

- Perancangann Sistem Akuisisi Data Menggunakan Jaringan Mikrokontroler Atmega32 Melalui Komunikasi Uart**
Nursidik Yulianto ¹⁾, Andi Setiono ²⁾, Bambang Widiyatmoko ³⁾ D-78
- Karakterisasi PreScaler MX1DS10P Untuk Perancangan Gelombang Mikro Sebagai Sumber Radar**
Nursidik Yulianto ¹⁾, Nurfina Yudasari ²⁾, Wildan Panji Tresna ³⁾, Hendra Adinanta ⁴⁾ D-81
- Perancangan Sistem Monitoring dan Pengendali Plant Pemanas Air Berbasis Labview**
Dwi Ana Ratna Wati, ST., M.Eng ¹⁾, Medilla Kusriyanto, ST., M.Eng ²⁾, Roni Andika, ST ³⁾ D-85
- Studi Aliran Daya Subsistem 150 KV Bekasi Pada PT. PLN (Persero) P3B JB RJKB**
Sayyid Qutub Guntur Darsanto, ST ¹⁾, Ir. Erwin Dermawan, Msc ²⁾ D-91
- Rancang-Bangun Antena Tricula Ultra Lebar Binomial Linier Omnidirectional (0,3-3,0) GHz Dalam VSWR $\leq 1,5$ Berterminal 50 ohm SMA Berbahan Limbah**
Sugondo Jati Waluyo ¹⁾, Soetamso, Drs ²⁾, Mamat Rokhmat, M.Si ³⁾ D-99
- Perbandingan OpenMPI dan LAM/MPI sebagai Middleware Jaringan Cluster Server**
Ir. Sujoko Sumaryono, MT. ¹⁾, M. Dedy Syahputra, ST., MT. ²⁾ D-105
- Deteksi Putaran Roda Kemudi Menggunakan Rotary Encoder Untuk Aplikasi Electro-Hydraulic Power Steering (EHPS)**
Sunarto Kaleg, S.T. ¹⁾, Aam Muharam, S.T., M.T. ²⁾ D-115
- Studi Analisa Kualitas Sistem Kelistrikan Distribusi Tenaga Listrik di Malang Kota**
Titiek Suheta D-120
- Implementasi Metode Anfis untuk Menghindari Dynamic Obstacle di Area Koridor pada Three Wheels Omni-Directional Mobile Robot**
Wahyu Setyo Pambudi, ST., MT ¹⁾, Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D ²⁾, Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT ²⁾ D-126
- Deteksi dan Estimasi Jarak Obyek Menggunakan Single Camera Dengan Model Segmentasi HSV**
Wahyu Setyo Pambudi, ST., MT ¹⁾, Irma Salamah, ST., MTI, Alan Novi Tompunu, ST ²⁾ D-134
- Instalasi Biogas Untuk Penerangan Menggunakan Lampu Petromak Modifikasi**
Yudhi Gunardi, Laura Zinnia Valentine D-138
- Studi Komparasi Time Series Prediction Berbasis General Regression Neural Network (GRNN) dengan Backpropagation Neural Network pada Kasus Peramalan Beban Puncak Listrik Tahunan di Indonesia**
Alvin Sahroni D-144
- Pembentukan Alur Dinamis Pada Antena Pintar Untuk Sistem GSM**
Tito Tuwono D-150

Studi Analisa Kualitas Sistem Kelistrikan Distribusi Tenaga Listrik di Malang Kota

Titiek Suheta

Teknik Elektro Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)

E-mail: sondysuheta@yahoo.com

Abstract

System distribution reliability relate to supply continuity. Reliability excelsior a distribution system, progressively little happened the disconnection of service, reliability excelsior a system progressively narrow extinction area if happened disconnection of supply. The distribution system reliability index of IEEE is:

1. SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) = 1,18 disconnection of/year

2. SAIDI (System Average Interruption Duration Index) = 95,9 minute/year

Measuring rod of quality of the other electric power is Total Harmonic Distortion (THD). THD show cumulative value harmonic frequency which is creeping in system. Because harmonic represent current component or voltage losses, excelsior of THD in a system more and more bad quality of electricity in the system. Standard of IEEE is 519 used for the THD of voltage under 69 kV is 5 % individual. In the effort reaching things above, PT. PLN (Persero) Distribution of APJ Malang try to evaluate again distribution network existing at the same time plan development forwards in order to fulfilling growth of requirement of electric power and attainment national reliability standard and also international.

