

19.445/ITS/H/2004



MILIK PERPUSTAKAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH - NOPEMBER

## TUGAS AKHIR

# RANCANG BANGUN PERANGKAT LUNAK BERBASIS PETA UNTUK MANAJEMEN FASILITAS JARINGAN LISTRIK



RSIF  
005.1  
Mar  
5-1  
1997

PERPUSTAKAAN  
ITS

Tgl. Terima	15-7-2003
Terima dari	H
No. Agenda rrp.	218165

OLEH :

**EVELYN MARLINATA**  
NRP : 2691.100.019

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
1997**

# **RANCANG BANGUN PERANGKAT LUNAK BERBASIS PETA UNTUK MANAJEMEN FASILITAS JARINGAN LISTRIK**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Komputer  
Pada  
Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing**



*Marto's*

**Drs. Ec. Ir. RIYANARTO SARNO, M.Sc., Ph.D**  
NIP. 131 570 363

**SURABAYA  
MARET, 1997**

## A B S T R A K

Pengawasan dan pengendalian listrik pada proses distribusi listrik umumnya dilakukan dengan menggunakan *single line diagram* (SLD), yaitu sistem pemetaan jaringan listrik dengan menggambarkan hubungan piranti-piranti pendukungnya dengan garis tunggal. Melalui SLD jaringan listrik dapat dilakukan proses pengawasan (mengetahui komponen yang tidak berfungsi) dan proses pengendalian (pemadaman arus listrik). Pada saat pencarian sebuah lokasi / komponen timbul masalah karena pada SLD, posisi piranti-piranti pendukung jaringan listrik tidak sama dengan kondisi yang sesungguhnya.

Dalam tugas akhir ini dibuat peta fasilitas jaringan listrik yang digabung dengan peta planimetris, yaitu penggambaran jaringan listrik di atas peta dasar yang meliputi jalan-jalan serta tempat-tempat tertentu, dimana informasi dari lokasi yang dikehendaki dapat langsung diperoleh pada peta tersebut. Selain itu untuk mempermudah proses pengawasan dan pengontrolan distribusi listrik, peta fasilitas jaringan listrik diintegrasikan dengan peta SLD, sehingga lokasi suatu komponen pada peta fasilitas dapat langsung diketahui posisinya pada SLD secara otomatis.

Dari SLD yang ada dapat dilakukan penayangan manuver pada jaringan listrik seperti pemadaman jaringan listrik, hasilnya dapat dilihat pada perbedaan warna antara kabel yang dialiri listrik dan yang tidak. Informasi dari setiap komponen juga dapat langsung diperoleh pada SLD. Selain itu dari SLD dapat juga diperoleh informasi yang lebih mendetail dari komponen tertentu, yaitu *single line diagram* di dalam gardu induk.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur dan terima kasih kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia dan berkat anugerahNya sehingga penulis telah dimampukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan mata kuliah wajib dengan beban 6 sks untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis memperoleh bantuan, fasilitas/sarana, saran-saran, serta dorongan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ayah dan Ibu tercinta (drg.Budi Dharsono & Lanny Juniati) yang selama ini telah mendidik, membimbing dan senantiasa mendoakan penulis.
2. Drs.Ec. Ir. Riyanarto Sarno, M.Sc. Ph.D. , selaku dosen pembimbing.
3. Dr. Ir. Handayani Tjandrasa, M.Sc. , selaku dosen wali.
4. Dr. Ir. Arif Djunaidi, M.Sc. , selaku ketua jurusan.
5. Mas Ony, Mas Yono, Mas Gunawan, Mbak Retno, Arga dan arek-arek Abakus yang tidak dapat saya sebut satu persatu, untuk bantuan, saran-saran serta ke'ramah tamah'annya.
6. Fery, Harijoko, 'Badut' Erlina, Tjujuk, Danny, dan Yunita yang membuat saya ingin cepat lulus.
7. Bapak & ibu dosen, serta staff administrasi Jurusan Teknik Informatika.
8. At last but not least, Daddy Hendrasaputra, thanks for everything you've done for me, I appreciate it very much.

Akhir kata, seperti pepatah yang berbunyi "Tak ada gading yang tak retak", penulis menyadari bahwa tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bermanfaat akan sangat penulis hargai.

Surabaya, Maret 1997  
penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	ix
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Hasil Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Tugas Akhir	4
BAB II : DASAR TEORI	6
2.1 Sistem Informasi Geografis	6
2.2 Terminologi	8
2.2.1 Pemetaan Otomatis (Automatic Mapping)	10
2.2.2 Computer Aided Drafting (CAD) dan Computer Aided Drafting and Design (CADD)	11
2.2.3 Sistem Informasi Geografis (Geographic Information System)	11
2.2.4 Pemetaan Otomatis/Manajemen Fasilitas (Automatic Mapping/Facilities Management)	12
2.2.5 Sistem Informasi Pertanahan (Land Information System)	13

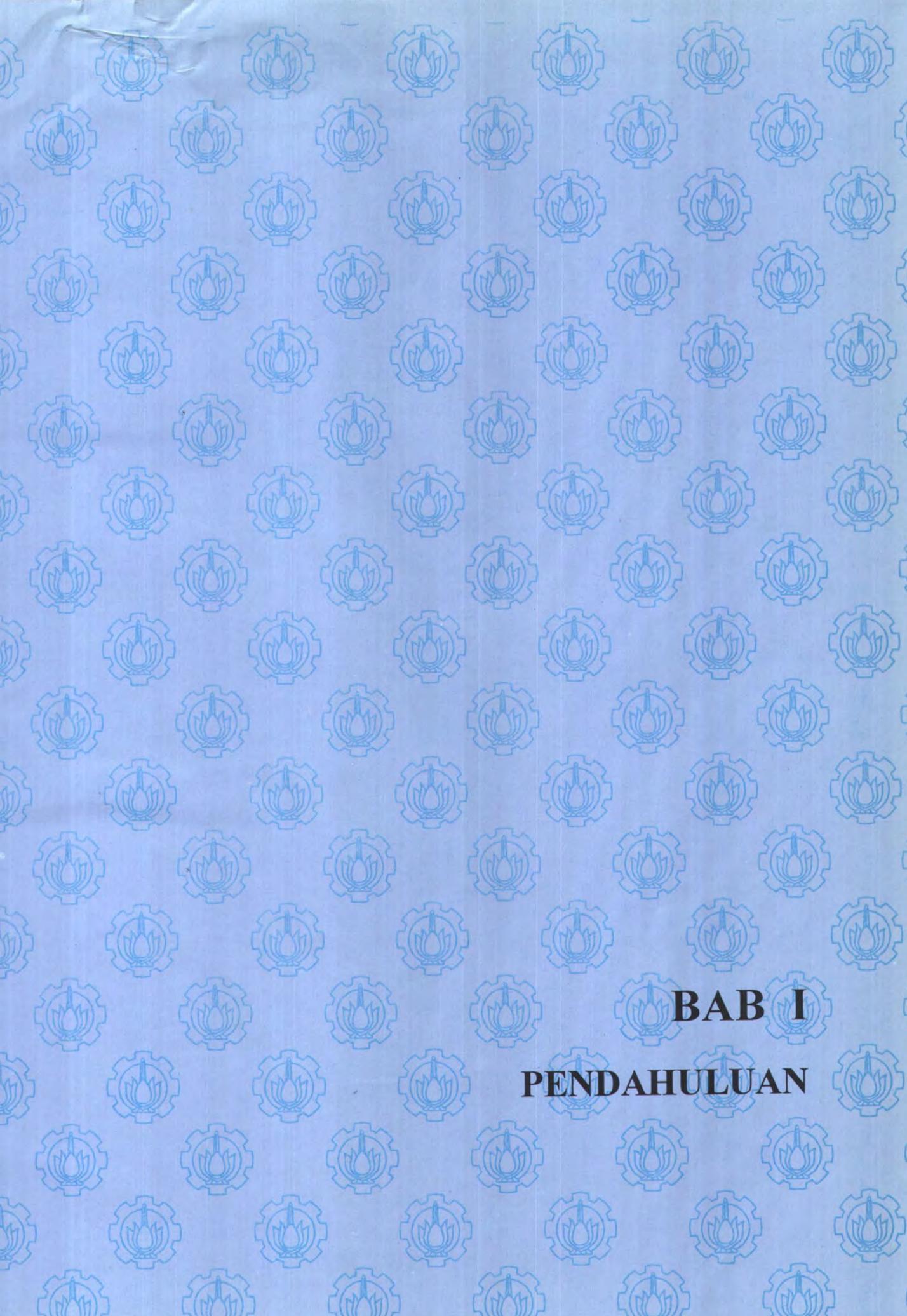
	Halaman
2.3 Unsur Utama	13
2.3.1 Fungsi Pengolahan Data Grafik/Kemampuan Kartografi	13
2.3.2 Fungsi Pengaturan Data Non-Grafik	17
2.3.3 Fungsi Analisa	17
2.4 Aplikasi	19
2.5 Sistem Informasi Gambar dan Basis data Gambar	25
2.6 Definisi Peta	27
2.7 Elemen Data Gambar Penyusun Bentuk Dasar Peta	30
2.8 Bentuk Dasar	33
2.8.1 Bentuk Planimetris	33
2.8.2 Bentuk Topografi	33
2.8.3 Bentuk Batas Kepemilikan Tanah	34
2.8.4 Bentuk Alamiah	34
2.8.5 Bentuk Fasilitas	35
2.9 Metoda Penyimpanan Data Gambar	39
2.9.1 Metoda Raster	39
2.9.2 Penanganan Penumpukan Lapisan Peta (Map Overlay)	40
2.9.3 Metoda Vektor	42
2.9.4 Analisa Lapisan Poligon Pada Metoda Vektor	42
2.9.5 Perbandingan Metoda Raster dan Metoda Vektor	44
2.9.6 Konversi Raster - Vektor	45
2.10 Sistem Koordinat	45
2.10.1 Sistem Koordinat Kartesian	45
2.10.2 Sistem Koordinat Layar	46
2.10.3 NDC (Normalized Device Coordinate) / Sistem Koordinat Piranti Ternormalisir	46
 BAB.III : SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK	 48
3.1 Sistem Tenaga Listrik	48
3.1.1 Pembangkit Tenaga Listrik	48
3.1.2 Distribusi Listrik	49
3.2 Sistem Jaringan Listrik	50

	Halaman
3.3 Jenis Transmisi	51
3.4 Teknologi Sistem Kontrol Jaringan Listrik	52
3.4.1 Mimic Board	53
3.4.2 Perkembangan Sistem Kontrol Jaringan Listrik	54
3.5 Manajemen Fasilitas Jaringan Listrik	55
3.5.1 Single Line Diagram	55
3.5.2 Peta Jaringan Listrik	57
3.5.3 Integrasi SLD dengan Peta Jaringan Listrik	58
BAB IV : KONSEP DAN PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK	60
4.1 Kebutuhan Perangkat Lunak	60
4.2 Tujuan dan Sasaran Perangkat Lunak	61
4.3 Rancangan Perangkat Lunak	61
4.3.1 Modul Editor Pustaka	64
4.3.2 Modul Editor Jaringan Listrik	64
4.3.3 Modul Editor SLD	67
4.3.4 Modul Penayangan	69
4.4 Perangkat Pendukung	71
4.4.1 Sistem Operasi	71
4.4.2 Bahasa Pemrograman	71
4.4.3 Perangkat Keras	72
4.5 Basis Data/Database	72
4.6 Penggambaran Single Line Diagram	75
BAB V : IMPLEMENTASI	76
5.1 Memetakan NDC ke Layar Tampilan	76
5.1.1 Titik (Point)	79
5.1.2 Segmen Garis (Line)	80
5.1.3 Garis Banyak (Polyline)	80
5.1.4 Lingkaran (Circle)	81

	Halaman
5.2 Pemotongan	83
5.2.1 Pemotongan Titik	83
5.2.2 Pemotongan Garis	84
5.3 Penghapusan	88
5.3.1 Penghapusan Kabel	88
5.3.2 Penghapusan Simbol	89
5.3.3 Penghapusan Teks	90
5.4 Transformasi Obyek	92
5.4.1 Penggeseran	93
5.4.2 Penskalaan	93
BAB VI : HASIL UJI COBA dan EVALUASI	95
6.1 Editor Jaringan Listrik	95
6.2 Editor Pustaka	99
6.3 Editor Single Line Diagram	101
6.4 Penayangan Jaringan	103
6.5 Evaluasi Perangkat Lunak	104
6.5.1 Kelebihan Perangkat Lunak	104
6.5.2 Kekurangan Perangkat Lunak	105
BAB VII : PENUTUP	106
7.1 Kesimpulan	106
7.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN A : ALGORITMA	110
LAMPIRAN B : Panduan Pemakaian Perangkat Lunak	113

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tiga Aspek Sistem Informasi Geografis	10
2.2 Generator Garis	16
2.3 Hubungan Spasial	19
2.4 Sistem Informasi Gambar	26
2.5 Enam Elemen Data Gambar Penyusun Peta	32
2.6 Dua Bentuk Fundamental Dalam Metoda Penyimpanan Data	41
2.7 Tiga Jenis Struktur Data Raster	42
3.1 Distribusi Energi Listrik	49
3.2 Sketsa Ruang Kontrol Tradisional dengan Mimic Board	53
3.3 Single Line Diagram	56
3.4 Single Line Diagram yang disederhanakan	57
3.5 Peta Jaringan Listrik	58
4.1 Diagram Sistem	63
4.2 Beberapa Bentuk Simbol Komponen	69
5.1 Contoh Pemetaan Titik NDC ke Layar Tampilan	77
5.2 Contoh Penggal Garis	86
5.3 Kode Daerah Penentuan Penggal Garis	86
6.1 Menu Editor Jaringan Listrik	96
6.2 Menampilkan Peta Dasar	97
6.3 Peta Dasar Yang Diperbesar 8:1	97
6.4 Menu Memilih Jenis Teks	98
6.5 Menambahkan Teks Pada Peta Dasar	98
6.6 Menggambar Peta Jaringan Listrik	99
6.7 Jenis-Jenis Bentuk Dasar Pada Editor Pustaka	100
6.8 Penggambaran Simbol	100
6.9 Fasilitas Pemilihan Simbol	101
6.10 Penggambaran SLD	102
6.11 Proses Input Data Komponen	102
6.12 Melihat Informasi Komponen SLD	103
6.13 Informasi detail SLD di dalam Gardu Induk	104



**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan kota besar yang pesat, maka peta kota tersebut menjadi semakin kompleks. Jaringan listrik yang ada juga terus berkembang semakin rumit, sehingga timbul kesulitan dalam manajemen distribusi listrik secara manual.

Pertumbuhan ukuran serta kompleksitas dari jaringan listrik telah berangsur-angsur mengubah kebutuhan-kebutuhan untuk pengontrolan dan pengawasan sistem. Meningkatnya biaya pekerja dan kurangnya tenaga terlatih juga memberi kontribusi terhadap berkembangnya sistem analog sederhana yang berguna untuk mengendalikan sebuah penyulang listrik menjadi sistem manajemen jaringan listrik yang berbasis komputer.

Secara umum pemetaan jaringan listrik dapat ditampilkan secara *planimetris* atau dengan *SLD* (single line diagram / diagram garis tunggal).

Pemetaan jaringan listrik secara planimetris adalah penggambaran peta dasar wilayah yang meliputi jalan-jalan serta tempat-tempat tertentu, dimana informasi dari lokasi yang dikehendaki dapat langsung diperoleh pada peta tersebut.

Pemetaan jaringan listrik dengan *SLD* adalah penggambaran letak/hubungan piranti-piranti pendukung jaringan listrik seperti : gardu

induk, load break switch dan lain-lain, yang dihubungkan dengan garis tunggal. Melalui SLD ini dapat dilakukan perhitungan-perhitungan dengan data-data / parameter-parameter yang didapat dari gardu induk, perhitungan dari jarak jauh ini disebut *telemetry*. Selain itu dapat juga dilakukan pengendalian jaringan listrik (misal : pemadaman) dari jarak jauh yang disebut *telecontrol*.

Untuk mengetahui jaringan listrik suatu wilayah yang lokasinya sulit, dibutuhkan waktu yang cukup lama dan juga cukup membingungkan operator untuk mencocokkan peta planimetris dan pemetaan dengan SLD.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dengan mengintegrasikan kedua jenis pemetaan (pemetaan secara planimetris dan SLD), manajemen distribusi listrik akan menjadi lebih sederhana. Sebagai contoh : operator menginginkan data dari suatu lokasi pada peta planimetris, secara otomatis ia dapat juga melihat SLD dari lokasi tersebut dan dari SLD lokasi tersebut ia juga dapat melakukan telemetry dan telekontrol, tanpa harus mencocokkan peta planimetris dengan SLD secara manual.

Untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem manajemen distribusi listrik di kota besar dibutuhkan peta planimetris yang terintegrasi dengan peta jaringan listriknya, serta single line diagram (SLD) yang digunakan untuk telemetry dan telekontrol.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Pada tugas akhir ini akan dibuat pemetaan jaringan listrik tegangan tinggi secara planimetris dan pemetaan secara SLD yang terintegrasi dengan cara menghubungkan kedua sistem pemetaan pada database yang terkoordinir.

Pengambilan informasi tentang piranti-piranti pendukung jaringan listrik dapat langsung dilakukan pada kedua sistem pemetaan.

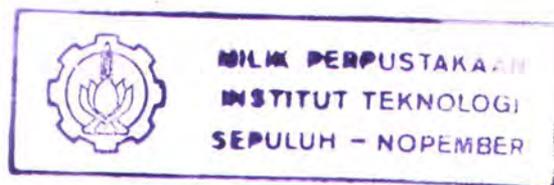
Sedangkan proses telekontrol ( pemadaman arus listrik ) dilakukan dengan simulasi agar tidak mengganggu jaringan listrik yang sesungguhnya.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Membuat program aplikasi yang berisi pemetaan jaringan listrik secara planimetris yang terintegrasi dengan pemetaan jaringan listrik dengan single line diagram, dengan cara mengatur pengaksesan kedua sistem pemetaan diatas melalui database yang terkoordinir.

### 1.5 Manfaat Hasil Penelitian

Perangkat lunak ini mempermudah / menyederhanakan prosedur pencarian informasi, telemetri serta telekontrol jaringan listrik bagi operator, karena pengaksesan informasi, dan telekontrol dapat langsung dilakukan pada visualisasi peta dasar wilayah. Sehingga keandalan serta efisiensi dari sistem manajemen distribusi listrik di kota besar menjadi lebih optimal.



## **1.6 . Metode Penelitian**

- Studi literatur
- Perancangan dan pembuatan pemetaan jaringan listrik secara planimetris.
- Perancangan dan pembuatan pemetaan jaringan listrik dengan SLD.
- Perancangan dan pembuatan basis data.
- Penggabungan kedua jenis pemetaan dengan basis data yang terkoordinir.

