4 x /bulan)
 2. Sering (3-4 x /bulan)
 3. Normal (2 x /bulan)
 4. Jarang redup (1 x /bulan)
 5. Tidak pernah redup
8. Apakah lampu penerangan di rumah Saudara pernah berkedip ?
 1. Sering sekali (> 4 x /bulan)
 2. Sering (3-4 x /bulan)
 3. Sedang (2 x /bulan)
 4. Jarang (1 x /bulan)
 5. Tidak pernah
9. Apakah pompa air (jika ada) dirumah saudara mengalami gangguan apabila dinyalakan dimalam hari (Pukul 17.00 s.d 22.00 WIB) ?
 1. Sering sekali (> 4 x /bulan)
 2. Sering (3-4 x /bulan)
 3. Sedang (2 x /bulan)
 4. Jarang (1 x /bulan)
 5. Tidak pernah
 6. Tidak pernah nyala di malam hari
 7. Tidak punya pompa air
10. Apakah komputer (jika ada) dirumah saudara pernah mengalami gangguan (data yang tiba-tiba hilang atau waktu proses menjalankan program yang terlalu lama/diluar kewajaran) ?
 1. Sering sekali (> 4 x /bulan)
 2. Sering (3-4 x /bulan)
 3. Sedang (2 x /bulan)
 4. Jarang (1 x /bulan)
 5. Tidak pernah
 6. Tidak punya komputer
11. Apakah lampu TL/Neon (jika ada) dirumah saudara pernah tidak bisa dinyalakan dimalam hari (Pukul 17.00 s.d 22.00 WIB) ?
 1. Sering sekali (> 4 x /bulan)
 2. Sering (3-4 x /bulan)
 3. Sedang (2 x /bulan)
 4. Jarang (1 x /bulan)
 5. Tidak pernah
 6. Tidak punya lampu TL/Neon

HASIL KUESONER DI KELURAHAN METESEH

NO	URUTAN	IDENTITAS					PERSEPSI RESPONDEN										
		2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
1	4	3	5	1	2	2	4	2	2	5	5	5	5	5	5	6	5
2	6	1	5	1	1	2	4	2	2	5	5	5	5	5	5	6	5
3	24	2	5	1	1	2	4	2	2	4	4	5	5	5	7	6	5
4	31	1	5	1	2	2	4	2	2	4	4	5	5	5	5	6	4
5	40	3	5	1	1	2	4	2	2	4	4	5	5	5	7	6	5
6	50	1	5	1	2	2	4	2	2	4	4	5	5	5	7	6	5
7	62	1	4	1	1	2	4	2	2	3	4	5	5	5	7	6	5
8	65	3	5	1	1	2	4	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
9	84	2	4	1	1	2	4	2	2	4	4	5	5	5	7	6	5
10	92	1	5	1	1	2	4	2	2	5	5	5	5	5	7	6	5
11	104	3	5	1	1	2	4	2	2	5	5	5	5	5	5	6	5
12	129	3	4	1	1	2	4	2	2	3	3	3	4	4	5	6	5
13	136	3	4	1	1	2	4	2	2	3	3	3	4	4	5	6	5
14	157	3	4	1	1	2	4	2	2	4	3	3	4	4	5	6	5
15	171	2	5	1	1	2	4	2	2	4	3	3	4	4	5	6	5
16	188	3	5	1	1	2	4	2	2	4	2	3	4	4	5	6	5
17	191	1	4	1	1	1	4	2	2	4	2	3	4	4	5	6	5
18	202	3	5	1	2	2	4	2	2	4	2	4	4	4	5	6	4
19	233	3	4	1	1	2	4	2	2	3	2	3	4	4	5	6	5
20	238	3	4	1	1	2	4	2	2	3	2	3	4	4	5	6	5
21	239	3	4	1	1	2	4	2	2	3	2	3	4	4	5	6	5
22	250	1	5	1	1	2	4	2	2	4	2	3	4	4	5	6	5
23	253	3	4	1	1	2	4	2	2	3	2	3	4	4	5	6	5
24	277	3	5	1	1	1	4	2	2	3	2	3	4	4	5	6	5
25	280	1	5	1	2	3	4	2	2	3	2	3	4	3	4	6	5
26	289	3	4	1	1	2	4	2	2	3	2	3	4	4	5	6	5
27	307	2	5	1	2	3	4	2	2	4	3	3	4	4	5	6	5
28	311	3	5	1	1	2	4	2	2	4	2	3	4	4	5	6	5
29	322	3	4	1	1	2	4	2	2	3	3	3	4	4	5	6	5
30	325	3	5	1	1	2	4	2	2	4	2	3	4	4	5	6	5
31	338	3	5	1	1	2	4	2	2	4	4	3	4	5	7	6	5
32	341	4	5	1	2	2	4	2	2	4	2	4	5	5	5	6	5
33	348	1	5	1	1	2	4	2	2	4	4	5	5	5	5	6	5
34	378	3	5	1	1	2	4	2	2	4	4	5	5	5	7	6	5
35	379	2	5	1	2	2	4	2	2	4	3	3	4	4	5	6	5
36	437	1	5	1	2	2	4	2	2	5	5	5	5	5	5	4	5
37	448	1	5	1	1	2	4	2	2	5	5	5	5	5	5	6	5
38	449	2	5	1	2	2	4	2	2	4	3	3	4	4	5	6	5
39	468	3	5	1	1	2	4	2	2	4	3	3	4	4	5	6	5
40	499	2	5	1	2	2	4	2	2	4	4	5	5	5	5	6	5
41	501	2	5	1	2	2	4	2	2	4	3	3	4	4	5	6	5
42	505	1	5	1	1	2	4	2	2	5	5	5	5	5	5	6	5
43	510	4	5	1	2	2	4	2	2	5	5	5	5	5	5	4	5
44	532	3	4	1	1	2	4	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
45	541	1	4	1	2	2	4	2	2	5	5	5	5	5	5	6	5
46	546	1	5	1	2	3	4	2	2	3	1	5	5	5	5	6	5