Key Words : SAIFI, SAIDI, THD

1. Pendahuluan

Kualitas pelayanan teknis suatu jaringan distribusi ditunjukkan dengan terpenuhinya parameter-parameter kualitas energi listrik seperti : tegangan, frekuensi, faktor daya dan indeks keandalan yang sesuai dengan standar yang berlaku, baik secara nasional maupun internasional. Semakin tinggi keandalan suatu sistem distribusi, semakin sedikit pula terjadinya pemutusan pelayanan dan semakin sempit area pemadaman jika terjadi pemutusan suplai. Tolak ukur kualitas tenaga listrik yang lain adalah level harmonisa atau Total Harmonic Distortion (THD). THD menunjukkan nilai kumulatif frekuensi harmonik yang menjalar di sistem. Karena harmonik merupakan komponen arus atau tegangan yang merugikan, maka makin tinggi THD di suatu sistem makin jelek mutu kelistrikan sistem tersebut. Standar IEEE standart 519 yang digunakan untuk THD tegangan dibawah 69 kV adalah 5% individual. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang bagaimana kualitas dari sistem kelistrikan distribusi tenaga listrik di Malang Kota.

2. Tinjauan Pustaka

Menurut Wibowo (2002), studi keandalan pada SUTM 20 kV yang menggunakan tinggi tiang 9 Meter dan 11 Meter di Penyulang Mengare GI Manyar PLN UPJ Area Gresik. Tinggi tiang 9 Meter untuk sistem Penyulang Mengare 20 kV dalam penyaluran energi

listrik sangatlah tidak mendukung, karena sering kali terjadi gangguan dan andongan yang dipakai 1,5 meter membuat semakin rendah kawat penghantar. Dari hasil pengamatan di lapangan dan analisa perhitungan keandalan penyulang Mengare 20 kV dengan tinggi tiang dan SAIDI-SAIFI. Diperoleh nilai SAIDI-SAIFI yang dihasilkan dari perhitungan tidak memenuhi standart SPLN 68-2:1986 yaitu sebesar 23,1 jam/tahun (dalam perhitungan 203,8546 jam/tahun) untuk SAIDI dan 3,52 kali/tahun (dalam perhitungan 31,06356 kali/tahun) untuk SAIFI. Usulan untuk tinggi tiang yang memakai 9 meter perlu penambahan besi atau penggantian tiang, untuk menaikkan jarak aman andongan yang cukup besar (1,43 meter) dengan benda dibawahnya (seperti pohon, rumah dan lain-lain).

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Menurut Gonen (1986), sistem distribusi tenaga listrik adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang terletak antara sistem transmisi atau sub transmisi sampai konsumen. Sistem distribusi dapat dicatu oleh suatu transmisi yang merupakan terinterkoneksi dari banyak sumber pembangkit, atau dapat dicatu oleh satu buah pembangkit saja. Sumber tenaga ini terletak di dalam atau di dekat area beban yang dilayani oleh sistem distribusi tersebut.

Sistem distribusi secara umum dibagi menjadi tiga komponen yaitu :

1. Gardu Distribusi
2. Jaringan distribusi primer
3. Jaringan distribusi sekunder

2.2 Karakteristik Beban Distribusi

Beban distribusi dibagi dalam empat sektor yaitu rumah tangga, komersil, industri dan publik, dimana keempat sektor ini memiliki karakteristik dan pertumbuhan beban yang berbeda satu dengan yang lain. Di dalam menilai kualitas kelistrikan suatu sistem distribusi, ditentukan standar kualitas untuk beberapa parameter yaitu faktor daya, drop tegangan, susut jaringan, keandalan, dan harmonisa.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Alat Penelitian

1. Peta Malang Kota
2. Peta Geografis wilayah Malang Kota
3. Peta digital Geografis beberapa GI
4. Data Penyulang PT PLN (Persero) Malang
5. Power Quality Analyzer Fluke 43B