## **1.7 Sistematika Tugas Akhir**

Buku tugas akhir ini disusun sebagai berikut :

BAB 1 : Pendahuluan, berisi latar belakang, perumusan serta pembatasan masalah, tujuan, manfaat dan metode penelitian.

BAB 2 : Dasar Teori, berisi landasan teori mengenai teknologi pengolahan informasi geografis, metode penyimpanan data gambar, serta sistem koordinat yang digunakan.

BAB 3 : Sistem Jaringan Distribusi Listrik, berisi penjelasan mengenai sistem jaringan listrik dan teknologi sistem kontrolnya.

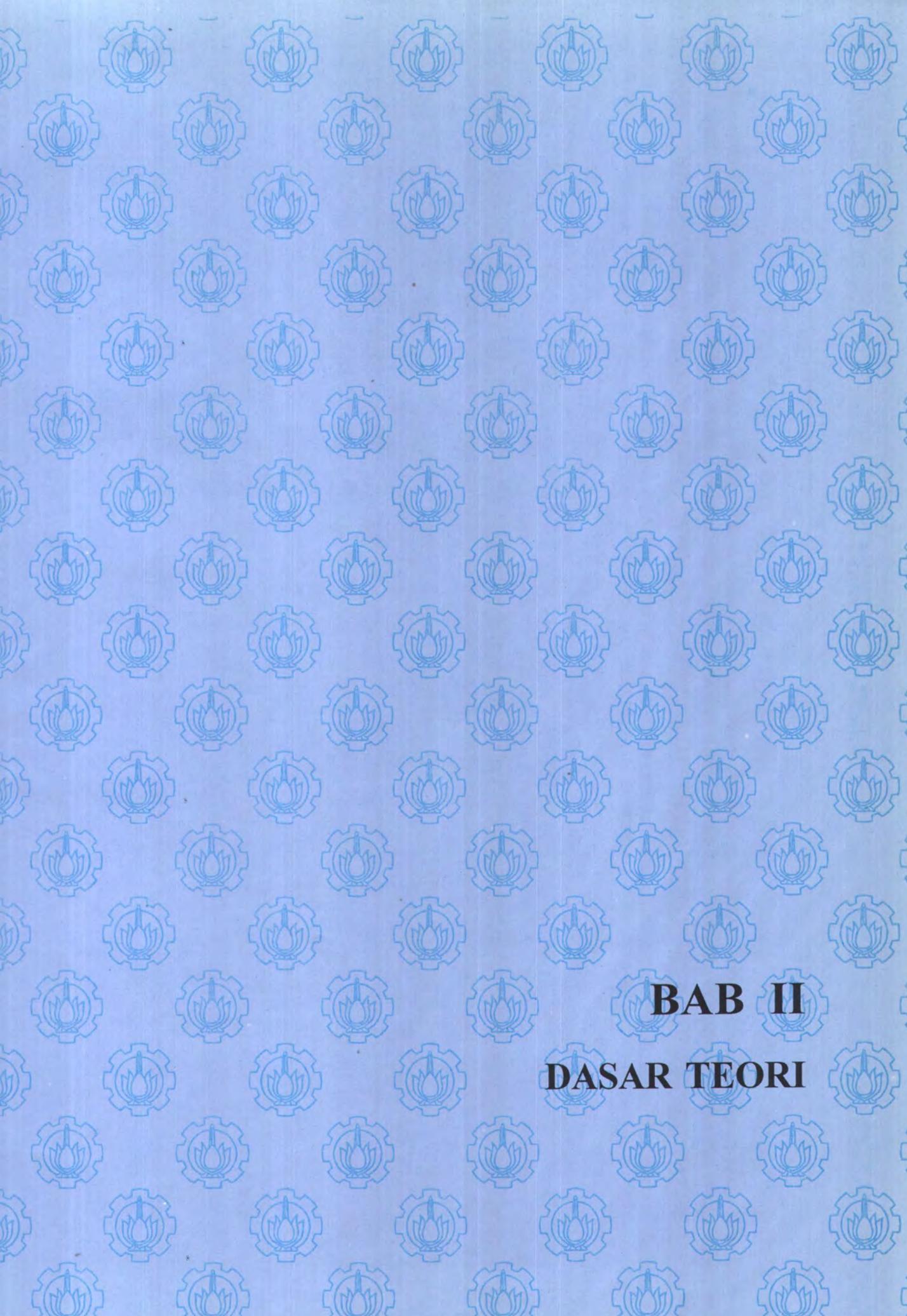
BAB 4 : Konsep dan Perancangan Perangkat Lunak, berisi rancangan detail dari perangkat lunak dan perangkat pendukungnya.

BAB 5 : Implementasi berisi implementasi dari rancangan perangkat lunak yang telah dibuat, yaitu metode -metode grafika yang

digunakan, proses pengecekan persinggungan titik, garis, dan simbol, proses editing dan lain-lain.

BAB 6 : Hasil Uji Coba dan Evaluasi, berisi contoh-contoh penggunaan perangkat lunak dalam penggambaran simbol, penggambaran serta perbaikan peta jaringan listrik, pembuatan peta SLD secara otomatis berdasarkan peta jaringan listrik yang ada dan penayangan konektifitas antara peta jaringan listrik dengan peta SLD, serta perbedaan warna kabel yang dialiri listrik dan yang tidak.

BAB 7 : Penutup, berisi kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut dari aplikasi yang telah dibuat.



**BAB II**  
**DASAR TEORI**

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

Untuk mendukung pembuatan perangkat lunak ini digunakan beberapa teori pendukung, diantaranya mengenai teknologi pengolahan informasi geografis, metoda penyimpanan data gambar, sistem informasi gambar dan basis data gambar serta sistem koordinat yang digunakan.

#### **2.1 Sistem Informasi Geografis**

Dewasa ini masyarakat semakin sadar akan kebutuhan informasi yang terkait dengan data-data geografis. Keadaan masyarakat ini mula-mula berkembang pada pertengahan abad ke-20 dengan adanya kecenderungan menuju globalisasi di bidang kemasyarakatan dan ekonomi. Di mana pada saat yang sama dampak negatif dari kemajuan teknologi telah menunjukkan perlunya pengaturan sumber daya alam secara benar. Berdasarkan kenyataan yang ada maka diperlukan suatu sistem yang mampu mengatur dan mengolah data-data geografis sehingga mampu menyajikan suatu informasi yang akurat dan terpadu. Sistem informasi ini sering disebut sebagai Sistem Informasi Geografis (SIG).

Pemerintah dan kalangan bisnis telah banyak menginvestasikan dananya pada penelitian untuk menemukan sistem komputer yang mampu menyimpan, mengatur, mengolah dan menganalisa peta dan

informasi geografis yang terkandung di dalamnya. Perkembangan teknologi perangkat keras khususnya di bidang kemampuan visualisasi grafis dan kemampuan media penyimpan semakin memacu perkembangan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG). Perkembangan teknologi Sistem Informasi Geografis semakin dipercepat dengan munculnya Sistem Informasi Geografis sebagai salah satu disiplin ilmu di kalangan akademis (bermula di Amerika Serikat), sehingga penelitian di bidang ini semakin banyak dilakukan.

Beberapa saat setelah penelitian awal dilakukan maka berkembanglah beberapa perangkat lunak yang berbasis pada Sistem Informasi Geografis. Perangkat lunak yang berbasis pada Sistem Informasi Geografis yang diperkenalkan pertama kali adalah untuk aplikasi pemetaan, yaitu pada tahun 1970-an dengan berbasis pada teknologi perangkat keras berupa *mainframe* dan komputer mini. Sedangkan perangkat lunak untuk pemetaan yang berbasis pada teknologi komputer pribadi (*personal computer*) baru diperkenalkan pada tahun 1980-an, dimana pada saat itu perangkat lunak tersebut telah memadukan antara data grafik dengan data non-grafik, inilah yang menjadi prototip Sistem Informasi Geografis.

Kehadiran perangkat lunak tersebut dievaluasi dan dianalisa ulang sehingga didapat suatu kesimpulan bahwa kegagalan dalam mengatur informasi geografis dapat membahayakan kondisi perekonomian suatu negara, kondisi lingkungan hidup, kelancaran produksi (produktifitas), penanganan sarana dan prasarana, dan lain-

lain. Kebutuhan akan pengaturan dan pemantauan prasarana seperti jaringan air, gas, jalan, lapangan udara, fasilitas saluran pembuangan limbah, dan lain-lain. Kenyataan ini merupakan pemicu bagi pemakaian Sistem Informasi Geografis yang semakin meluas di seluruh dunia.

Pada saat ini Sistem Informasi Geografis banyak diaplikasikan untuk penelitian tanah dan lingkungan, antara lain :

- ◆ mengevaluasi sumber daya alam seperti : timah, minyak bumi, gas bumi, batu bara, dan lain-lain.
- ◆ menentukan lokasi terbaik untuk pembuatan jalan, pembuangan limbah berbahaya, bendungan, perumahan, dan lain-lain.
- ◆ mengatur infra struktur seperti jaringan listrik, telepon, jalan kereta api, jalan, gas, saluran pipa air minum, dan lain-lain.

Teknologi merupakan wahana ilmu pengetahuan. Teknologi Informasi Geografis merupakan salah satu cara untuk meningkatkan efektifitas pekerjaan dalam menangani jenis pekerjaan yang berhubungan dengan informasi geografis. Seseorang akan merasa lebih mudah dalam mengambil keputusan ataupun melakukan pemantauan dengan bantuan visualisasi data berbentuk grafik dari pada data yang berupa tabel-tabel. Atas dasar inilah Sistem Informasi Geografis banyak dipakai khususnya pada aplikasi-aplikasi yang memiliki komponen geografis.

## 2.2 Terminologi

Istilah sistem Informasi Geografis pertama kali diutarakan dalam diskusi makalah yang dibawakan oleh Michael Dacey dan Duane Marble<sup>1</sup> Northwest University pada tahun 1965. Secara umum dalam diskusi makalah tersebut Sistem Informasi Geografis dinyatakan sebagai suatu Sistem yang meliputi beberapa sistem komputer yang spesifik yang dipergunakan dalam pemetaan dan pemrosesan informasi spasial seperti pemetaan (kartografi), penggambaran teknik, pengolahan basis data geografis, dan lain-lain.

Menurut Phil Parent<sup>2</sup>, Sistem Informasi Geografis merupakan suatu sistem yang berisi data spasial yang dapat dianalisa dan dikonversi ke bentuk informasi untuk kumpulan tujuan atau aplikasi khusus.

Sedangkan menurut Francis Hanigan<sup>3</sup>, Sistem Informasi Geografis merupakan suatu Sistem Informasi Manajemen yang memiliki kemampuan :

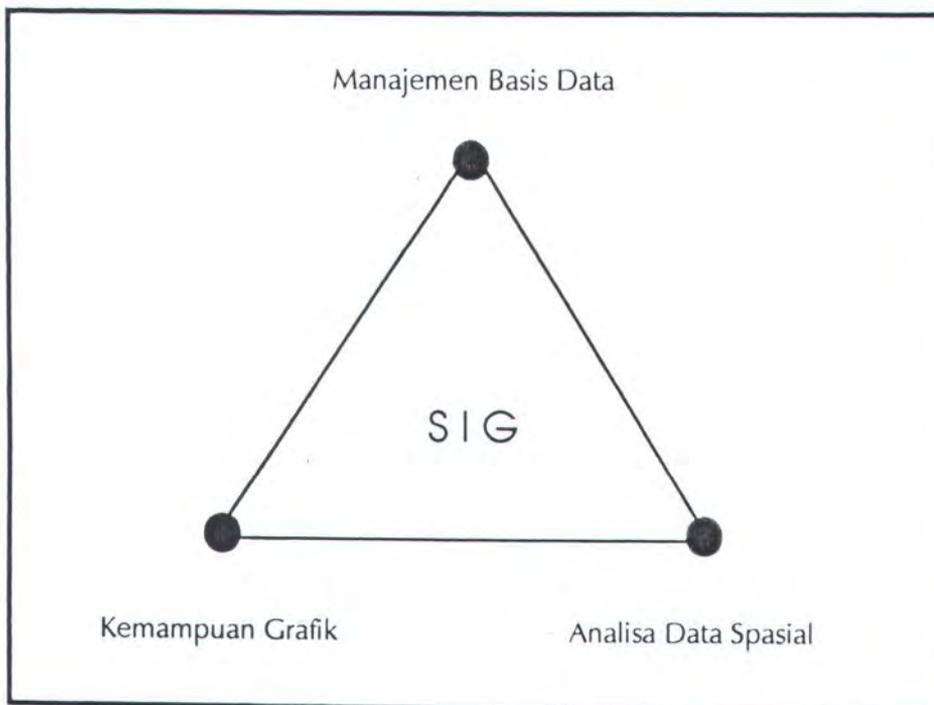
- ◆ Mengumpulkan, menyimpan dan mengambil informasi berdasarkan lokasi spasialnya.
- ◆ Mengidentifikasi lokasi dalam ruang lingkup yang sesuai dengan tujuan khususnya.
- ◆ Mengolah hubungan antar data dalam lingkungannya.

<sup>1</sup> Dacey M., Marble D., Some Comment On Certain Aspect of Geographic Information System. Technical Report No. 2, Evanston, IL : Department of Geography, Northwestern University, 1965.

<sup>2</sup> Parent P.J., Geographic Information System : Evolution, Academic Involvement and Issues Arising from the Proliferation of Information. Master's Thesis, University of California, Santa Barbara, 1988.

<sup>3</sup> Hanigan F., GIS by other name is ... , The GIS Forum 1:6, 1988.

- ◆ Menganalisa data spasial yang berhubungan sebagai alat bantu pengambilan keputusan.
- ◆ Fasilitas pemilihan dan penerusan data bagi model-model analitis aplikasi khusus yang mampu memperkirakan akibat dari alternatif-alternatif dari lingkungan yang dipilih.
- ◆ Menampilkan lingkungan yang dipilih baik secara grafis maupun numerik sebelum dan sesudah analisa.



Gambar 2.1 Tiga Aspek Sistem Informasi Geografis

Beberapa bagian dari teknologi pengolahan informasi geografis antara lain :

### **2.2.1 Pemetaan Otomatis (Automatic Mapping)**

Pemetaan Otomatis merupakan perangkat lunak untuk menggambar dan menghasilkan peta atau dengan perkataan lain perangkat lunak ini diperuntukkan bagi proses kartografi (pembuatan peta). Perangkat lunak ini dirancang sedemikian rupa sehingga memudahkan pemrosesan data grafik dengan visualisasi grafik secara interaktif. Sistem ini umumnya memiliki kemampuan yang terbatas dalam mengolah data non-grafik serta tidak memiliki kemampuan analisa. Perangkat lunak ini sering pula disebut sebagai *Computer-Aided Mapping (CAM)*.

### **2.2.2 Computer-Aided Drafting (CAD) dan Computer-Aided Drafting and Design (CADD)**

Kedua perangkat lunak ini umumnya dipergunakan pada kegiatan penggambaran teknik seperti pada Teknik Sipil dan Mesin. Sistem ini memiliki kemampuan pengolahan data grafik interaktif yang hampir sama dengan perangkat lunak Pemetaan Otomatis ataupun *Computer-Aided Mapping*. Oleh karena kedua perangkat lunak ini dirancang untuk keperluan rekayasa maka terdapat sedikit perbedaan yang terletak pada kemampuan fungsi analisa dan perhitungan rekayasa.

### **2.2.3 Sistem Informasi Geografis (Geographic Information System)**

Sistem Informasi Geografis merupakan suatu sistem informasi yang memproses data baik grafik maupun non-grafik. Perangkat lunak ini menangani data, hampir sama dengan perangkat lunak pemetaan otomatis, namun memiliki beberapa kelebihan seperti pada kecanggihan penyimpanan data non-grafik, adanya perpaduan antara data acuan geografis dengan data grafik sehingga pemrosesan informasi dalam skala besar dan operasi penampilan termasuk didalamnya proses untuk menghasilkan peta dapat ditangani. Pada sistem ini data acuan geografis (dalam beberapa referensi sering disebut dengan istilah atribut) dipadukan ke suatu peta ataupun suatu gambar teknik melalui kode pengenal yang umum.

Sistem ini lebih menekankan pada analisa geografis dibandingkan dengan sekedar visualisasi grafis belaka. Sistem ini dipergunakan dalam melakukan berbagai analisa data spasial atau dengan perkataan lain Sistem Informasi Geografis lebih mengacu pada sistem yang menitikberatkan pada analisa dan pemodelan data spasial.

### **2.2.4 Pemetaan Otomatis/Manajemen Fasilitas (Automatic Mapping/Facilities Management)**

Pemetaan Otomatis/Manajemen Fasilitas memproses data baik grafik maupun non-grafik sebagaimana pada Sistem Informasi Geografis. Perbedaannya terletak pada data yang diolahnya dimana Pemetaan

Otomatis/Manajemen Fasilitas lebih menitikberatkan pada pengolahan data fasilitas/prasarana yang tersebar secara geografis.

Peta geografis pada sistem ini lebih ditujukan pada penentuan letak serta hubungan antar komponen pembentuknya sehingga ketelitian skala tidak begitu penting. Seperti pada prasarana jaringan listrik yang terpenting adalah informasi hubungan antara komponen pembentuk jaringan tersebut beserta letaknya secara relatif pada peta geografis.

Sistem ini merupakan aplikasi khusus dari Sistem Informasi Geografis yang memakai aspek Sistem Informasi Geografis yang berbasis pada titik. Aspek lainnya yaitu Sistem Informasi Geografis yang berbasis pada poligon lebih banyak dipakai pada Sistem Informasi Geografis yang mengikutsertakan faktor luasan sebagai data acuan geografisnya.

### **2.2.5 Sistem Informasi Pertanahan (Land Information System)**

Sistem Informasi Pertanahan merupakan Sistem Informasi yang meliputi kumpulan basis data dalam skala yang besar baik grafik maupun non-grafik yang menggambarkan karakteristik fisik dari suatu area tanah. Bentuk paling umum dari Sistem Informasi Pertanahan adalah untuk menggambarkan informasi kepemilikan, nilai tanah, perkiraan pajak serta perbatasan tanah. Sistem ini juga mengacu pada Sistem Informasi Geografis yang berbasis poligon.