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
47	547	4	5	1	2	2	4	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
48	556	2	5	1	1	2	4	2	2	3	1	5	5	5	6	6	5
49	567	4	5	1	2	2	4	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
50	572	1	5	1	1	2	4	2	2	3	1	5	5	4	7	6	5
51	583	1	5	1	2	2	4	2	3	1	1	5	5	5	5	6	5
52	585	3	4	1	1	2	4	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
53	586	3	4	1	1	2	4	2	3	3	1	5	5	5	7	6	5
54	592	1	4	1	1	2	4	2	2	3	1	5	5	5	7	6	5
55	597	1	5	1	2	3	2	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
56	613	3	5	1	1	2	4	2	2	3	1	5	5	5	7	6	5
57	618	1	5	1	2	3	2	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
58	630	1	5	1	1	2	4	2	3	3	1	5	5	5	5	6	5
59	653	1	5	1	1	2	4	2	2	3	1	5	5	5	7	6	5
60	672	1	5	1	2	3	4	2	2	3	1	5	5	5	5	6	5
61	700	1	5	1	2	3	2	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
62	702	1	3	1	1	2	4	2	2	2	2	5	5	5	5	6	5
63	707	1	3	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
64	709	3	3	1	2	2	4	2	4	4	2	5	5	5	5	6	5
65	719	3	3	1	1	2	4	2	2	3	1	5	5	5	6	6	5
66	725	1	3	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
67	730	2	3	1	1	2	4	2	2	2	2	5	5	5	6	6	5
68	746	1	3	1	2	2	4	2	2	3	2	5	5	5	5	6	4
69	749	2	3	1	1	2	2	2	2	3	3	2	3	4	7	3	5
70	788	1	3	1	1	2	4	2	2	3	2	5	5	5	5	6	5
71	791	2	3	1	1	2	4	2	2	3	2	5	5	5	6	6	5
72	794	2	3	1	1	2	2	2	2	3	3	2	3	4	7	3	5
73	809	3	3	1	2	2	4	2	2	3	1	5	5	5	5	4	5
74	812	1	3	1	1	2	4	2	2	3	2	5	5	5	5	6	5
75	820	3	3	1	2	2	4	2	2	3	2	5	5	5	5	4	5
76	828	1	3	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
77	834	5	3	1	2	2	3	2	2	1	1	5	5	5	7	6	5
78	846	3	3	1	1	2	4	2	3	4	2	5	5	4	6	6	5
79	851	3	3	1	2	2	4	2	2	3	2	5	5	5	5	4	5
80	860	3	3	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	4	7	1	5
81	868	1	3	1	1	2	4	2	2	3	2	5	5	5	5	6	5
82	880	5	3	1	2	3	4	2	2	3	1	5	5	5	5	4	5
83	894	2	3	1	2	2	4	2	2	4	2	5	5	5	7	6	5
84	896	3	3	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	4	7	2	5
85	900	3	2	1	2	3	3	2	2	5	5	5	5	5	5	6	5
86	908	1	2	1	2	2	4	2	2	5	5	3	5	5	6	6	5
87	920	3	3	1	1	2	4	2	2	4	3	5	4	5	5	6	5
88	925	3	3	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	4	7	1	5
89	926	2	3	1	1	2	4	2	2	4	3	5	4	4	6	6	5
90	928	1	3	1	1	2	4	2	2	4	3	5	5	5	5	6	5
91	941	3	5	1	1	2	4	2	2	3	3	5	5	5	7	6	5
92	942	3	5	1	1	2	4	2	2	3	3	5	5	5	5	6	5
93	947	4	5	1	2	2	4	2	2	3	3	5	5	5	5	5	5
94	951	1	5	1	1	2	4	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5
95	952	3	5	1	1	2	4	2	2	3	3	5	5	5	7	6	5
96	953	3	5	1	1	2	4	2	2	3	3	2	3	4	7	6	5

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Andi Winarno, lahir di Bojonegoro pada tanggal 1 Agustus 1975. Anak dari pasangan alm. Soewarno dan Sutji Laswati. Tempat tinggal untuk saat ini di Perumahan Graha Persada C5-18, Kota Bekasi.

Riwayat pendidikan dimulai dari SDN Batokan IV, SMPN 2 Cepu, SMAN 1 Cepu, dan pada tahun 1993 tercatat sebagai mahasiswa jurusan Teknik Elektro ITS Surabaya yang diselesaikannya pada tahun 1999 dengan gelar Sarjana Teknik. Riwayat pekerjaan dimulai tahun 2000 sebagai staf pengajar di Akademi Teknologi Ronggolawe Cepu sampai tahun 2002. Pada tahun 2001 bertugas sebagai sekretaris program studi teknik elektro dan aktif dalam kegiatan P3M sebagai tim ahli. Aktif bekerja sebagai staf Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral mulai Desember 2002 sampai sekarang. Pada tahun 2003 bertugas sebagai Inspektur Ketenagalistrikan dan tahun 2006 ditugaskan di Standarsisasi Ketenagalistrikan Direktorat Teknik dan Lingkungan Ketenagalistrikan Departemen ESDM.

Dari pernikahan dengan Tita Juwita telah terlahir seorang putera bernama Rakadita Winarno (1,5 tahun).