3.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik di Malang Kota

1. Tegangan nominal sistem primer adalah 20 kV
2. Sistem pentanahan 20 kV menggunakan NGR 500 Ohm pada tegangan 20 kV trafo Gardu Induk, sedangkan untuk tegangan rendah 380 Volt (220 Volt Fasa-netral) menggunakan pentanahan langsung (solid).
3. Konstruksi jaringan saluran udara terdiri atas :
 - a. Saluran utama menggunakan kawat AAAC 240 dan 150 mm².
 - b. Saluran cabang menggunakan kawat yang lebih kecil.
 - c. Untuk percabangan tie-in (untuk manufer) menggunakan kawat dengan ukuran sama dengan saluran utama.
4. Sistem pelayanan radial dengan kemungkinan pengoperasian secara loop menggunakan LBS, PGS, AVS, Recloser antara jaringan yang berdekatan pada saat diperlukan.
5. Pelayanan beban adalah tiga fasa, empat kawat dengan tegangan 20/0.38 kV.

Sistem distribusi tenaga listrik di wilayah APJ Malang mempunyai kapasitas daya sebesar 510 MVA yang disalurkan melalui 11 Gardu Induk (GI), 19 transformator GI, dan 64 penyulang JTM. Lima GI yang pertama menyuplai Malang Kota, sedangkan enam GI yang lain menyuplai wilayah lain. Sistem distribusi tenaga listrik di Malang Kota dan sekitarnya menggunakan konfigurasi radial, namun dapat difungsikan

menjadi loop dengan cara menutup beberapa switch yang memang dioperasikan normally open.

4. Pembahasan

4.1 Drop tegangan

$$R = \frac{\rho x L}{A}$$

ρ = tahanan jenis kawat penghantar

(SKTM Tembaga = 0.0175 mm²/m dan SUTM Aluminium = 0.03 mm²/m)

L = panjang kawat penghantar

A = luas penampang kawat (SKTM = 240 mm² dan SUTM = 150 mm²)

Dari hasil perhitungan drop tegangan (data terlampir), hasil data yang tidak memuaskan adalah pada GI Turen yaitu 99,96% terletak di penyulang Sumber Manjing.

Tabel 1. Tegangan minimum pada masing-masing gardu induk

No	Gardu Induk	Penyulang	Tegangan Jm. Minimum (%)
1	Kebonagung	Sitirejo	$\frac{20 \text{ kV} - 1.74 \times 100\%}{20 \text{ kV}} = 99,99$
2	Blimbing	Singosari	$\frac{20 \text{ kV} - 1.74 \times 100\%}{20 \text{ kV}} = 99,98$
3	Polehan	Jodipan	$\frac{20 \text{ kV} - 1.74 \times 100\%}{20 \text{ kV}} = 99,99$
4	Pakis	A.R. Saleh	$\frac{20 \text{ kV} - 1.74 \times 100\%}{20 \text{ kV}} = 99,99$
5	Sengkaling	Dinoyo	$\frac{20 \text{ kV} - 1.74 \times 100\%}{20 \text{ kV}} = 99,99$
6	Karangates	Sb. Pucung	$\frac{20 \text{ kV} - 1.74 \times 100\%}{20 \text{ kV}} = 99,96$
7	Turen	Sb. Manjing	$\frac{20 \text{ kV} - 1.74 \times 100\%}{20 \text{ kV}} = 99,98$
8	Sengguruh	Pagak	$\frac{20 \text{ kV} - 1.74 \times 100\%}{20 \text{ kV}} = 99,99$
9	Salorejo	Ngantang	$\frac{20 \text{ kV} - 1.74 \times 100\%}{20 \text{ kV}} = 99,99$

Tegangan pada sistem distribusi tenaga listrik di Malang Kota realisasinya masih memenuhi standar yang berlaku yaitu minimal 95%.

4.2 Susut/Rugi Daya = $I^2 R$

Tabel 2. Susut/Rugi Daya

No	Gardu Induk	Days Terserak (KW)	Susut Daya (KW)	Susut Daya (%)
1	Pakis	17.072	463,3	2,71
2	Folehan	24.768	537,4	2,17
3	Blimbing	25.464	486,1	1,91
4	Kebonagung	34.092	470,9	1,38
5	Sengkaling	23.325	146,4	0,63

Susut daya terbesar didapatkan di GI Pakis sebesar 2,7 %, sedangkan yang terkecil 0,63 % terdapat di GI Sengkaling.