## 2.3 Unsur Utama

Teknologi Sistem Informasi Geografis meliputi aspek yang cukup luas, namun secara umum teknologi Sistem Informasi Geografis memiliki tiga unsur utama yaitu :

### 2.3.1 Fungsi Pengolahan Data Grafik / Kemampuan

#### Kartografi

Kemampuan pengolahan data grafik ini memungkinkan pembuatan gambar teknik dan pemetaan yang akurat, kemampuan ini meliputi proses digitasi (proses konversi dari produk analog ke bentuk digital), visualisasi grafis, manipulasi data grafik yang interaktif (seperti menambah, menghapus, merubah data grafik) dan pembuatan *hard-copy*. Kemampuan untuk melakukan penggambaran teknik lebih banyak dipakai pada aplikasi rekayasa sehingga tidak dibahas secara khusus di sini.

Kemampuan menghasilkan peta pada Sistem Informasi Geografis memungkinkan pemakai untuk melakukan operasi-operasi seperti :

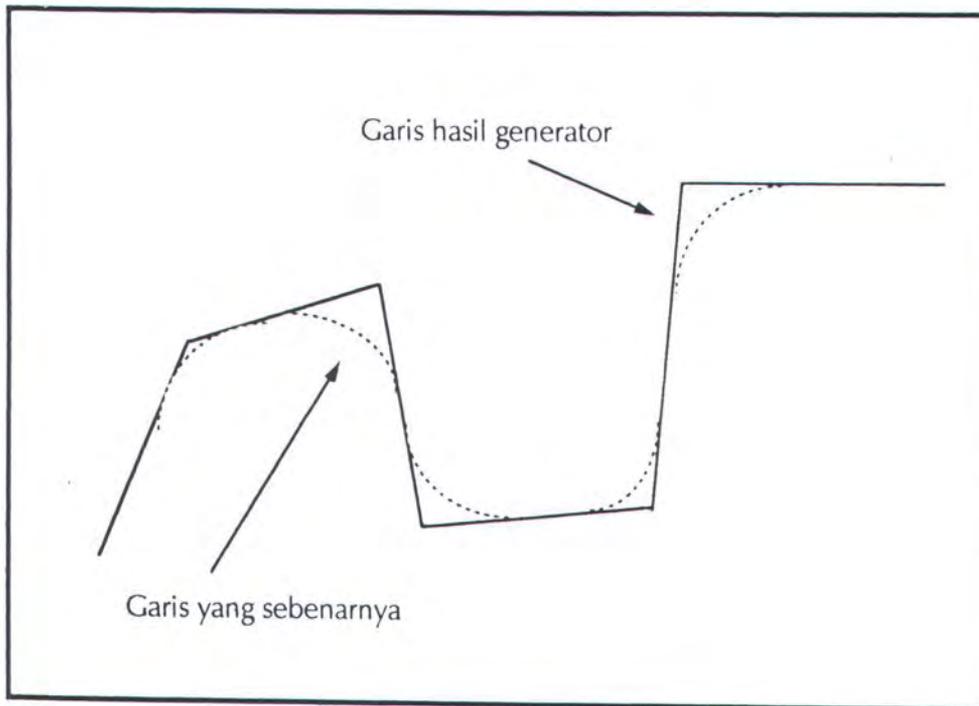
- ◆ Memasukkan komponen-komponen peta dan menyimpannya dalam koordinat (x,y dan z untuk peta tiga dimensi) yang berbasis pada grid acuan geografis, demikian pula komponen teks dan tanda-tanda pengenalan yang sering dipakai pada peta.
- ◆ Merubah komponen-komponen peta yang telah ada, fungsi-fungsi yang sering dipergunakan adalah :

- \* Hapus, kemampuan interaktif memungkinkan pemakai menunjuk komponen yang akan dihapus dengan *mouse* atau alat penunjuk lainnya, kemudian dilakukan proses penghapusan dengan menekan salah satu tombol *mouse* ataupun melalui pemilihan menu. Bila komponen peta yang dihapus tersebut memiliki hubungan dengan data non-grafik maka proses penghapusan ini secara otomatis akan menghapus data ataupun relasi yang terkait dengan komponen peta tersebut.
- \* Modifikasi, meliputi perubahan bentuk dari komponen-komponen peta. Perubahan bentuk ini secara otomatis akan mempengaruhi informasi yang terkait dengan bentuk komponen tersebut bila ada, misalnya perhitungan luasan poligon, koneksi jaringan, dan lain-lain.
- \* Pindah, kemampuan interaktif memungkinkan pemakai menunjuk komponen yang akan dipindahkan dengan *mouse* atau alat penunjuk lainnya, kemudian dilakukan proses pemindahan dengan menekan salah satu tombol *mouse* ataupun melalui pemilihan menu. Perpindahan komponen peta secara otomatis akan mempengaruhi informasi yang terkait dengan bentuk komponen tersebut bila ada, misalnya koneksi jaringan, batas-batas kepemilikan, dan lain-lain.
- \* Generator garis otomatis, proses ini akan mengurangi kerumitan dengan mengeliminasi koordinat (x,y) yang mendefinisikan suatu garis. Koordinat (x,y) dieliminasi berdasarkan jarak sepanjang

garis atau lipatan menyudut pada garis seperti terlihat pada pada Gambar 2.2.

- ◆ Penghalusan/Smoothing, proses ini menambahkan sejumlah titik ke sebuah garis untuk menghaluskan lekukan menyudut yang terlalu tajam serta memberikan penampilan yang lebih baik pada suatu garis.
- ◆ Kemampuan visualisasi dan pembuatan hardcopy.
- ◆ Penggabungan dua peta digital yang berhimpit secara geografis untuk membentuk suatu peta yang lebih besar, proses ini disebut *Edge Matching*. Proses ini dilakukan dengan jalan mengatur titik koordinat dari batas peta - peta penyusun yang lebih kecil (peta penyusun disebut *frame*). Pada banyak kasus proses ini merupakan proses proses pengolahan komponen-komponen peta yang melintasi batas frame untuk mempertahankan konektifitas/hubungan diantaranya. Kemampuan penyesuaian ini memiliki faktor kesalahan yang perlu diminimisasi, khususnya pada aplikasi dimana faktor ketepatan skala sangat menentukan.
- ◆ Penumpukan lapisan-lapisan peta, proses ini menggabungkan lapisan peta tertentu misalnya jaringan listrik tegangan menengah di atas lapisan peta dasar yang telah tersedia. Proses ini lebih mudah dilakukan bila sistem koordinat yang dipakai pada lapisan-lapisan peta tersebut adalah sama. Bila sistem koordinat lapisan-lapisan peta tersebut berbeda maka lapisan peta yang digabungkan harus ditranslasikan sedemikian rupa sehingga sesuai dengan sistem

koordinat peta dasar yang tersedia, tentunya dengan meminimisasi faktor kesalahan.



Gambar 2.2 Generator Garis

- Ekstrak, proses ini memungkinkan pemakai untuk menyalin data grafik dan data non-grafik pada suatu wilayah pada lapisan peta yang telah ada dan memindahkannya ke lapisan peta atau file yang berbeda untuk keperluan pemrosesan yang tidak mengikutsertakan bagian yang lain pada peta dimana wilayah tersebut disalin.

### 2.3.2 Fungsi Pengaturan Data Non-grafik

Fungsi ini memungkinkan penyimpanan dan manipulasi data non-grafik secara efisien. Penyimpanan dan pengambilan data non-

grafik yang terhubung ke data grafik sering kali disebut pemrosesan atribut (*atribute processing*).

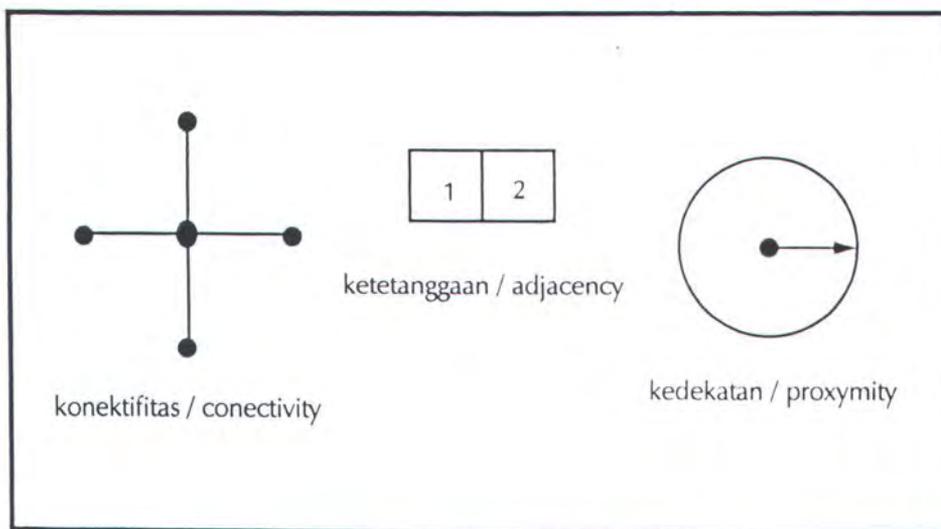
### 2.3.3 Fungsi analisa

Fungsi ini mampu menghasilkan pemrosesan dan penginterpretasian data spasial. Fungsi analisa standar yang dimiliki dalam kaitannya dengan hubungan spasial adalah analisa konektivitas (*connectivity*), ketetanggaan (*adjacency*) dan kedekatan (*proximity*) seperti yang dilukiskan pada Gambar 2.3. Contoh kemampuan analitis lainnya antara lain :

- ◆ Fungsi rekayasa yang diperlukan untuk perencanaan, perancangan, konstruksi dan pengaturan jalan, bangunan, jembatan dan saluran air.
- ◆ Operasi penghitungan seperti pengukuran jarak antar titik atau panjang dari suatu elemen dan penentuan ukuran daerah atau volume.
- ◆ Fungsi yang bergantung pada algoritma yang kompleks untuk keperluan rekayasa, analisa demografi dan pemodelan yang dipergunakan untuk menangani pekerjaan seperti mengevaluasi aliran air, menghitung keseimbangan beban listrik serta memperkirakan nilai kepemilikan, dan lain-lain.
- ◆ Pendefinisian dan pengevaluasian jenis-jenis wilayah seperti rayonisasi sekolah-sekolah, pembagian daerah-daerah pemilihan umum, wilayah penjualan dan wilayah pelayanan. Beberapa sistem

mendukung penciptaan wilayah-wilayah baru dengan hanya mengubah data grafik dari peta wilayah yang berpotensi melalui kemampuan interaktif dengan komputer.

- ◆ Proses Tabulasi dan pembuatan *hardcopy*.
- ◆ Pemrosesan poligon dimana himpunan poligon di mana himpunan poligon yang mewakili suatu tema data (seperti jenis tanah) dapat ditumpuki oleh poligon-poligon dari kumpulan data yang lain (*overlapping*). Tumpukan poligon-poligon tersebut sebenarnya membentuk suatu poligon baru dan secara otomatis menghasilkan data yang baru yang merupakan gabungan dari atribut-atribut poligon pembentuknya.



Gambar 2.3 Hubungan spasial



## 2.4 Aplikasi

Masyarakat umum telah menemukan cara untuk memanfaatkan teknologi pengaturan informasi geografis, beberapa aplikasi bahkan telah secara luas dipakai di seluruh dunia. Berdasarkan data spasial yang terkandung didalamnya aplikasi Sistem Informasi Geografis dibedakan atas :

### a. *Aplikasi di Bidang Bisnis*

Teknologi Sistem Informasi Geografis mampu membantu pembuatan keputusan dagang yang lebih baik melalui pelukisan dan pengolahan data geo-demografis yang cepat dan interaktif. Beberapa permasalahan utama bagi pelaku bisnis dalam melakukan tugasnya adalah penentuan letak kantor, analisa daerah pemasaran, penentuan lokasi pabrik yang strategis, analisa hasil produksi sendiri dengan hasil produksi pesaing.

Visualisasi data grafik berupa peta merupakan hal yang sangat membantu dalam mengatasi permasalahan tersebut. Visualisasi data grafik berupa peta lebih memudahkan dalam penganalisaan guna pengambilan keputusan dibandingkan dengan data berupa tabel-tabel maupun diagram-diagram.

Pemetaan yang umum dipergunakan dalam aplikasi bisnis adalah pemetaan pasar (*Market Mapping*) yang dilengkapi dengan kemampuan analisa-analisa seperti :

- ◆ Manajemen wilayah penjualan.

- ◆ Target pemasaran.
- ◆ Penentuan wilayah untuk kantor, pabrik dan gudang.
- ◆ Analisa wilayah perdagangan.
- ◆ Perencanaan distribusi.
- ◆ Analisa pesaing.
- ◆ Analisa kecenderungan (*trend analysis*) pembelian konsumen.
- ◆ Pemodelan pasar, penjualan dan alternatif-alternatif distribusi.
- ◆ Analisa pengaruh periklanan (*advertising impact*).

Pemetaan pasar banyak diaplikasikan pada bidang-bidang usaha seperti rumah makan, usaha eceran (*retail stores*), manufaktur, perbankan dan institusi keuangan lainnya, perusahaan asuransi, distributor, dan lain-lain.

#### *b. Aplikasi di Bidang Politik dan Pemerintahan*

Di bidang politik dan pemerintahan Sistem Informasi Geografis dipergunakan dalam pengolahan data pada wilayah-wilayah administrasi dan wilayah-wilayah pemilihan umum. Teknologi Sistem Informasi Geografis mampu melukiskan dan menganalisa data geodemografis yang dipergunakan dalam proses ini menjanjikan kemungkinan analisa data yang lebih konsisten dan mampu membuat keputusan politik yang lebih baik.

Peta yang umum dipakai pada aplikasi di bidang ini adalah Peta Politik dan Peta Pemerintahan, dimana di dalamnya terdapat data-data seperti distribusi kekuatan politik, komposisi suara dalam pemilihan

umum, dan lain-lain. Sistem Informasi Geografis di sini dapat pula diaplikasikan untuk memperkirakan nilai pajak beserta pengaturan dan pengolahan data pajak seperti Pajak Bumi dan Bangunan di Indonesia.

### *c. Aplikasi di Bidang Prasarana*

Teknologi Sistem Informasi Geografis yang dipakai untuk aplikasi di bidang prasarana ini umumnya berupa Pemetaan Otomatis/Manajemen Fasilitas. Pada aplikasi ini peta geografis ditumpuki dengan peta fasilitas yang memang terdistribusi secara geografis seperti saluran air, jaringan gas, jaringan listrik, jaringan komunikasi, jaringan sanitasi dan pengolahan limbah, jaringan transportasi (darat, kereta api, laut dan udara) dan logistik, dan lain-lain.

Peta yang dipakai pada aplikasi ini merupakan Peta Fasilitas sesuai dengan jenis fasilitas yang dikelola. Secara umum Peta Fasilitas dilengkapi dengan data-data yang berkaitan dengan fasilitas yang dikelolanya.

Pemetaan Otomatis/Manajemen Fasilitas yang merupakan aplikasi khusus dari Sistem Informasi Geografis yang dipakai pada aplikasi di bidang ini umumnya memiliki fungsi-fungsi analisa yang diperlukan bagi perencanaan pengembangan jaringan, fungsi-fungsi kontrol dan pemantauan serta fungsi-fungsi operasional guna menunjang ketepatan dan kecepatan pelayanan karena pada umumnya fasilitas yang dikelola merupakan fasilitas umum yang menguasai hajat hidup banyak orang.

Aplikasi ini juga dapat dilengkapi dengan simulasi jaringan seperti simulasi kepadatan jaringan, simulasi kehandalan jaringan, dan lain-lain.

#### *d. Aplikasi di Bidang Sigi dan Pemetaan*

Aplikasi di bidang ini umumnya membantu pembuatan peta dengan tujuan-tujuan khusus maupun umum, serta menggabungkan hasil sigi dengan data peta.

Howard T. Fisher (1963) mengembangkan ide Edgar M. Horwood<sup>4</sup> untuk memakai komputer guna pembuatan peta yang sederhana melalui perangkat lunak yang dibuatnya yaitu SYMAP (*Synagraphic MAPPING system*). Nama tersebut berasal dari bahasa Yunani *synagein* yang berarti memadukan. SYMAP ini memadukan modul-modul untuk analisa dan manipulasi data untuk interpolasi isoline (garis yang menghubungkan 2 titik dengan "harga" yang sama) pada data peta.

SYMAP merupakan perangkat lunak untuk pemetaan yang pertama kali disebarkan secara internasional sekaligus merupakan pemacu perkembangan perangkat lunak sejenis lainnya.

Penggunaan teknologi komputer pada pemetaan dilakukan dengan alasan :

- ◆ Membuat peta yang ada secara lebih cepat dan murah.
- ◆ Membuat peta guna keperluan khusus.

---

<sup>4</sup> Sheehan, D.E. , A Discussion of the SYMAP Program, Harvard Library of Computer Graphics, mapping collection Vol. 2 : Mapping, Software and Mapping Databases, 1979. p. 167-179.

- ◆ Memungkinkan percobaan dengan representasi grafik yang berbeda dari data yang sama.
- ◆ Fasilitas pembuatan dan perubahan yang lebih mudah bila peta sudah berbentuk digital.
- ◆ Fasilitas analisa data sesuai dengan kebutuhan akan interaksi analisa statistik dengan pemetaan.
- ◆ Membuat peta yang sulit dibuat secara manual seperti peta tiga dimensi atau peta stereoskopik.

#### *e. Aplikasi di Bidang Sumber Daya Alam*

Ide dasar yang mengilhami penemuan konsep Sistem Informasi Geografis adalah aplikasi di Bidang ini kemudian berkembang ke bidang-bidang yang lain. Sumber daya alam di sini dapat merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui maupun yang tidak dapat diperbaharui.

Bahan tambang merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui namun memiliki arti yang penting bagi kemajuan teknologi dan industri di dunia ini. Mengingat pentingnya arti tambang bagi kelangsungan hidup manusia maka penggunaannya harus diatur secermat mungkin guna menghemat cadangan bahan tambang untuk keperluan generasi-generasi yang akan datang. Perlunya pengaturan ini mendorong pemikiran akan pengolahan dan eksplorasi bahan tambang yang lebih efisien. Sistem Informasi Geografis merupakan salah satu

penunjang keberhasilan pengaturan sumber daya alam ini melalui kelebihan-kelebihan yang ditawarkannya.

Peta yang umum dipakai adalah peta distribusi bahan tambang lengkap dengan data-data mengenai bahan-bahan tambang tersebut seperti nilai cadangan, mutu, dan lain-lain.

Aplikasi di bidang ini juga dilengkapi dengan analisa-analisa untuk memodelkan distribusi tadi sehingga dapat dicari kemungkinan penemuan lokasi bahan tambang yang lainnya. Para ahli geologi dan geofisika telah menemukan bahwa teknologi Sistem Informasi Geografis mampu membantu meningkatkan pemodelan eksplorasi dan distribusi bahan tambang.