4.3 Keandalan

Berdasarkan data-data gangguan SAIDI dan SAIFI dari APJ Malang, kemudian dibandingkan dengan standar keandalan sistem distribusi dari IEEE didapatkan :

1. SAIFI = $\frac{\text{Frekuensi padam}}{\text{Jumlah pelanggan}} = 95,9 \text{ menit/tahun}$
2. SAIDI = $\frac{\text{Lama jam padam}}{\text{Jumlah pelanggan}} = 1,18 \text{ pemutusan/tahun}$

Tabel 3. Perhitungan nilai SAIDI dan SAIFI APJ Malang tahun 2005

Bulan	SAIFI	SAIDI
Januari	$\frac{7102,738974}{224770,2207} = 0,0316$	$\frac{9642,642468}{224770,2207} = 0,0429$
Februari	$\frac{6181,181069}{224770,2207} = 0,0275$	$\frac{8833,469674}{224770,2207} = 0,0393$
Maret	$\frac{7080,261952}{224770,2207} = 0,0315$	$\frac{9732,550556}{224770,2207} = 0,0433$
April	$\frac{5304,577209}{224770,2207} = 0,0236$	$\frac{7777,049636}{224770,2207} = 0,0346$
Mei	$\frac{5057,329966}{224770,2207} = 0,0225$	$\frac{7349,986217}{224770,2207} = 0,0327$
Juni	$\frac{3618,800553}{224770,2207} = 0,0161$	$\frac{5911,456804}{224770,2207} = 0,0263$
Juli	$\frac{5192,192098}{224770,2207} = 0,0231$	$\frac{7664,664526}{224770,2207} = 0,0341$
Agustus	$\frac{5619,255518}{224770,2207} = 0,0250$	$\frac{8676,130519}{224770,2207} = 0,0386$
September	$\frac{5012,375922}{224770,2207} = 0,0223$	$\frac{7709,61857}{224770,2207} = 0,0343$
Oktober	$\frac{4023,386951}{224770,2207} = 0,0179$	$\frac{6630,721511}{224770,2207} = 0,0295$
November	$\frac{4000,909228}{224770,2207} = 0,0178$	$\frac{6293,56618}{224770,2207} = 0,0280$
Desember	$\frac{7866,937725}{224770,2207} = 0,0350$	$\frac{12182,54596}{224770,2207} = 0,0542$

Nilai SAIDI dan SAIFI APJ Malang tahun 2005 realisasinya masih memenuhi target.

4.4 Harmonisa

a. Harmonisa Arus

Dari hasil pengukuran besarnya Total Harmonic Distortion (THD) berkisar pada 5,4%. Hal ini berarti bahwa arus yang mengalir pada sistem terdapat komponen harmonisa sebesar 5,4% terhadap harga arus fundamental (50 Hz). Jika arus rms adalah 777 Ampere, maka arus harmonisa pada sahan tersebut adalah 42 Ampere. Komponen harmonisa terbesar berupa orde ke-5 atau 250 Hz. Standard IEEE std 519 mensyaratkan bahwa sistem yang mempunyai perbandingan arus short circuit dan arus nominal (I_{sc}/I_{nom}) kurang dari 20, maka THD arus yang diijinkan tidak boleh melebihi 5%. Dengan demikian, hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat distorsi arus pada obyek pengukuran telah melampaui ambang batas yang ditentukan, yaitu maksimum 5%.

b. Harmonisa Tegangan

Hasil pengukuran THD tegangan diperoleh berkisar pada 7,2% hingga 8,0%. Hasil ini telah melampaui ambang batas yang dipersyaratkan, yaitu 5%.

c. Perbaikan Harmonisa

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan harmonisa dalam jangka pendek adalah :

1. Memberi pengarahan kepada konsumen untuk mengurangi atau mengganti penggunaan beban-beban sumber harmonisa.
2. Memasang peralatan untuk mengurangi harmonisa pada jaringan (filter)

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari analisa data yang diperoleh adalah :