Manajemen sumber daya yang dapat diperbaharui seperti air, udara, tanah, hutan, flora dan fauna juga memerlukan pengaturan yang baik guna menjaga keseimbangan alam. Permintaan yang semakin meningkat akan pengaturan air, udara, tanah, hutan dan satwa liar yang lebih berwawasan lingkungan mengakibatkan perlunya pemakaian teknologi sistem informasi geografis guna membantu mengatasi permasalahan yang terkandung di dalamnya, seperti masalah kontaminasi, polusi, irigasi, konservasi tanah, peta bencana alam, dan lain-lain.

## **2.5 Sistem Informasi Gambar dan Basis Data Gambar**

Gambar merupakan cara yang natural untuk komunikasi antara manusia dengan mesin. Sistem Informasi Gambar (*Pictorial Information*

*System*) didefinisikan sebagai sistem informasi yang mengatur peralatan masukan gambar, pemroses gambar, peralatan keluaran gambar, sistem penyimpanan gambar dan antar muka komunikasi gambar guna menyediakan kumpulan data gambar yang mudah dipergunakan oleh pemakai.<sup>5</sup>

Selama ini hanya sedikit perhatian yang ditujukan pada pengaturan data non-alfanumerik seperti gambar digital yang membutuhkan media penyimpanan dalam skala besar. Dengan berkembangnya aplikasi yang menangani informasi berupa gambar seperti Sistem Informasi Geografis, Computer Aided Design, robotika, kartografi, pemrosesan data medis, dan lain-lain mengakibatkan permasalahan pengolahan dan penyimpanan data gambar yang efisien menjadi penting dan memerlukan perhatian khusus.

Basis Data Gambar (*Pictorial Database*) didefinisikan sebagai kumpulan data gambar yang dapat diolah dalam berbagai jenis bentuk.<sup>6</sup> Basis Data Gambar merupakan inti dari Sistem Informasi Gambar.

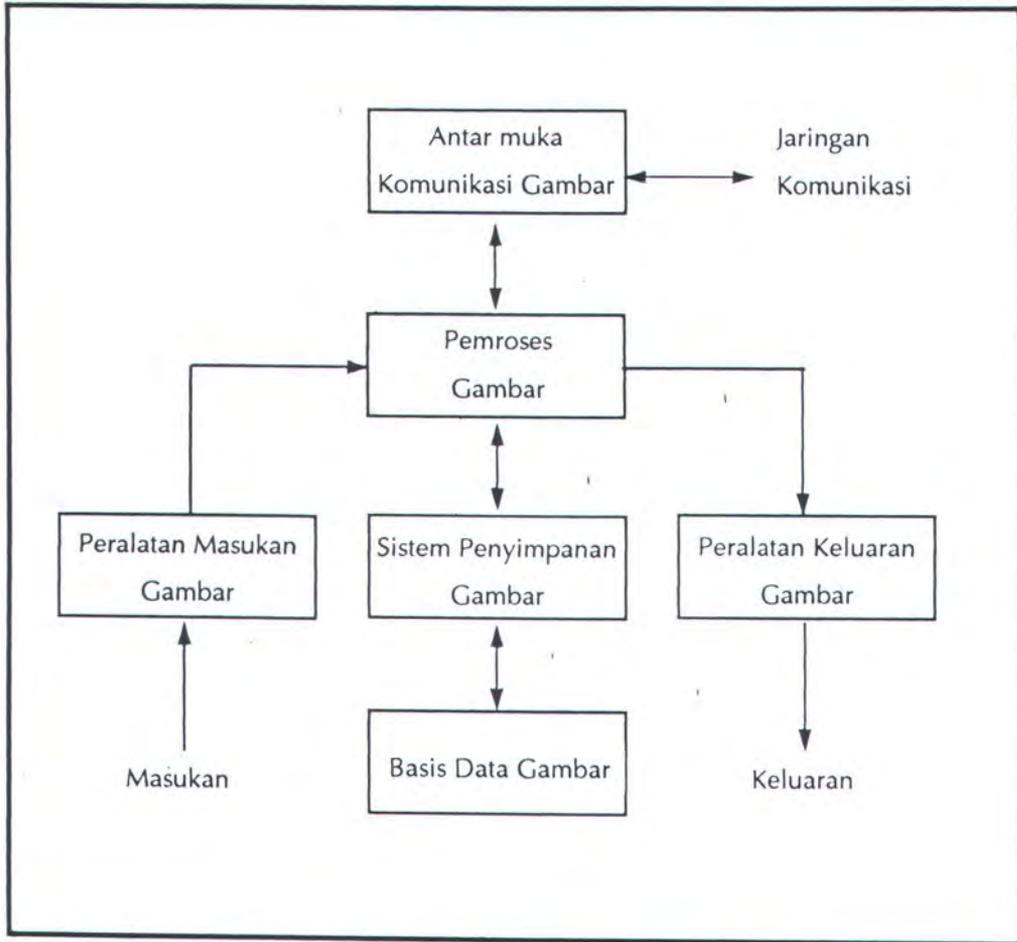
## 2.6 Definisi Peta

Peta merupakan kumpulan titik, garis dan wilayah yang berbentuk poligon yang didefinisikan baik dari lokasinya dengan memakai acuan sistem koordinat maupun atribut non-spasialnya. Peta umumnya direpresentasikan dalam ruang dua dimensi, walaupun tidak tertutup kemungkinan bagi dimensi yang lebih tinggi.

---

<sup>5</sup> ibid. hal 7

<sup>6</sup> Chang S.K., *Principles of Pictorial Systems Design*, Prentice Hall, Inc, 1989, hal 1



Gambar 2.4 Sistem Informasi Gambar

Atribut non-spasial diidentifikasi melalui warna-warna dan simbol-simbol yang disimpan dalam suatu tabel yang disebut Legenda Peta (*Map Legends*). Untuk Sistem Informasi Geografis atribut non-spasial perlu dikodekan dalam bentuk yang memungkinkan untuk dipakai pada proses analisa.

Informasi yang terkandung dalam peta apapun ukuran dan tujuannya memiliki ciri yang umum, yaitu :

*a. Skala*

Skala merupakan perbandingan jarak pada peta dengan jarak yang sesungguhnya pada permukaan bumi. Bila skala dinyatakan dalam 1:500.000 ini berarti 1 cm di peta sama dengan 500.000 cm (5 km) pada permukaan bumi. Pemakaian skala memiliki kelebihan dimana peta tersebut akan selalu tepat walaupun peta tersebut diperbesar ataupun diperkecil secara fotografi.

Skala peta dapat tepat, proporsional, dibesar-besarkan ataupun dikecil-kecilkan. Hal ini penting untuk diketahui karena representasi informasi sangat berbeda pada jenis skala yang satu dengan yang lain. Sebagai contoh :

- ◆ Peta yang digunakan untuk menunjukkan lokasi pada iklan suatu *real estate* sering memakai skala yang menyimpang agar lokasi *real estate* yang ditawarkan kelihatan dekat dengan pusat kota/keramaian/bisnis.
- ◆ Peta jaringan listrik sering memakai skala yang proporsional karena lebih mementingkan hubungan antar komponen-komponen jaringan penyusunnya.
- ◆ Peta kepemilikan tanah umumnya memakai skala yang tepat karena faktor luasan merupakan suatu hal yang penting.

### *b. Grid dan Sistem Koordinat*

Sistem garis sering dipakai untuk mempermudah pencarian lokasi tertentu pada sebuah peta. Daerah perpotongan antara garis-garis yang berbentuk persegi empat itulah yang disebut dengan grid.

Titik perpotongan antara garis vertikal dan garis horisontal yang sejajar dengan garis-garis penyusun grid berpotongan pada sebuah titik yang disebut koordinat. Sistem koordinat yang dipakai pada peta adalah sistem koordinat kartesius yang merepresentasikan koordinat suatu titik sebagai pasangan  $x$  dan  $y$ .

### *c. Batas*

Peta umumnya menggambarkan batas (baik batas negara, wilayah kota, daerah pemasaran dan lain-lain) sebagai untaian segmen garis atau sering disebut sebagai string.

### *d. Arah*

Arah pada peta merupakan unsur yang penting. Arah Utara umumnya diletakkan pada arah ke atas pada peta.

### *e. Jarak*

Peta pasti memiliki unsur jarak. Sebagai konsekuensi logis dan jenis skala maka jarak juga memiliki jenis yang sama dengan skala, yaitu : tepat, proporsional, dibesar-besarkan dan dikecil-kecilkan.

#### *f. Simbol*

Simbol dipakai untuk merepresentasikan sesuatu hal (obyek atau konsep) yang tidak dapat direpresentasikan dalam skala pada peta seperti terowongan, jalan kereta api, batas wilayah, dan lain-lain.

Simbol selain diwujudkan berupa suatu bentuk grafik pada peta, juga dapat diwujudkan dalam warna dan pola arsiran.

#### *g. Isogram / Isoline*

Isogram (*isoline*) adalah garis-garis yang menghubungkan titik-titik pada peta yang bernilai sama.

#### *h. Legenda peta (Map Legends)*

Legenda Peta berisi daftar arti dari simbol-simbol penyusun peta, beserta semua aturan yang dipakai pada peta tertentu.

#### *i. Relief dan Contour*

Relief merupakan karakteristik bentuk permukaan tanah seperti tinggi dan kemiringan. Peta tertentu memperlihatkan relief tanah dalam warna atau garis-garis. Garis *Contour* digunakan untuk menunjukkan ketinggian pada peta, khususnya pada peta topografi. Garis *Contour* menghubungkan semua titik dengan ketinggian yang sama diukur dari permukaan laut.

## 2.7 Elemen Data Gambar Penyusun Bentuk Dasar Peta

Elemen data gambar ( grafik ) yang dipergunakan dalam menyusun bentuk-bentuk dasar peta adalah :

### a. Titik (*Point*)

Sebuah titik didefinisikan sebagai obyek berdimensi nol yang menentukan lokasi geometris melalui himpunan koordinat<sup>7</sup>.

### b. Garis (*Line*)

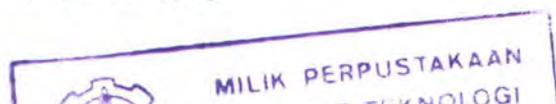
Sebuah garis merupakan obyek berdimensi satu. Sebuah segmen garis merupakan garis yang langsung menghubungkan antara dua titik. Ada beberapa bentuk khusus dari garis yaitu :

- ◆ *String*, merupakan untaian segmen garis yang saling berhubungan.
- ◆ *Arc*, sebuah garis yang membentuk suatu kurva dengan titik pusat yang didefinisikan oleh fungsi matematika tertentu.

### c. Wilayah (*Area*)

Wilayah merupakan obyek berdimensi dua yang kontinu dan membentuk suatu batas. Sebuah wilayah yang individu direpresentasikan sebagai poligon.

<sup>7</sup> The American Cartographer (1988), The proposal standards for digital cartographic data, Falls Church : American Congress on Surveying and Mapping.



d. *Pixel*

Pixel merupakan elemen gambar berdimensi dua yang merupakan elemen terkecil dari suatu gambar yang tidak dapat dibagi lagi.

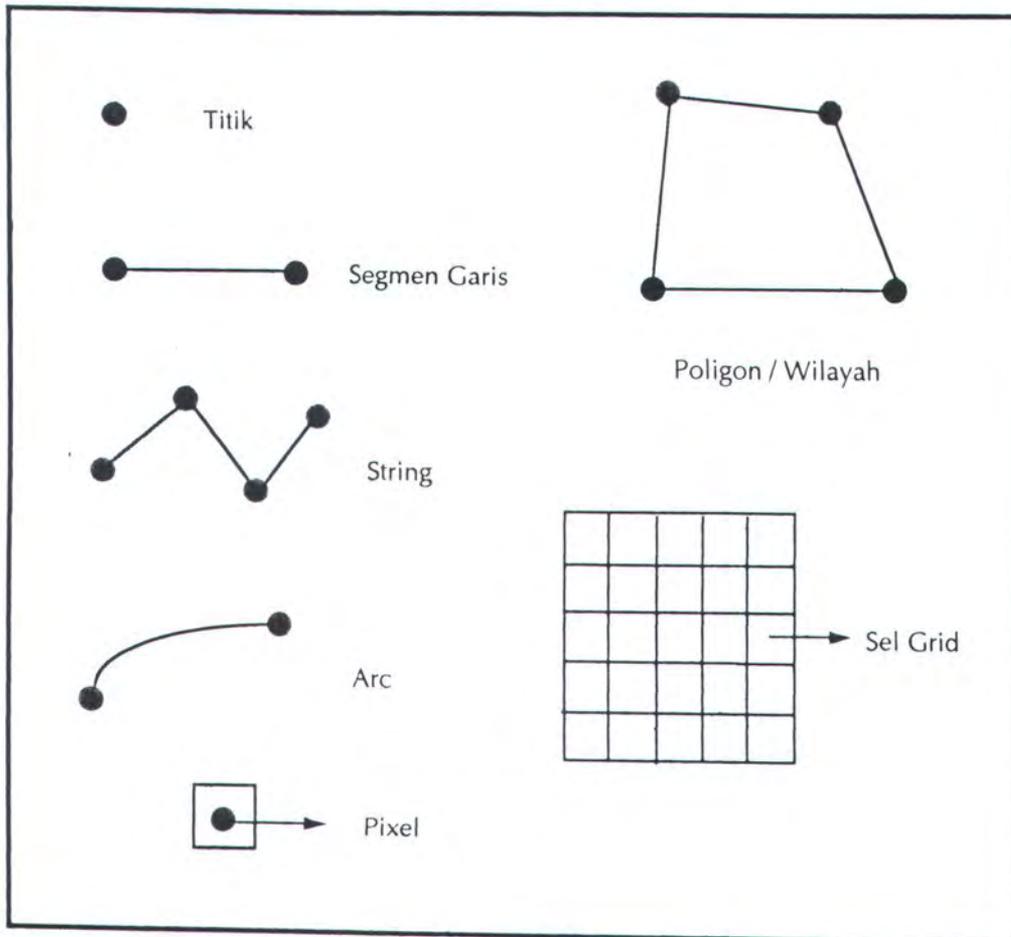
e. Sel Grid ( *Grid Cell* )

Sel Grid merupakan obyek berdimensi dua yang merepresentasikan sebuah elemen tunggal dari suatu permukaan yang kontinu.

f. Simbol

Simbol merupakan elemen grafik yang merepresentasikan sebuah titik pada suatu peta.

Sebuah peta selain tersusun atas enam elemen data gambar di atas umumnya juga memiliki keterangan yang berupa teks atau label yang dilukiskan secara grafik pada peta untuk menyatakan hal-hal seperti nama jalan, nama tempat, dan lain-lain.



Gambar 2.5 Enam elemen data gambar penyusun peta

## 2.8 Bentuk Dasar

Peta memiliki beberapa bentuk-bentuk dasar yang tersusun atas enam elemen data gambar dan diklasifikasikan berdasarkan obyek yang direpresentasikannya. Bentuk-bentuk dasar tersebut adalah :

### 2.8.1 Bentuk Planimetris

Bentuk planimetris merupakan bentuk fisik yang alami ataupun hasil budaya, misalnya : jalan, bangunan, sungai, dan lain-lain. Bentuk planimetris dipetakan dalam bentuk horisontal atau dengan sudut pandang orthogonal dengan permukaan tanah. Bentuk ini umumnya dipetakan secara akurat dan teliti melalui suatu teknik pemetaan yang canggih. Adapun bentuk-bentuk planimetris yang banyak dipergunakan pada data gambar peta adalah : landasan pacu pesawat, jembatan, bangunan, kompleks pekuburan, bendungan, danau, jalan kereta api, jalan raya, jalan kecil, jalan setapak, menara, sawah, dan lain-lain.

### 2.8.2 Bentuk Topografi

Bentuk topografi menyatakan informasi ketinggian, sering disebut sebagai dimensi ketiga dari peta. Data topografi dapat disimpan dalam salah satu dari dua mode standar, yaitu :

- a) Garis *contour* yang menghubungkan titik-titik dengan ketinggian yang sama didigitasi oleh operator pada interval tertentu dari stereofotografi dengan memakai stereo-plotter. Dengan pendekatan semacam ini, koordinat x, y dari suatu titik direkam pada setiap harga ketinggian tertentu sesuai dengan garis *contour* sepanjang permukaan tanah, sehingga melibatkan penyimpanan volume data yang sangat besar, khususnya pada wilayah dengan batas-batas yang tidak teratur.

- b) Hanya titik-titik individual pada peta yang dianggap penting sajalah yang disimpan.

### **2.8.3 Bentuk Batas Kepemilikan Tanah**

Bentuk batas kepemilikan tanah tidak seperti bentuk-bentuk alamiah karena bentuk ini berbasis pada deskripsi hukum bukan semata-mata berdasarkan lokasi fisik. Pemetaan bentuk ini cukup sulit karena sering mengakibatkan konflik antara aspek hukum dan aspek fisik dari lokasi yang harus dipetakan.

### **2.8.4 Bentuk Alamiah**

Bentuk Alamiah merupakan bentuk dari suatu kondisi pada permukaan bumi seperti tumbuh-tumbuhan, curah hujan, aliran angin, serta kondisi alamiah lainnya. Bentuk alamiah ini meliputi kondisi-kondisi fisik dan biologis dimana pada umumnya bentuk ini tidak dipetakan secara akurat dalam hal posisinya. Bentuk-bentuk ini disimpan sebagai titik, garis, dan poligon pada peta.

### **2.8.5 Bentuk Fasilitas**

Salah satu teknologi Sistem Informasi Geografis yang sering dipergunakan untuk mendukung manajemen fasilitas (prasarana) seperti jalan, jembatan, saluran limbah, jaringan air minum, jaringan listrik, jaringan telepon, gas, saluran televisi, dan lain-lain sering disebut dengan istilah Pemetaan Otomatis/Manajemen Fasilitas (PO/MF). Setiap

fasilitas memiliki komponen yang spesifik seperti Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR), Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM), tiang beton, gardu induk, penyulang pada jaringan listrik.

Bersamaan dengan representasi grafik dari komponen-komponen tersebut PO/MF harus menyimpan dan mengatur data non-grafik serta relasi antar komponennya. Sebagian besar fasilitas terhubung membentuk suatu jaringan terbuka (seperti pada saluran air kotor) atau jaringan tertutup (seperti saluran air minum). Jaringan terbuka umumnya berbentuk struktur pohon atau struktur pohon terbalik (*inverse tree*). Konektifitas (*connectivity*) dan karakteristik jaringan merupakan unsur yang penting dalam proses analisa. Konektifitas merupakan hubungan antar elemen dalam sistem yang terjalin dari satu segmen ke segmen yang lain (lihat Gambar 2.3)

Data non-grafik berisi jenis, kapasitas, material, instalasi, perawatan, status operasional, dan lain-lain. Atribut ini direlasikan pada elemen grafik melalui pengenal yang unik. Kombinasi dari elemen grafik, hubungan antar elemen dan atribut merupakan komponen utama dalam proses analisa.

Bentuk peta yang lain khususnya bentuk planimetris dapat digabungkan dengan bentuk fasilitas, dimana bentuk planimetris tersebut berfungsi sebagai acuan untuk membantu menentukan posisi komponen yang sebenarnya lebih akurat. Tingkat keakuratan dari bentuk planimetris di sini berbeda dengan aplikasi lainnya yang juga menggunakan bentuk yang sama. Pemetaan Otomatis/Manajemen

Fasilitas memakai bentuk planimetris sebagai latar belakang (peta dasar) belaka dan tidak berperan terlalu banyak pada proses analisa, sehingga ketepatan skala bentuk planimetris tidak terlalu diperhitungkan.

Penggunaan simbol-simbol juga merupakan aspek yang penting dalam peta fasilitas. Setiap fasilitas pasti memiliki beberapa jenis komponen, di mana masing-masing komponen tersebut membutuhkan suatu simbol yang merepresentasikannya pada peta.

Atribut dan data non-grafik yang terkait pada manajemen fasilitas terdiri atas tiga bentuk dasar yaitu :

- ◆ Atribut yang menyatakan fasilitas itu sendiri, yaitu berupa karakteristik dari komponen-komponen yang menyusunnya seperti jenis ukuran, material, dan lain-lain.
- ◆ Data untuk keperluan pengaturan dan pemeliharaan seperti tanggal instalasi, tanggal perawatan, dan lain-lain.
- ◆ Data pelanggan yang menyatakan tanda pengenal, nama, alamat, dan lain-lain. Data ini umumnya dipakai guna peningkatan pelayanan dan untuk tujuan komersial.

Data non-grafik tersebut merupakan bagian yang vital dalam manajemen fasilitas. Data-data tersebut harus direlasikan ke bentuk-bentuk grafik yang menggambarkannya pada peta. Tanda pengenal yang merelasikan antara atribut dengan elemen grafik harus didefinisikan dan dimasukkan setiap kali kita melakukan perubahan pada peta yang dapat mempengaruhi relasi tersebut.

Setiap jenis fasilitas memiliki permasalahan dan kebutuhan sistem yang berbeda, sebagai contoh :

Sistem jaringan listrik memiliki dua komponen utama yaitu sistem transmisi dan sistem distribusi. Sistem transmisi merupakan fasilitas dengan tegangan tinggi yang menyalurkan daya listrik dari pembangkit tenaga listrik ke pusat distribusi. Jaringan Transmisi merupakan komponen yang cukup penting ditinjau dari pengaruhnya terhadap lingkungan di sekitarnya sehingga perlu diatur peletakkannya. Sistem distribusi berupa jaringan yang menyebarkan daya listrik dari pusat distribusi ke konsumen.

Untuk kondisi di Indonesia, sistem transmisi sering disebut dengan Jaringan Tegangan Tinggi (JTT) yang umumnya melibatkan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT). Sedangkan sistem distribusi memiliki dua buah jaringan lagi yaitu :

- ◆ Jaringan Tegangan Menengah (JTM) yang terdiri atas Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM).
- ◆ Jaringan Tegangan Rendah yang merupakan Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR).

Analisa yang diperlukan sangat bervariasi tergantung pada level tegangan yang disalurkan. Pada jaringan Tegangan Tinggi (JTT) misalnya : diperlukan analisa untuk perencanaan jaringan yang berwawasan lingkungan, mampu memperkecil faktor kehilangan daya

dan meminimisasi biaya instalasi. Analisa pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) antara lain berupa manuver jaringan, analisa perencanaan jaringan sedemikian sehingga diperoleh tingkat kehandalan jaringan yang tinggi, dan lain-lain. Pada Jaringan Tegangan Rendah (JTR) umumnya lebih bersifat operasional seperti analisa lokasi titik penyebab gangguan, analisa kehilangan daya pada suatu tempat, analisa perbandingan daya tersalur dengan piutang konsumen, dan lain-lain.

Bentuk-bentuk yang umum digunakan pada jaringan listrik antara lain : kabel, tiang, gardu hubung, penyulang, *spindle*, *cluster*, trafo, dan sambungan rumah. Atribut yang banyak dipakai adalah : jenis, kapasitas, material, pabrik pembuat, tanggal instalasi, standar konstruksi, nomor seri (untuk trafo), status perawatan dan lain-lain.

## **2.9 Metoda Penyimpanan Data Gambar**

Salah satu bagian dari Sistem Informasi Gambar adalah sistem penyimpanan gambar. Secara garis besar sistem penyimpanan gambar yang dipakai pada data gambar peta memakai dua metoda yaitu : metoda *raster* dan metoda vektor.

### **2.9.1 Metoda Raster**

Data gambar dapat disimpan sebagai raster dari sel grid yang sama per pixel ataupun berupa vektor seperti yang terlihat pada Gambar 2.6. Data raster direpresentasikan dengan sel grid yang sama

dengan resolusi tertentu. Data tersebut disimpan secara spasial dalam harga-harga yang tersusun sebagai matriks dari sel-sel grid. Dengan pendekatan semacam ini struktur grid yang seragam didefinisikan dengan harga untuk suatu atribut diberikan pada setiap sel. Resolusi dari pendekatan ini tergantung pada ukuran dari sel grid, jadi pemilihan ukuran grid yang optimal merupakan hal yang amat penting. Semakin besar ukuran sel grid semakin kurang teliti informasi yang diwakilinya, semakin kecil sel grid semakin besar ukuran file basis datanya.

### **2.9.2 Penanganan Penumpukan Lapisan Peta (Map Overlay)**

Karena setiap sel pada matriks hanya dapat menyimpan satu nilai, maka beberapa atribut geografis yang berbeda harus direpresentasikan oleh kumpulan matriks yang terpisah yang disebut *Overlay*. Pada bentuk yang paling sederhana konsep overlay direalisasikan dengan tumpukan matriks.

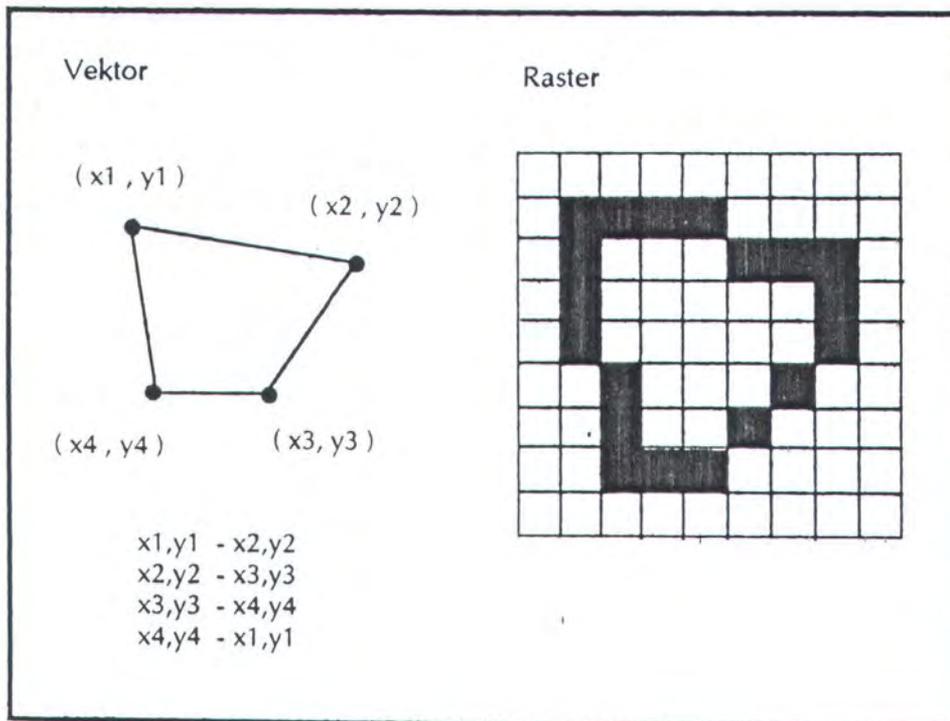
Jika setiap sel pada setiap overlay diasumsikan sebagai unit yang saling tidak tergantung dalam basis data (relasi perkawanan satu-satu antara nilai, pixel dan lokasi), maka metoda organisasi yang bisa dipakai adalah :

#### *a. Setiap sel direpresentasikan secara langsung*

Setiap titik pada peta direpresentasikan sebagai array vertikal dimana pada setiap posisi array memiliki harga atribut yang berpadanan dengan overlay tersebut seperti terlihat pada Gambar 2.7a

b. *Setiap overlay direpresentasikan secara langsung*

Setiap overlay direpresentasikan sebagai matriks dua dimensi dan titik-titik yang memiliki harga dari sebuah atribut seperti terlihat pada Gambar 2.7b.



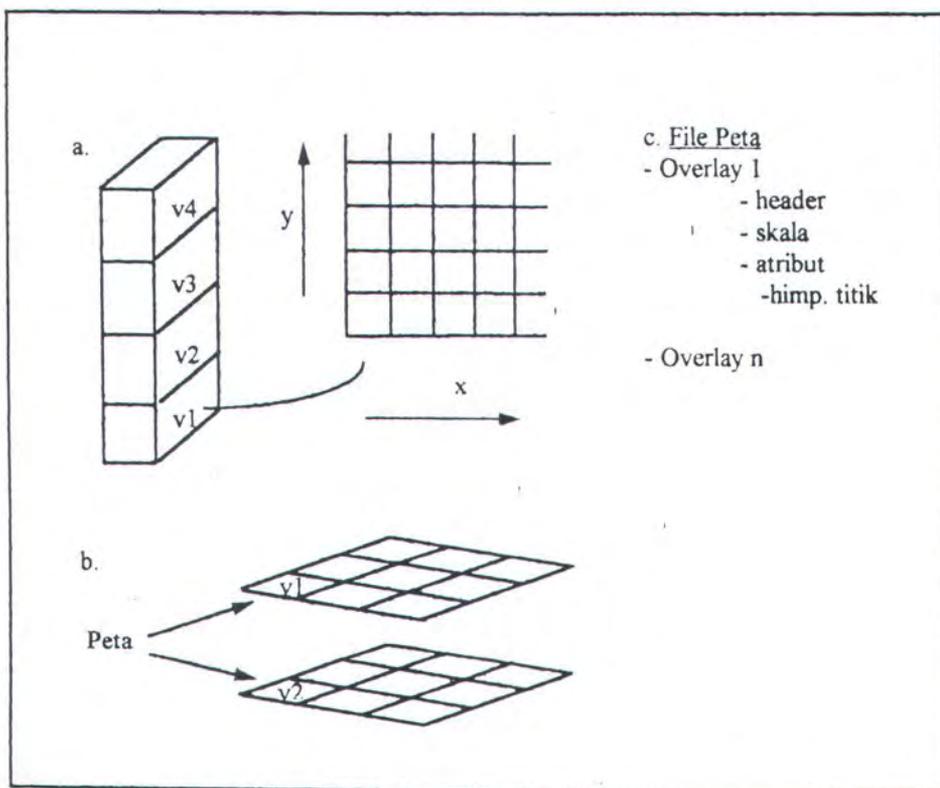
Gambar 2.6 Dua bentuk fundamental dalam metoda penyimpanan data.

c. *Struktur hirarkis*

Struktur hirarkis memiliki relasi dari banyak ke satu (*many to one relation*) antara harga atribut dan himpunan titik seperti terlihat pada Gambar 2.7c.

### 2.9.3 Metoda Vektor

Data vektor direpresentasikan oleh koordinat-koordinat titik penyusunnya dan dengan menghubungkan titik-titik penyusunnya dengan sebuah segmen garis (untuk elemen data gambar seperti garis dan wilayah).



Gambar 2.7 Tiga jenis struktur data raster.

### 2.9.4 Analisa Lapisan Poligon Pada Metoda Vektor

Pada representasi data gambar sebagai data vektor, poligon mewakili suatu bentuk geografis yang mengelilingi suatu wilayah,

ditampilkan sebagai kurva tertutup pada peta. Struktur poligon memungkinkan analisa geografis dari keseluruhan wilayah yang dibentuknya.

Sistem yang memungkinkan penyimpanan poligon dan memadukannya dengan data non-grafik sering memiliki kemampuan analisa tumpukan (*overlay*) sebagai berikut :

a. *Penumpukan poligon di atas poligon*

Proses ini melibatkan penumpukan dua atau lebih poligon untuk menghasilkan suatu bentuk poligon baru yang terbentuk dari irisan poligon-poligon pembentuknya. Selain proses irisan juga dimungkinkan adanya proses penggabungan dan pengurangan poligon pada peta pembentuknya.

b. *Penumpukan titik dalam poligon*

Pada proses ini sebuah bagian lapisan peta yang berbentuk poligon ditumpuki dengan bagian lapisan peta yang berbentuk titik, analisa ini umumnya dipakai pada penentuan jumlah bagian yang berbentuk titik tadi pada suatu wilayah yang dibentuk oleh poligon tertentu.

c. *Penumpukan garis dalam poligon*

Proses ini mirip dengan proses analisa tumpukan titik dalam poligon kecuali bahwa bagian lapisan peta yang berbentuk poligon ditumpuki oleh bagian lapisan peta yang berbentuk garis. Proses ini umumnya dipakai untuk mencari informasi panjang suatu bagian

peta yang berbentuk garis pada wilayah yang dibentuk oleh poligon tertentu.

### **2.9.5 Perbandingan Metoda Raster dan Metoda Vektor**

Berdasarkan uraian sebelumnya nampak bahwa metoda raster memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metoda vektor dalam hal :

- ◆ Struktur data sederhana.
- ◆ Penanganan overlay dan kombinasi data peta sangat mudah sedangkan pada metoda vektor terdapat kesulitan dalam mengkombinasikan beberapa peta vektor poligon ataupun antar vektor poligon dengan peta raster melalui sistem overlay.
- ◆ Sejumlah analisa spasial dapat dilakukan dengan mudah.
- ◆ Mempermudah simulasi karena setiap unit spasial memiliki ukuran dan bentuk yang sama.

Sedang metoda vektor sendiri memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metoda raster dalam hal :

- ◆ Ukuran data relatif kecil
- ◆ Topologi dapat direpresentasikan melalui pemadanan lapisan.
- ◆ Visualisasi grafik yang lebih indah dan akurat dibandingkan dengan metoda raster karena penggunaan sel yang luas untuk mengurangi besarnya penyimpanan data dan pada metoda raster mengakibatkan

sebagian struktur yang dapat dikenali dapat hilang dan kehilangan informasi tersebut mungkin merupakan suatu hal yang berarti.

- ◆ Memungkinkan pengambilan, perubahan dan pembuatan data grafik dan atribut.

### **2.9.6 Konversi Raster - Vektor**

Dalam beberapa kasus, konversi gambar berbentuk raster ke bentuk vektor atau sebaliknya sangat diperlukan khususnya untuk keperluan analisa dimana pada bentuk data gambar yang lain (raster/vektor) lebih mudah dilaksanakan. Perangkat lunak AutoCAD, Vector Master atau MStyler dapat dipakai untuk mengubah peta hasil scan ke bentuk vektor yang bisa dipakai oleh perangkat lunak yang dikembangkan pada tugas akhir ini.

### **2.10 Sistem Koordinat**

Dalam pemrograman grafik ada tiga macam sistem koordinat yang sering digunakan, yaitu : Sistem Koordinat Kartesian, Sistem Koordinat Layar, dan Sistem Koordinat Piranti Ternormalisir/*NDC (Normalized Device Coordinate)*. Berikut ini adalah penjelasan dari sistem-sistem koordinat yang telah disebutkan :

#### **2.10.1 Sistem Koordinat Kartesian**

Dalam sistem koordinat Kartesian dua dimensi, lokasi setiap titik ditentukan oleh dua besaran. Nilai dua besaran tersebut apabila

digambar akan membentuk suatu sumbu koordinat mendatar dan tegak. Sumbu koordinat mendatar sering disebut dengan absis (sumbu-x), dan sumbu koordinat tegak dinamakan dengan koordinat (sumbu-y).

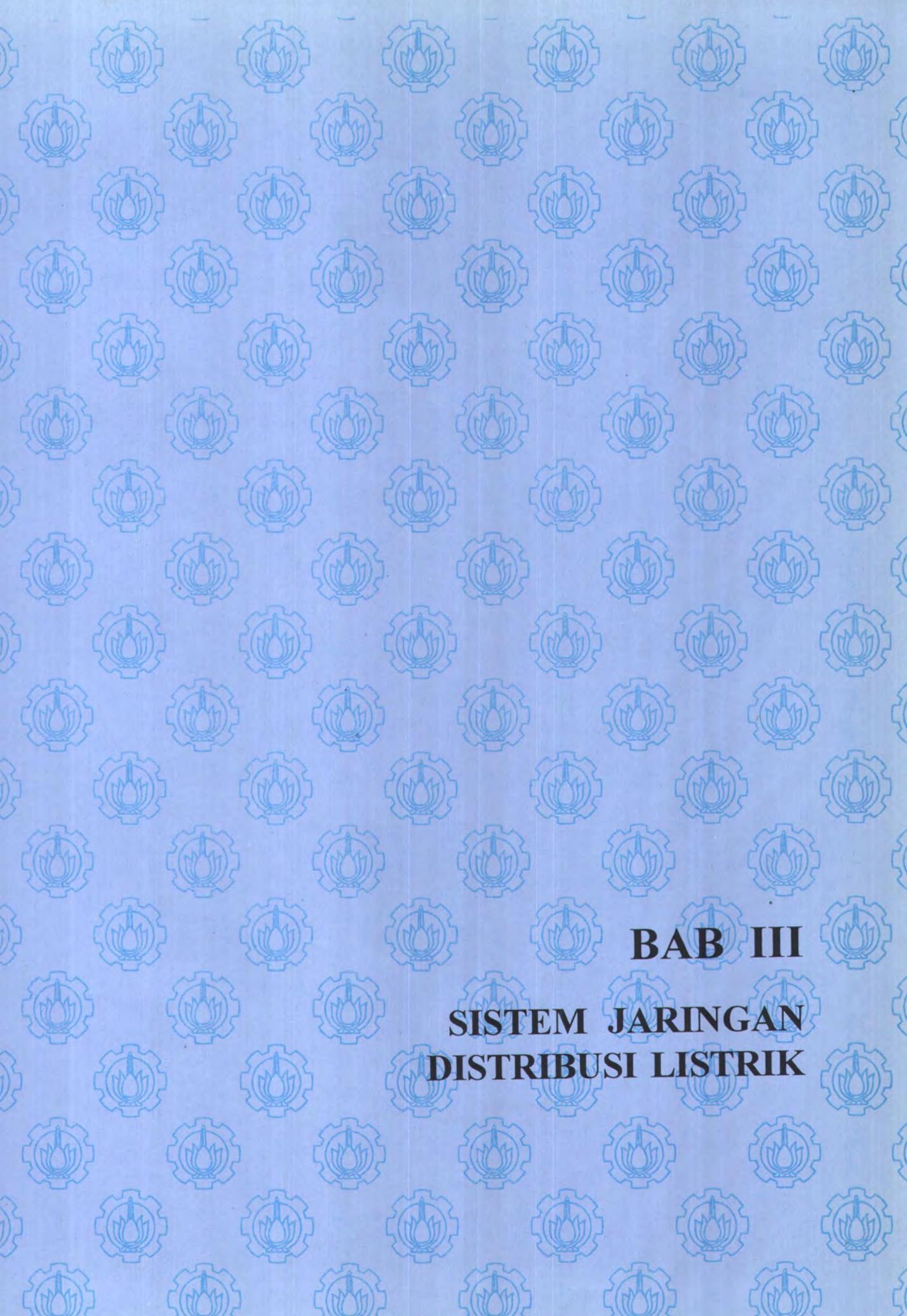
### **2.10.2 Sistem Koordinat Layar**

Berbeda dengan sistem koordinat Kartesian yang mengenal sumbu x dan sumbu y negatif, maka dalam sistem koordinat layar, hanya mengenal sumbu x dan sumbu y positif. Dalam sistem koordinat layar, koordinat (0,0) menunjukkan titik kiri atas layar, dan koordinat (X1, Y1) menunjukkan titik kanan bawah. Nilai X1, dan Y1 tergantung pada mode grafik yang digunakan. Untuk mode VGA Hi, nilai X1 adalah 639, dan nilai Y1 adalah 479. Meskipun sistem koordinat layar hanya mengenal sumbu x dan sumbu y positif, dengan cara-cara tertentu koordinat layar dapat dimanipulasi sehingga dapat menampilkan gambar seperti halnya pada koordinat Kartesian dua dimensi.