1. Susut / rugi daya terbesar terdapat pada GI Pakis = 2,71%, dan yang terkecil pada GI Sengkaling = 0,63%. Pada GI Pakis realisasinya telah melampaui ambang batas yang ditentukan menurut SPLN 72 tahun 1987, yaitu maksimum 2,3%.
2. Pada penelitian ini tidak dilakukan perhitungan atau pengukuran nilai faktor daya melainkan hanya berdasarkan data sekunder dari APJ Malang yaitu sebesar 0,85 (85%) lagging dan sudah memenuhi standar dari SPLN.
3. Hasil evaluasi keandalan untuk sistem distribusi Malang Kota dan sekitarnya adalah :
 - nilai SAIDI sebesar = 0,2939 pemutusan/tahun.
 - nilai SAIFI sebesar = 0,4378 X 60 menit = 26,268 menit/tahun.

Hasil ini menunjukkan bahwa nilai SAIDI dan SAIFI APJ Malang realisasinya masih memenuhi target berdasarkan standar keandalan sistem distribusi dari IEEE yaitu untuk SAIFI = 95,9 menit/tahun dan SAIDI = 1,18 pemutusan/tahun.

4. Hasil pengukuran THD Arus berkisar pada 5,4%, dengan demikian tingkat distorsi arus pada obyek pengukuran di pusat Malang Kota telah melampaui ambang batas yang ditentukan, yaitu maksimum 5%.
5. Hasil pengukuran THD Tegangan berkisar pada 7,2% hingga 8,0%, dengan demikian tingkat distorsi tegangan di pusat Malang Kota telah melampaui ambang batas yang ditentukannya, yaitu sebesar 5%.
6. Untuk tegangan pada sistem distribusi tenaga listrik di Malang Kota realisasinya masih memenuhi standar yang berlaku yaitu minimal 95%.
7. Untuk frekuensi, pada penelitian ini tidak dilakukan perhitungan atau pengukuran dikarenakan sudah dianggap memenuhi standar yang berlaku yaitu berkisar antara 48,5 Hz sampai dengan 51,5 Hz.

Daftar Pustaka

- [1] Arismunandar Artono. (1997). *Gardu Induk, Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid III, Cetakan keenam*. PT Pradnya Paramita. Jakarta
- [2] Gupta (B.H.U). (1996). *Switchgear and Protection, Advance Power System In SI Units*. SSMB Publishing Division, June.
- [3] Hutauruk. (1989). *Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja*. Bandung
- [4] Kadir Abdul. (1989). *Transformator. Buku Teks Untuk Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Teknik, Akademi Teknik, Politeknik*. PT Elex Media Komputindo, Kelompok Gramedia. Jakarta.
- [5] Kadarisman Pribadi. *Pengaman Arus Lebih*. Udiklat Teknologi Kelistrikan.
- [6] Saadat Hadi. (1999). *Power System Analisis*. WCB McGraw Hill
- [7] Setiadji. (2004). *Analisa Gangguan Satu Fasa ke Tanah yang Mengakibatkan Sympathetic Trip pada Penyulang yang tidak Terganggu di PLN APJ Surabaya Selatan*. Surabaya.
- [8] Septeriadi. (2003). *Studi Penggunaan Directional Ground Relay (DGR) pada Penyulang Kebomas Gardu Induk (GI) Petrokimia, PLN UPJ area Gresik*. Gresik Jawa Timur.
- [9] Yuwono Teguh dan Anam Sjamsjul. (1999). *Peralatan Tegangan Tinggi. Buku Pegangan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November*. Surabaya.