### **2.10.3 NDC (Normalized Device Coordinate) / Sistem Koordinat Piranti Ternormalisir**

Setiap layar tampilan mempunyai tingkat resolusi, yaitu banyaknya *pixel* per kolom dikalikan dengan banyaknya pixel per baris, yang jumlahnya bervariasi. Untuk membuat program yang dapat beroperasi pada semua layar tampilan tanpa harus mengubah program, diperlukan rutin-rutin penggambar yang bersifat *device-independent*

(tidak tergantung pada peralatan yang sedang digunakan). Konsep pemakaian *device-independent* adalah sebagai berikut. Masing-masing titik sudut dari garis yang akan dibuat, yaitu  $(x_1, y_1)$  dan  $(x_2, y_2)$  dinyatakan sebagai bilangan riil, tetapi nilainya harus dibatasi agar garis tersebut selalu berada di dalam daerah tampilan layar. Untuk maksud di atas dipilih suatu ruang ruang bujur sangkar  $(x, y)$  sebagai *uniform space*. Bujur sangkar yang dipilih disebut sebagai ruang koordinat piranti ternormalisir (*normalized device coordinate space*) atau ruang NDC.



**BAB III**  
**SISTEM JARINGAN**  
**DISTRIBUSI LISTRIK**

## **BAB III**

### **SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK**

Proses pembagian (distribusi) listrik di Indonesia dikategorikan menjadi 3 jenis jaringan listrik, untuk penyaluran listrik digunakan 2 jenis sistem transmisi. Sedang untuk kontrol serta manuver jaringan listrik digunakan single line diagram. Pokok-pokok bahasan di atas akan dibahas lebih lanjut pada bab ini.

#### **3.1 Sistem Tenaga Listrik**

Penyaluran energi dari satu tempat ke tempat yang lain memerlukan suatu media yang dapat menyimpan energi tersebut untuk digunakan di tempat tujuan. Cara penyaluran energi yang paling banyak dipakai pada saat ini adalah mengubah suatu bentuk energi menjadi energi listrik dan menyalurkannya melalui kabel. Setelah energi listrik tersebut sampai di tujuan, energi listrik tersebut dapat diubah menjadi bentuk energi yang lain. Misalnya energi gerak, energi panas dan lain-lain.

##### **3.1.1 Pembangkit Tenaga Listrik**

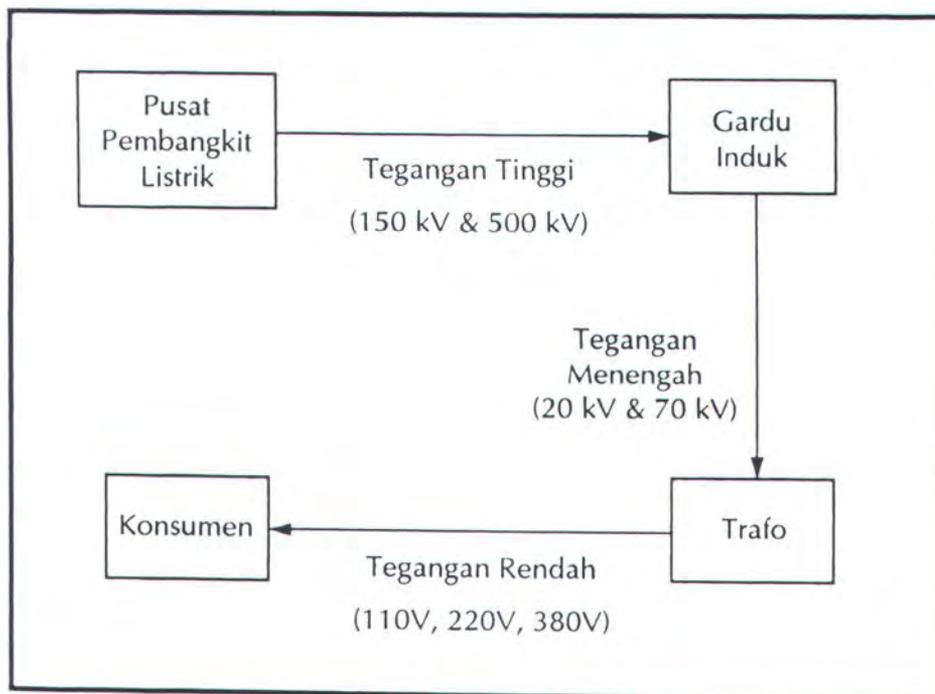
Ada berbagai macam bentuk energi yang dapat diubah menjadi energi listrik, karena itu pembangkit listrik yang ada juga bermacam-macam, diantaranya adalah :

⇒ PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), energi listrik dihasilkan dengan mengubah energi gerak dari air terjun.

- ⇒ PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), energi listrik dihasilkan dengan mengubah energi yang dihasilkan tekanan uap.
- ⇒ PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel), energi listrik dihasilkan dengan mengubah energi panas hasil pembakaran.
- ⇒ PLTN (Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir), energi listrik dihasilkan dengan mengubah energi ledakan hasil pemecahan inti nuklir.

### 3.1.2 Distribusi Listrik

Energi listrik yang dihasilkan pada pusat pembangkit listrik tidak dapat langsung dipergunakan oleh konsumen, karenanya penyaluran energi listrik membutuhkan suatu mekanisme tersendiri yang dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.1 Distribusi Energi Listrik

Pada gambar diatas dijelaskan bahwa energi yang dihasilkan pada pusat pembangkit listrik memiliki tegangan yang sangat tinggi (150 kV dan 500 kV), biasanya disebut tegangan tinggi. Kemudian energi tersebut disalurkan menuju gardu induk, disini tegangan energi tersebut diturunkan lagi menjadi tegangan menengah yaitu 20 kV dan 70 kV. Tetapi tegangan ini masih terlalu tinggi dan berbahaya untuk dipergunakan langsung oleh konsumen, maka diturunkan lagi dengan menggunakan trafo (*step down trafo*) menjadi 110 V, 220 V, dan 380 V. Tegangan ini cukup aman untuk dipergunakan langsung oleh konsumen. Standard tegangan di atas disesuaikan dengan kondisi yang ada di Indonesia.

### **3.2 Sistem Jaringan Listrik**

Sistem jaringan listrik biasanya diatur menurut besarnya tegangan, ada 3 jenis jaringan listrik yaitu :

- ⇒ Jaringan Tegangan Tinggi, dimana energi listrik yang disalurkan bertegangan 150 kV dan 500 kV. Jaringan tegangan tinggi menggambarkan hubungan antara pembangkit listrik dan gardu induk, atau gardu induk dengan gardu induk yang lain, biasanya terletak di luar kota karena membutuhkan lahan yang cukup luas dan penduduknya tidak padat.
- ⇒ Jaringan Tegangan Menengah, dimana energi listrik yang disalurkan bertegangan 20 kV dan 70 kv. Jaringan tegangan menengah

menggambarkan hubungan antara gardu induk dengan gardu induk yang lain, biasanya terletak di dalam kota.

⇒ Jaringan Tegangan Rendah, dimana energi listrik yang disalurkan bertegangan 110 V, 220 V dan 380 V. Jaringan tegangan rendah menggambarkan hubungan antara gardu induk dengan trafo, biasanya terletak di dalam kota.

### **3.3 Jenis Transmisi**

Sistem transmisi listrik adalah sistem yang mengatur penyaluran energi listrik melalui media yang tepat. Untuk kondisi di Indonesia ada dua macam sistem transmisi yaitu :

#### *a. Saluran Udara*

Saluran udara adalah sistem transmisi energi listrik yang menggunakan kabel yang disangga dengan tiang. Pada umumnya jaringan tegangan tinggi yang terletak di luar kota menggunakan saluran udara, karena biasanya terletak jauh dari pemukiman atau terletak di luar kota. Jaringan tegangan rendah juga menggunakan saluran udara, tetapi dengan ukuran tiang penyangga yang tentunya jauh lebih kecil dan lebih rendah dibandingkan dengan tiang penyangga untuk jaringan tegangan tinggi.

Keuntungan dari saluran udara adalah :

- ⇒ Proses instalasi mudah
- ⇒ Biaya rendah
- ⇒ Perawatan mudah

Kekurangan dari saluran udara adalah :

- ⇒ Berbahaya ( jika dekat dengan pemukiman )
- ⇒ Tidak aman terhadap gangguan alam ( cuaca, gempa ).

#### *b. Saluran Kabel*

Saluran kabel adalah sistem transmisi energi listrik yang menggunakan kabel yang diletakkan di bawah tanah. Pada umumnya jaringan tegangan menengah yang terletak di dalam kota menggunakan saluran kabel, karena biasanya jaringannya melalui pemukiman yang padat.

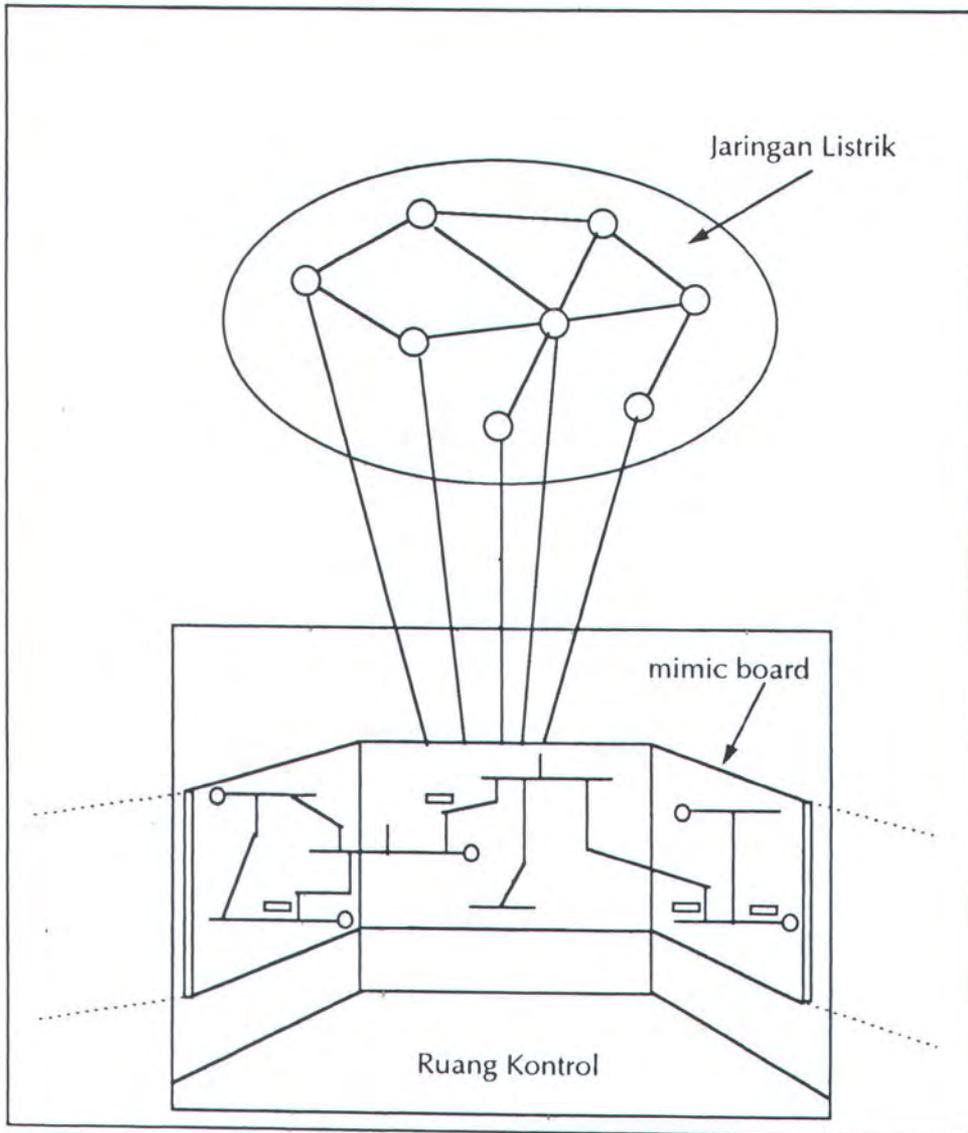
Keuntungan dari saluran udara adalah aman dari gangguan cuaca maupun gangguan dari manusia. Sedang kekurangannya adalah biayanya besar dan proses instalasinya sulit.

### **3.4 Teknologi Sistem Kontrol Jaringan Listrik**

Selama ini aktifitas untuk memonitor dan mengontrol jaringan listrik baik yang berskala besar ataupun yang berskala kecil selalu dibutuhkan. Karena itu dibutuhkan alat bantu khusus untuk mewujudkan proses di atas. Alat bantu yang sering digunakan adalah *mimic board* (panel kontrol) yang berisi *single line diagram* dari jaringan listrik yang dimonitor.

### 3.4.1 Mimic Board

Mimic board adalah panel besar yang ditempelkan pada dinding dari ruang kontrol jaringan listrik. Biasanya *mimic board*



Gambar 3.2 Sketsa Ruang Kontrol Tradisional dengan Mimic Board

mewakili sebuah area dari suatu jaringan listrik yang luas yang digambarkan dengan *single line diagram*. Dari *mimic board* ini dapat dimonitor aktifitas dari jaringan listrik tersebut.

### **3.4.2 Perkembangan Sistem Kontrol Jaringan Listrik**

Untuk jaringan yang secara geografis tersebar, ruang kontrol diletak pada tempat tertentu yang lokasinya pada posisi pusat. Ruang kontrol tradisional, terdiri dari sebuah *mimic board* yang berisi model skematik dari jaringan listrik dan beberapa meja pengontrol. Ukuran *mimic board* sebanding dengan ukuran dan kompleksitas dari proses yang dimonitor. Mimic board memiliki sejumlah instrumen pengukuran, menampilkan status dari jaringan, misal voltase, aliran listrik dan status saklar.

Pembuatan *mimic board* ini memerlukan biaya yang besar. Setiap kali jaringan diubah/ditambah, maka harus dibuat *mimic board* yang baru. Walaupun teknik pembuatannya telah disederhanakan, proses ini tetap memerlukan biaya yang cukup besar, mengingat jaringan listrik yang ada selalu berkembang (misal: penambahan kabel, trafo atau gardu induk) secara kontinu seiring dengan perkembangan jumlah penduduk. Selain itu perkembangan jaringan listrik juga mengakibatkan gambar pada *mimic board* bertambah kompleks, rumit dan sulit dilihat, dan hal ini berakibat buruk pada proses pengamatan dan kontrol. Terkadang karena kondisinya yang semakin semrawut, harus dibangun sebuah ruang kontrol yang baru karena kurangnya tempat.

Untuk menghindari pengeluaran yang besar dan teknologi yang tidak fleksibel ini dibuat sebuah konsep baru untuk pusat kontrol. Yaitu dengan menggunakan komputer dan monitornya sebagai pengganti mimic board.

Jaringan listrik yang komponen-komponennya tersebar luas secara geografis dan tetap terhubung satu dengan lainnya, terkadang meliputi sebuah negara bahkan sebuah benua, membutuhkan pusat kontrol modern yang terkomputerisasi. Dan hal ini merupakan tantangan yang harus terus dikembangkan.

### **3.5 Manajemen Fasilitas Jaringan Listrik**

#### **3.5.1 Single Line Diagram (SLD)**

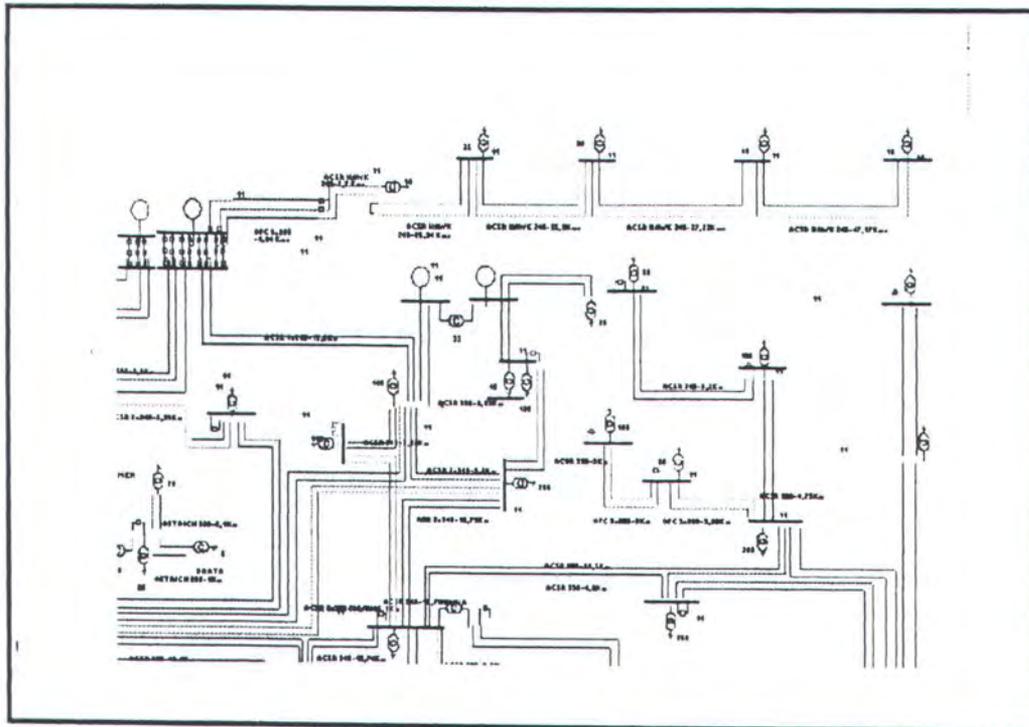
Single line diagram (diagram garis tunggal) adalah sistem penggambaran jaringan listrik yang menggunakan garis tunggal sebagai representasi dari kabel yang menghubungkan komponen-komponen listrik yang sesungguhnya. Garis yang dibentuk adalah garis lurus dan tidak mengikuti bentuk yang sesungguhnya karena yang diutamakan adalah hubungan antar komponen, sehingga gambar yang terbentuk adalah model skematik dari jaringan yang sesungguhnya. Untuk jaringan listrik yang cukup luas gambar SLD menjadi sangat rumit, untuk mempermudah pemantauan maka pada perangkat lunak yang dikembangkan gambar SLD disederhanakan.

Pembuatan SLD ditujukan untuk proses pemantauan dan proses kontrol dari jarak jauh (*telemonitor dan telecontrol*). Kedua proses

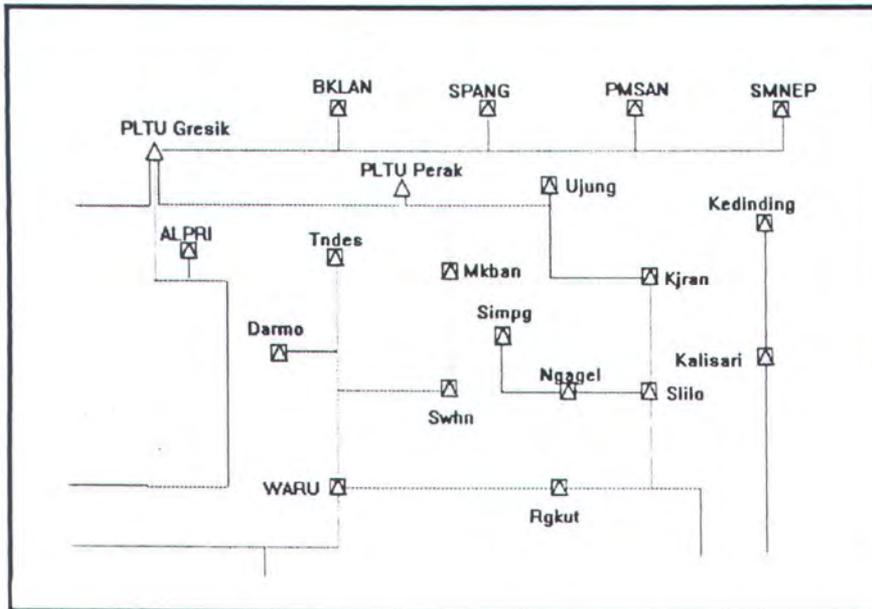
diatas dilakukan dengan menggunakan *RTU (remote terminal unit)* yang dihubungkan dengan media komunikasi kabel/telepon/radio. Data *real time*, dikirim oleh RTU ke pusat kontrol.

Pemantauan aktifitas jaringan listrik dilakukan dengan mengamati data real time, misal : alarm akan berbunyi jika suatu trafo menghasilkan tegangan yang terlalu tinggi.

Sedang pengontrolan dilakukan dengan mengirim sinyal ke RTU, misal: pengiriman sinyal untuk mengubah status CB.



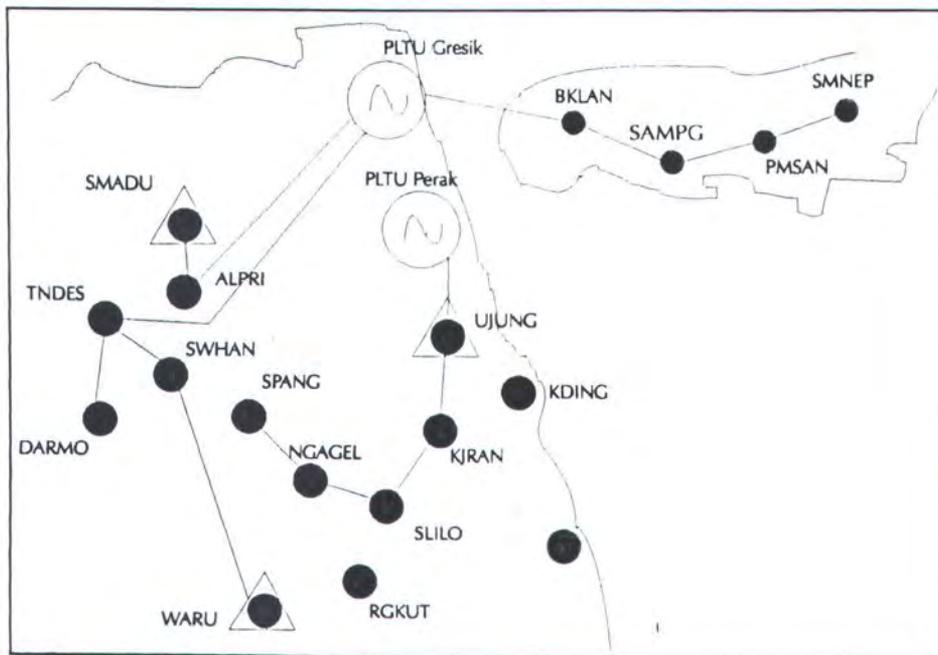
Gambar 3.3 Single Line Diagram



Gambar 3.4 Single Line Diagram yang disederhanakan

### 3.5.2 Peta Jaringan Listrik

Peta jaringan listrik adalah penggambaran peta fasilitas jaringan listrik pada peta planimetris, yaitu penggambaran jaringan fasilitas listrik pada peta dasar yang meliputi jalan-jalan serta tempat-tempat tertentu. Pada peta ini informasi dari lokasi yang dikehendaki dapat langsung diperoleh pada peta tersebut. Selain itu informasi dari setiap komponen juga dapat diperoleh langsung dari peta jaringan listrik.



Gambar 3.5 Peta Jaringan Listrik

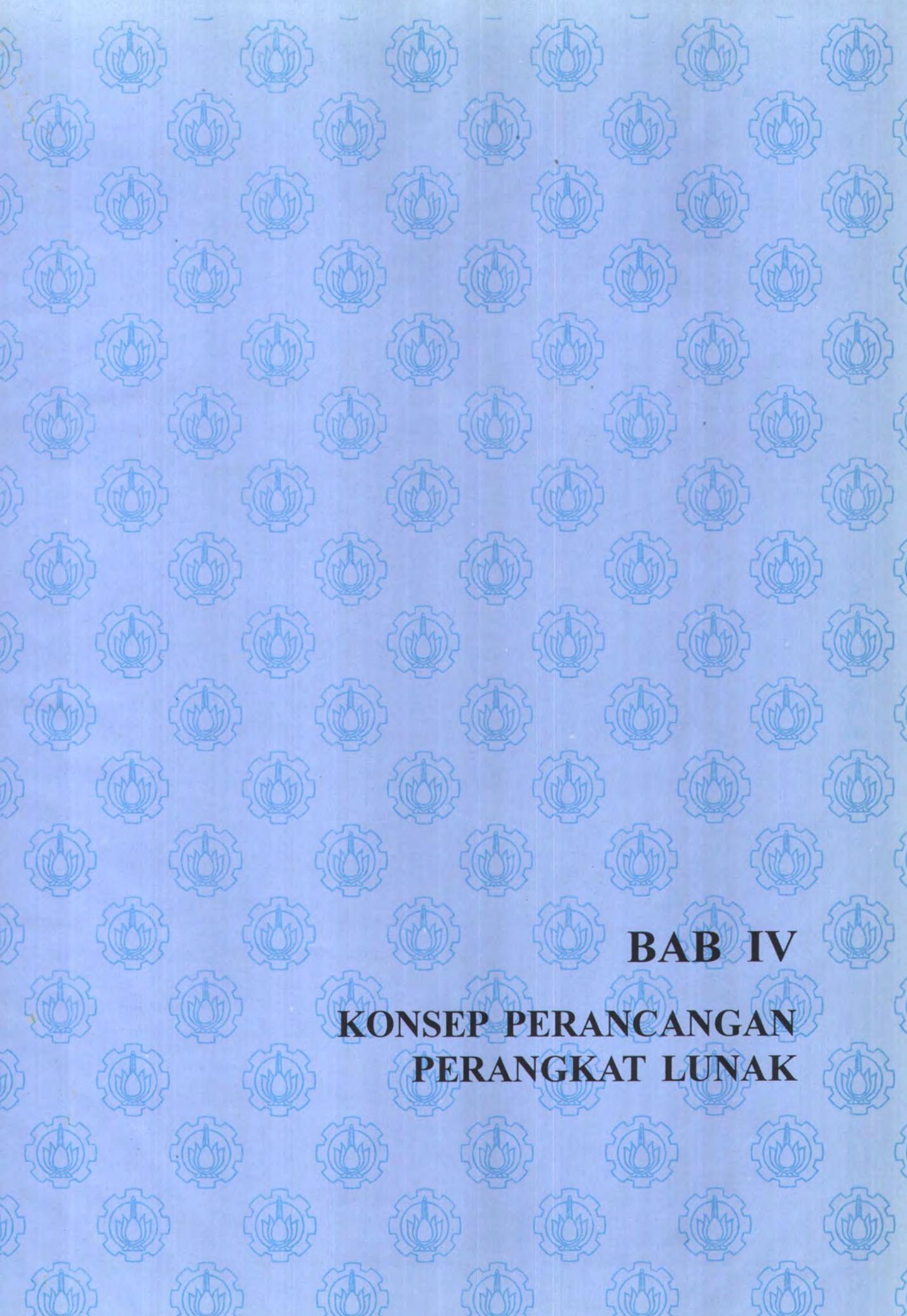
### 3.5.3 Integrasi SLD dengan Peta Jaringan Listrik

Dari penjelasan pada sub bab 3.5.1 dan sub bab 3.5.2 dapat disimpulkan bahwa SLD berfungsi untuk menangani proses-proses operasional seperti pemantauan dan pengontrolan jaringan listrik.

Sedang peta jaringan listrik lebih berfungsi sebagai alat bantu untuk mempercepat proses pencarian lokasi dari suatu komponen (*tracing*).

Dengan adanya integrasi dari kedua jenis pemetaan diatas, manajemen fasilitas jaringan listrik akan lebih mudah dilakukan. Misal, proses pengisoliran lokasi gangguan dapat dilakukan dengan cepat, karena pencarian dapat dilakukan dengan cepat pada peta jaringan

listrik, kemudian dari lokasi tersebut secara otomatis ditampilkan SLD dengan lokasi yang sama. Dan dari SLD dapat dilakukan proses kontrol yang diperlukan.



**BAB IV**  
**KONSEP PERANCANGAN**  
**PERANGKAT LUNAK**

## **BAB IV**

### **KONSEP DAN PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK**

Perancangan adalah kegiatan menentukan bentuk akhir secara spesifik. Dengan adanya proses perancangan ini diharapkan perangkat lunak yang dibuat dapat dimengerti oleh pembaca dan menghindari perbedaan persepsi. Selain itu pada bab ini dijelaskan juga tujuan, sasaran serta kebutuhan perangkat lunak.

#### **4.1 Kebutuhan Perangkat Lunak**

Tenaga listrik pada abad modern terutama pada kalangan tertentu seperti kalangan industri, pemerintah, rumah sakit dan lain-lain merupakan suatu kebutuhan pokok. Gangguan pada penyediaan tenaga listrik dapat mengakibatkan kerugian yang sangat besar. Untuk meningkatkan pelayanan pada masyarakat maka penyediaan tenaga listrik (dalam hal ini untuk Indonesia dilakukan oleh PLN) harus meminimisasi gangguan yang terjadi, serta merancang distribusi listrik yang terencana dengan baik.

Untuk keperluan di atas, khususnya pada wilayah distribusi jaringan listrik yang cukup luas dengan jumlah konsumen yang besar diperlukan suatu alat bantu yang handal. Perangkat lunak yang dikembangkan diharapkan mampu membantu proses-proses pengukuran serta pengontrolan yang terpadu. Proses-proses tersebut dapat dilakukan dari jarak jauh sehingga meningkatkan efisiensi manajemen jaringan listrik.

## **4.2 Tujuan dan Sasaran Perangkat Lunak**

Perangkat lunak yang dikembangkan ini merupakan alat bantu untuk menampilkan peta jaringan listrik dalam bentuk planimetris maupun dalam bentuk single line diagram (SLD).

Pemetaan jaringan listrik secara planimetris adalah penggambaran peta dasar wilayah yang meliputi jalan-jalan serta tempat-tempat tertentu, dimana informasi piranti-piranti pendukung jaringan listrik dari lokasi yang dikehendaki dapat langsung diperoleh pada peta tersebut.

Pemetaan jaringan listrik dengan single line diagram adalah penggambaran letak/hubungan piranti-piranti pendukung jaringan listrik seperti: gardu induk, load break switch dan lain-lain, yang dihubungkan dengan garis tunggal. Melalui single line diagram ini dapat dilakukan perhitungan-perhitungan dengan data-data/parameter-parameter yang didapat dari gardu induk, perhitungan jarak jauh ini disebut telemetri. Selain itu dapat juga dilakukan pengendalian jaringan listrik (misal : pemadaman) dari jarak jauh yang biasa disebut telecontrol.

## **4.3 Rancangan Perangkat Lunak**

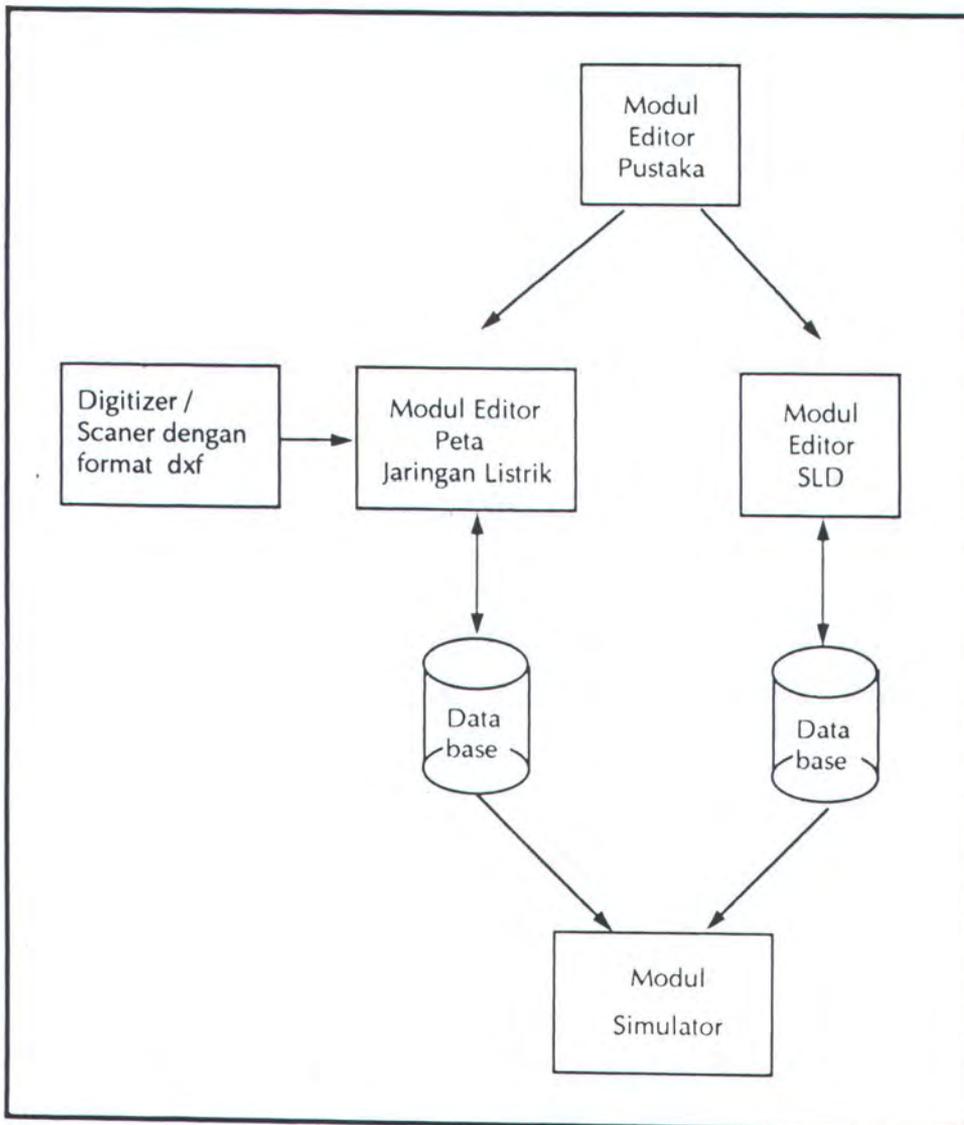
Perangkat lunak ini merupakan sistem Pemetaan Otomatis/Manajemen Fasilitas untuk jaringan listrik tegangan tinggi dengan aplikasi khusus pada simulasi pengendalian jarak jauh (telecontrol) yang dapat dilakukan secara otomatis melalui peta planimetris yang

diintegrasikan dengan single line diagram. Pengintegrasian kedua bentuk pemetaan tersebut dilakukan dengan cara menggunakan database yang terkoordinir.

Data peta dasar yang dipakai merupakan file data gambar dengan metoda penyimpanan berupa vektor yang dapat dihasilkan oleh peralatan *digitizer* , perangkat lunak ARC Info, AutoCAD, atau menggunakan perangkat lunak konversi raster - vektor seperti Vector Master. File gambar tersebut menggunakan format DXF.