Tabel 4. Perhitungan Drop Tegangan pada kondisi beban puncak

Gardu Induk		
Penyulang	SKTM	SUTM
GI Kebonagung		
1. P. Klayatan	$I = 168 \text{ A} ; L = 373 ; V = 4,5692 \text{ V}$	$I = 168 \text{ A} ; L = 12,456 ; V = 0,4185 \text{ V}$
2. P. Gadang	$I = 115 \text{ A} ; L = 261 ; V = 2,1885 \text{ V}$	$I = 115 \text{ A} ; L = 8,944 ; V = 0,2057 \text{ V}$
3. P. Janti	$I = 127 \text{ A} ; L = 555 ; V = 5,1395 \text{ V}$	$I = 127 \text{ A} ; L = 14,460 ; V = 0,3672 \text{ V}$
4. P. Bumiayu	$I = 140 \text{ A} ; L = 650 ; V = 6,6354 \text{ V}$	$I = 140 \text{ A} ; L = 28,145 ; V = 0,7880 \text{ V}$
5. P. Sitirejo	$I = 150 \text{ A} ; L = 1,061 ; V = 0,011 \text{ V}$	$I = 150 \text{ A} ; L = 58,002 ; V = 1,74 \text{ V}$
GI Blimbing		
6. P. Mojolangu	$I = 200 \text{ A} ; L = 168 ; V = 2,45 \text{ V}$	$I = 200 \text{ A} ; L = 22,407 ; V = 0,8962 \text{ V}$
7. P. Singosari	$I = 221 \text{ A} ; L = 912 ; V = 14,6965 \text{ V}$	$I = 221 \text{ A} ; L = 78,960 ; V = 3,49 \text{ V}$
8. P. Pandanwangi	$I = 20 \text{ A} ; L = 251 ; V = 0,3660 \text{ V}$	$I = 20 \text{ A} ; L = 11,304 ; V = 0,0452 \text{ V}$
9. P. Telkom	$I = 6 \text{ A} ; L = 410 ; V = 0,1793 \text{ V}$	$I = 6 \text{ A} ; L = 260 ; V = 0,312 \text{ V}$
10. P. Asahan	$I = 115 \text{ A} ; L = 953 ; V = 7,991 \text{ V}$	$I = 115 \text{ A} ; L = 28,819 ; V = 0,6628 \text{ V}$
11. P. Wendit	$I = 85 \text{ A} ; L = 472 ; V = 2,9254 \text{ V}$	$I = 85 \text{ A} ; L = 18,473 ; V = 0,3140 \text{ V}$
12. P. Glintung	$I = 135 \text{ A} ; L = 338 ; V = 3,3271 \text{ V}$	$I = 135 \text{ A} ; L = 25,735 ; V = 0,6948 \text{ V}$
13. P. Bentoel	$I = 15 \text{ A} ; L = 241 ; V = 0,2635 \text{ V}$	$I = 15 \text{ A} ; L = 7,396 ; V = 0,0221 \text{ V}$
GI Polehan		
14. P. Patimura	$I = 110 \text{ A} ; L = 357 ; V = 2,8634 \text{ V}$	$I = 110 \text{ A} ; L = 11,717 ; V = 0,2577 \text{ V}$
15. P. Sawojajar	$I = 105 \text{ A} ; L = 120 ; V = 0,9187 \text{ V}$	$I = 105 \text{ A} ; L = 5,822 ; V = 0,1222 \text{ V}$
16. P. Agus Salim	$I = 110 \text{ A} ; L = 496 ; V = 3,9783 \text{ V}$	$I = 110 \text{ A} ; L = 5,356 ; V = 0,1178 \text{ V}$
17. Jodipan	$I = 236 \text{ A} ; L = 1,853 ; V = 0,031 \text{ V}$	$I = 236 \text{ A} ; L = 22,409 ; V = 1,05 \text{ V}$
18. Bunul	$I = 182 \text{ A} ; L = 115 ; V = 1,5261 \text{ V}$	$I = 182 \text{ A} ; L = 21,709 ; V = 0,7902 \text{ V}$
19. P. Kd Kandang	$I = 68 \text{ A} ; L = 80 ; V = 0,396 \text{ V}$	$I = 68 \text{ A} ; L = 16,451 ; V = 0,2237 \text{ V}$
20. P. Zaenalzakse	$I = 130 \text{ A} ; L = 401 ; V = 3,8011 \text{ V}$	$I = 130 \text{ A} ; L = 10,295 ; V = 0,2676 \text{ V}$
GI Pakis		
21. P. Banjarejo	$I = 223 \text{ A} ; L = 62 ; V = 1,0081 \text{ V}$	$I = 223 \text{ A} ; L = 139,691 ; V = 6,2302 \text{ V}$
22. P. Ar Saleh	$I = 133 \text{ A} ; L = 45 ; V = 0,436 \text{ V}$	$I = 133 \text{ A} ; L = 16,285 ; V = 0,43 \text{ V}$
23. P. Sekarpuro	$I = 30 \text{ A} ; L = 112 ; V = 0,245 \text{ V}$	$I = 30 \text{ A} ; L = 5,816 ; V = 0,0348 \text{ V}$
GI Sengkaling		
24. P. Dinoyo	$I = 180 \text{ A} ; L = 842 ; V = 11,0512 \text{ V}$	$I = 180 \text{ A} ; L = 30,021 ; V = 1,08 \text{ V}$
GI Sengguruh		
25. P. Proyek	$I = 2 \text{ A} ; L = 163 ; V = 0,0237 \text{ V}$	$I = 2 \text{ A} ; L = 307 ; V = 0,1228 \text{ V}$

26. P. Pagak	I = 110 A ; L = 124 ; V = 0,99 V	I = 110 A ; L = 98,100 ; V = 2,1582 V
27. P. Kepanjen	I = 120 A ; L = 127 ; V = 1,1112 V	I = 120 A ; L = 22,625 ; V = 0,543 V
GI Selorejo		
28. P. Sidodadi	I = 35 A ; L = 60 ; V = 0,1531 V	I = 35 A ; L = 15,836 ; V = 0,1108 V
29. P. Ngantang	I = 66 A ; L = 80 ; V = 0,385 V	I = 66 A ; L = 39,704 ; V = 0,52 V
GI Turen		
30. P. Bantur	I = 145 A ; L = 165 ; V = 1,7445 V	I = 145 A ; L = 118,331 ; V = 3,4315 V
31. P. Tirtoyudo	I = 206 A ; L = 105 ; V = 1,5771 V	I = 206 A ; L = 276,736 ; V = 11,4015 V
32. P. Smb Manjing	I = 206 A ; L = 200 ; V = 3,0041 V	I = 206 ; L = 186,392 ; V = 7,679 V
Gardu Induk	SKTM	SUTM
Penyulang		
GI Turen		
33. P. Pindad li	I = 25 A ; L = 115 ; V = 0,2096 V	-----
34. P. Dampit	I = 118 A ; L = 155 ; V = 1,3336 V	I = 118 A ; L = 88,640 ; V = 2,0919 V
35. P. Bakalan	I = 50 A ; L = 85 ; V = 0,3098 V	I = 50 A ; L = 77,141 ; V = 0,7714 V
36. P. Gondanglegi	I = 215 A ; L = 155 ; V = 2,4299 V	I = 215 A ; L = 105,408 ; V = 4,5325 V
37. Bokor	I = 92 A ; L = 55 ; V = 0,3689 V	I = 92 A ; L = 77,755 ; V = 1,4306 V
GI Karangates		
38. P. Kalipare	I = 150 A ; L = 164 ; V = 1,7937 V	I = 150 A ; L = 118,457 ; V = 3,5537 V
39. P. Smb Pucung	I = 163 A ; L = 219 ; V = 2,60 V	I = 163 A ; L = 61,465 ; V = 2 V
40. P. Olak Alen	I = 65 A ; L = 239 ; V = 1,1327 V	I = 65 A ; L = 67,561 ; V = 0,8782 V

Tabel 5. Pertumbuhan Pelanggan Malang Kota (1995-2005)

Tahun	Jumlah Pelanggan
1995	177212
1996	181900.4
1997	186588.8
1998	191277.2
1999	195965.6
2000	200654
2001	205029
2002	210714
2003	214293
2004	219464
2005	224770.2207

Tabel 6. Data Pemutusan APJ Malang Tahun 2005

Bulan	Frekuensi Padam	Lama Jam Padam
Januari	9642.642468	7102.738974
Februari	8833.469674	6181.181069
Maret	9732.550556	7080.261952
April	7777.049636	5304.577209
Mei	7349.986217	5057.329966
Juni	5911.456804	3618.800553
Juli	7664.664526	5192.192098
Agustus	8676.130519	5619.255518
September	7709.61857	5012.375922
Oktober	6630.721511	4023.386951
November	6293.56618	4000.909928
Desember	12182.54596	7866.957725