Perangkat lunak yang dikembangkan ini terdiri dari empat modul yaitu Modul Editor Peta Jaringan Listrik, Modul Editor Single Line Diagram, Modul Editor Pustaka dan Modul Simulator. Modul Editor Pustaka digunakan untuk menggambar simbol-simbol yang dipergunakan untuk menggambar peta jaringan listrik maupun penggambaran SLD. Modul Editor Peta Jaringan Listrik membaca file gambar berformat DXF yang dihasilkan digitizer atau perangkat lunak yang telah disebutkan, kemudian di atasnya digambar peta jaringan listrik. Modul Editor SLD digunakan untuk penggambaran SLD yang komponen-komponen tertentu di dalamnya dapat dihubungkan dengan komponen-komponen yang sama pada peta jaringan listrik. Penghubungan kedua jenis peta tersebut dilakukan pada Modul Simulator dengan cara mengakses database kedua peta menggunakan *key* yang sama. Selain itu pada modul ini dapat juga dilakukan simulasi

pemutusan aliran listrik dan penampilan informasi yang lebih mendetail dari komponen tertentu, misalnya single line diagram di dalam gardu induk. Gambar 4.1 menggambarkan penjelasan umum dari perangkat lunak yang dikembangkan.



Gambar 4.1 Diagram Sistem

### 4.3.1 Modul Editor Pustaka

Modul ini digunakan untuk menggambar simbol-simbol dari komponen jaringan listrik maupun komponen-komponen SLD. Simbol-simbol yang telah digambar disimpan dalam file-file pustaka.

File pustaka yang telah dibentuk nantinya akan dipakai pada modul Editor Jaringan Listrik dan Editor SLD.

Bentuk-bentuk simbol diwakili oleh elemen dasar data gambar berupa *polyline*, titik, garis, dan lingkaran. Untuk keperluan identifikasi simbol maka disediakan juga fasilitas pemilihan warna garis.

Hal-hal yang dapat dilakukan pada modul ini adalah :

- ◆ Melakukan penggambaran bentuk-bentuk dasar seperti garis, kotak, lingkaran dan *polyline*.
- ◆ Melakukan perubahan (pemindahan, penghapusan)
- ◆ Melakukan operasi penghapusan komponen dari peta planimetris.
- ◆ Pengaturan ukuran simbol secara otomatis, karena ukuran simbol telah ditentukan sebelumnya agar sesuai dengan peta jaringan listrik dan SLD.

### 4.3.2 Modul Editor Jaringan Listrik

Modul ini digunakan untuk membaca file peta dengan format *dxg*, yang dihasilkan digitizer atau scanner dan menggambarkannya di layar monitor dengan menggunakan metoda NDC (Normal Device Coordinate). Peta dasar yang telah digambarkan pada layar monitor ini

merupakan lapisan yang paling bawah dari peta planimetris jaringan listrik.

Bentuk-bentuk planimetris peta dasar diwakili oleh elemen dasar data gambar berupa *polyline*, titik, garis, lingkaran, dan teks. Untuk keperluan identifikasi wilayah maka setiap elemen dasar data gambar memiliki atribut yang menyatakan jenis planimetris yang diwakilinya berupa warna arsir pada sebuah poligon atau jenis garis dari suatu garis (garis tebal, tipis, terputus-putus dan lain-lain).

Bentuk planimetris yang dipakai pada modul ini disesuaikan dengan kebutuhan, diantaranya adalah : sungai, jalan aspal, jalan kereta api dan jembatan.

Simbol berupa teks untuk memberi keterangan nama jalan, nama tempat, angka-angka, dan untuk keperluan lain yang dapat memberikan informasi dengan melihat langsung pada peta.

Modul ini juga digunakan untuk menggambarkan jaringan listrik di layar monitor dengan menggunakan metoda NDC ( Normal Device Coordinate ). Di atas peta dasar dibuat satu *layer* lagi untuk peta jaringan listrik yang digambar oleh user atau melalui hasil dari digitizer / scanner peta jaringan yang hasilnya dikonversikan menjadi format DXF.

Pada saat pengeditan, perubahan hanya dapat dilakukan pada peta jaringan listrik, sedang peta dasar tidak dapat diubah lagi karena gambar peta dasar dianggap permanen (pengubahan peta dasar dapat dilakukan pada perangkat lunak yang telah disebutkan sebelumnya).

Representasi grafik dari jaringan listrik dilakukan pada modul ini dilakukan secara interaktif dengan pemakai. Komponen-komponen jaringan listrik beserta atribut yang dimilikinya juga dimasukkan dalam modul ini.

Bentuk-bentuk komponen jaringan listrik diwakili oleh elemen dasar data gambar data gambar berupa *polyline*, titik, garis, lingkaran, busur dan teks.

Simbol berupa teks untuk memberi keterangan nama jalan, nama tempat, angka-angka, dan untuk keperluan lain yang dapat memberikan informasi dengan melihat langsung pada peta. Penulisan teks dapat mempergunakan beberapa jenis huruf dengan warna dan tipe (tebal, miring, bergaris bawah, normal) yang dapat dipilih dari tabel.

Hal-hal yang dapat dilakukan pada modul ini adalah :

- ◆ Melakukan penggambaran bentuk-bentuk dasar seperti garis, kotak, lingkaran dan *polyline*.
- ◆ Melakukan perubahan (pemindahan, penghapusan, penguluran/*stretch*) pada peta dasar dan peta jaringan yang telah ada.
- ◆ Menuliskan teks untuk memperjelas informasi.
- ◆ Melakukan penggambaran simbol komponen.
- ◆ Melakukan operasi *scrolling* (penggeseran beberapa satuan secara vertikal maupun horisontal yang disebabkan karena peta yang ditampilkan tidak cukup untuk ditampilkan sekaligus pada layar monitor).

- ◆ Melakukan operasi *zooming* (pembesaran/pegecilan tayangan gambar pada monitor) untuk komponen jaringan listrik maupun komponen peta planimetris.
- ◆ Melakukan operasi penghapusan komponen dari peta jaringan listrik.
- ◆ Memasukkan/merevisi database komponen jaringan listrik.

### 4.3.3 Modul Editor SLD

Modul ini digunakan untuk menggambar single line diagram (SLD) di layar monitor dengan menggunakan metoda NDC (Normal Device Coordinate).

Representasi grafik dari single line diagram dilakukan pada modul ini dilakukan secara interaktif dengan pemakai. Komponen-komponen single line diagram beserta atribut yang dimilikinya juga dimasukkan dalam modul ini.

Bentuk-bentuk komponen single line diagram diwakili oleh elemen dasar data gambar berupa *polyline*, titik, garis, dan teks. Sedang simbol peralatan diambil dari file pustaka yang disediakan oleh modul editor pustaka.

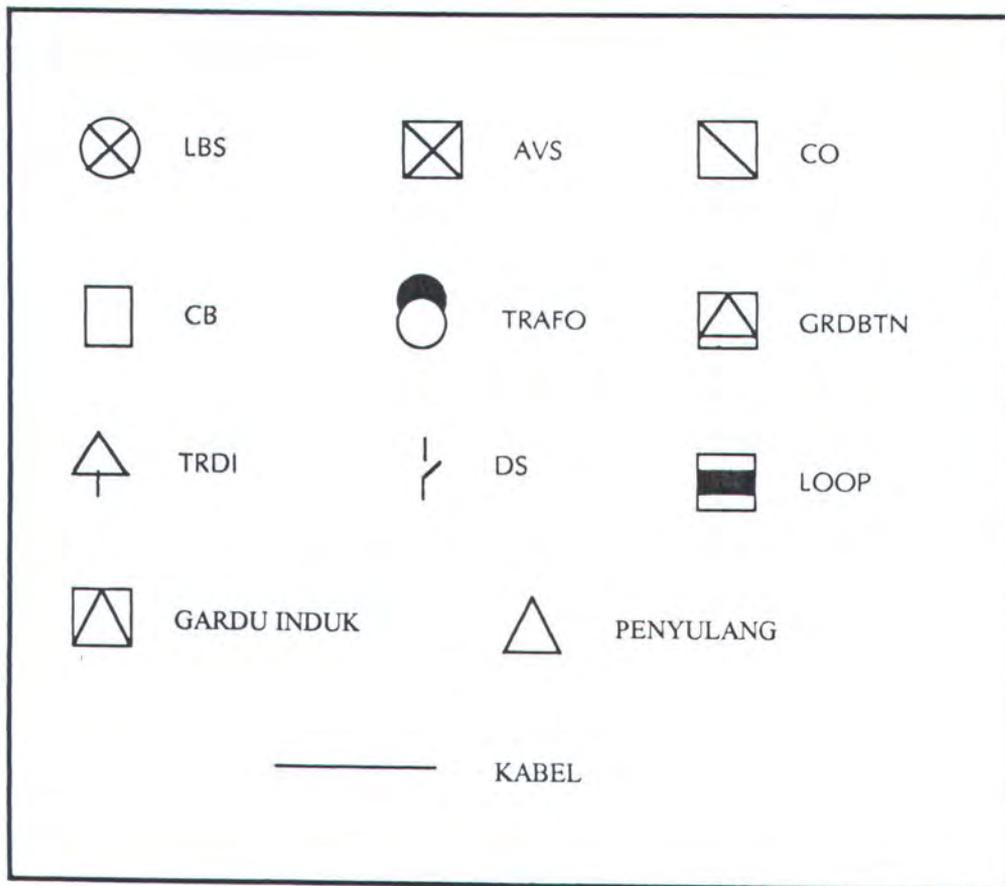
Simbol berupa teks untuk memberi keterangan tambahan seperti angka-angka beban maksimum dan untuk keperluan lain yang dapat memberikan informasi dengan melihat langsung pada single line diagram. Penulisan teks dapat mempergunakan beberapa jenis huruf

dengan warna dan tipe (tebal, miring, bergaris bawah, normal) yang dapat dipilih dari tabel.

Hal-hal yang dapat dilakukan pada modul ini adalah :

- ◆ Melakukan penggambaran bentuk-bentuk dasar seperti garis, polyline dan simbol.
- ◆ Melakukan penggambaran simbol-simbol komponen.
- ◆ Melakukan perubahan (pemindahan, penghapusan, penguluran/*stretch*) pada single line diagram.
- ◆ Menuliskan teks untuk memperjelas informasi.
- ◆ Melakukan operasi *scrolling* (penggeseran beberapa satuan secara vertikal maupun horisontal yang disebabkan karena peta yang ditampilkan tidak cukup untuk ditampilkan sekaligus pada layar monitor).
- ◆ Melakukan operasi *zooming* (pembesaran/pengecilan tayangan gambar pada monitor) untuk komponen jaringan listrik maupun komponen peta planimetris.
- ◆ Melakukan operasi penghapusan komponen dari single line diagram.
- ◆ Memasukkan/merevisi database komponen *single line diagram*.

Bentuk komponen SLD yang dipakai antara lain : kabel, gardu induk, penyulang, trafo, *cb (circuit breaker)*, lbs, dan avs. Beberapa simbol komponen tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Beberapa bentuk simbol komponen

#### 4.3.4 Modul Penayangan

Modul ini dipergunakan untuk menampilkan peta jaringan listrik dan *single line diagram*. Peta jaringan listrik tersebut dapat dihubungkan melalui komponen-komponen tertentu di dalamnya dapat dihubungkan dengan komponen-komponen yang sama pada *single line diagram*. Penghubungan kedua jenis peta tersebut dilakukan dengan cara mengakses database kedua peta menggunakan *key* yang sama. Selain itu pada modul ini dapat juga dilakukan simulasi pemutusan/

penyambungan aliran listrik, dengan cara membedakan warna kabel yang dialiri listrik dan yang tidak dialiri listrik. Pemutusan aliran listrik dilakukan dari single line diagram oleh pemakai secara interaktif.

Pada sistem pemetaan SLD dapat juga diperoleh informasi yang lebih mendetail dari komponen tertentu, misalnya single line diagram dari gardu induk.

Hal-hal yang dapat dilakukan pada modul ini adalah :

- ◆ Melakukan operasi *scrolling* (penggeseran beberapa satuan secara vertikal maupun horisontal yang disebabkan karena peta yang ditampilkan tidak cukup untuk ditampilkan sekaligus pada layar monitor).
- ◆ Melakukan operasi *zooming* (pembesaran/pengecilan tayangan gambar pada monitor) untuk komponen jaringan listrik maupun komponen peta planimetris.
- ◆ Menghubungkan peta jaringan listrik dengan *single line diagram*.
- ◆ Melakukan simulasi pemutusan dan penyambungan aliran listrik.
- ◆ Menghitung cukup/tidaknya beban listrik pada suatu gardu induk
- ◆ Menampilkan database komponen-komponen listrik baik pada peta jaringan listrik maupun pada single line diagram.

## **4.4 Perangkat Pendukung**

### **4.4.1 Sistem Operasi**

Sistem Operasi yang dipakai dalam pembuatan perangkat lunak ini adalah Sistem Operasi Windows versi 3.1. Pemilihan sistem operasi ini didasarkan bahwa perangkat lunak yang dibuat merupakan perangkat lunak yang secara aktif memakai fasilitas grafik. Sistem operasi Windows merupakan sistem operasi yang bekerja pada IBM PC dengan kemampuan antar muka grafik yang baik serta menyediakan rutin-rutin pengelolaan antar muka grafik yang terangkum dalam Windows API (*Application Program Interface*).

Windows API menyediakan fungsi-fungsi dasar yang berupa antar muka yang masih harus dimanipulasi sedemikian rupa sehingga dapat dimanfaatkan oleh program aplikasi yang bekerja di atasnya.

### **4.4.2 Bahasa Pemrograman**

Bahasa pemrograman yang dipakai dalam penyusunan perangkat lunak ini adalah Borland Delphi for Windows. Pertimbangan-pertimbangan untuk pemilihan Borland Delphi sebagai bahasa pemrograman perangkat lunak yang dikembangkan adalah :

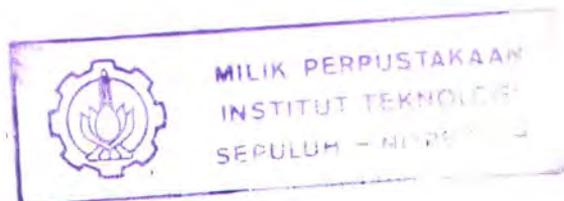
- ◆ Merupakan bahasa pemrograman yang terstruktur serta mendukung pemrograman grafik.
- ◆ Memungkinkan implementasi struktur data yang rumit dengan fasilitas penanganan pointer.

- ◆ Dapat menghasilkan executable file yang memiliki kecepatan yang tinggi.
- ◆ Mendukung pemrograman yang berorientasi obyek (Object Oriented Programming).

#### 4.4.3 Perangkat keras

Sesuai dengan Sistem Operasi yang dipakai maka perangkat keras yang dibutuhkan harus memiliki kemampuan grafik yang baik. Perangkat keras yang dipakai untuk menjalankan perangkat lunak ini disarankan memiliki konfigurasi minimum sebagai berikut :

- ◆ CPU 486 DX2-66 atau yang lebih cepat.
- ◆ RAM 8 MB
- ◆ VGA Card
- ◆ Monitor VGA
- ◆ Hardisk minimum 20 MB
- ◆ Mouse / Track Ball



#### 4.5 Basis Data/ *Database*

Pada perangkat lunak yang dikembangkan ini, pembuatan *database* dilakukan secara otomatis. Ada empat file *database* yang dibuat, yaitu : *pline.dbf*, *child.dbf*, *text.dbf*, *symbol.dbf*. File disimpan dalam format *dbf*, karena sebagian besar bahasa pemrograman dapat mengakses file dengan format *dbf*. Dengan adanya kemudahan ini diharapkan, pengembangan perangkat lunak ini lebih fleksibel. Misal :

untuk membuat laporan, file-file database dengan format dbf dapat diakses dengan mudah dengan bahasa pemrograman Fox Pro/Dbase/Visual Basic dan lain-lain.

Adapun penjelasan struktur dari masing-masing file dbf adalah sebagai berikut :

1. Nama file : *Pline.dbf*

Field	Field Name	Type	Width	Dec
1	Kode	Character	6	
2	Jum_child	Numeric	3	
3	Asal	Character	6	
4	Tujuan	Character	6	
5	Voltage	Character	6	
6	Bahan	Character	15	
7	Resistansi	Character	6	
8	Status	Character	3	

File *Pline.dbf* merupakan file database yang berisi data-data dari kabel. Field kode berguna untuk memberi kode yang unik pada setiap kabel yang menghubungkan suatu komponen dengan komponen lainnya. Field *Jum\_child* menunjukkan jumlah segmen garis pada sebuah kabel, nilainya koordinatnya disimpan pada file database *child.dbf*. Field asal dan tujuan menunjukkan komponen yang dihubungkan oleh kabel tersebut. Field status menunjukkan apakah kabel tersebut dialiri listrik atau tidak. Sedang field-field yang lain menunjukkan keterangan teknik dari kabel tersebut.

2. Nama file : *child.dbf*

Field	Field Name	Type	Width	Dec
1	X	Numeric	15	5
2	Y	Numeric	15	5

File *child.dbf* berisi data-data koordinat X dan Y dari segmen-segmen garis pembentuk polyline (kabel).

3. Nama file : *text.dbf*

Field	Field Name	Type	Width	Dec
1	Kode	Character	6	
2	X	Numeric	15	5
3	Y	Numeric	15	5

File *text.dbf* berisi data posisi dari text pada peta jaringan listrik, dan juga isi dari text itu sendiri.

4. Nama file : *Symbol.dbf*

Field	Field Name	Type	Width	Dec
1	Kode	Character	6	
2	X	Numeric	15	5
3	Y	Numeric	15	5
4	Gambar	Numeric	2	
5	Lokasi	Character	20	
6	Daya	Character	6	
7	Tegangan	Character	6	
8	Jum_trafo	Character	2	

File *symbol.dbf* berisi data mengenai komponen-komponen yang terdapat pada peta jaringan listrik, seperti kode, data koordinat, jenis

simbol yang digambarkan (field gambar), serta keterangan teknik dari komponen yang ada.

#### **4.6 Penggambaran Single Line Diagram**

Pada perangkat lunak yang dikembangkan ini terdapat fasilitas pembuatan SLD secara otomatis berdasarkan peta jaringan listrik yang ada.

Cara yang digunakan adalah dengan mencatat nilai koordinat X dan Y dari komponen asal dan tujuan. Untuk koordinat komponen asal dinamakan  $X_a$  dan  $Y_a$ , sedang untuk komponen tujuan dinamakan  $X_t$  dan  $Y_t$ . Setelah itu dibentuk garis dengan titik awal  $X_a, Y_a$  menuju titik  $X_t, Y_t$  dan dari titik  $X_a, Y_t$  dibentuk garis menuju titik  $X_t, Y_t$  dengan catatan kedua komponen tidak terletak segaris. Jika kedua komponen terletak segaris maka garis yang dibentuk adalah  $X_a, Y_a$  menuju  $X_t, Y_t$ .



**BAB V**  
**IMPLEMENTASI**

## **BAB V**

### **IMPLEMENTASI**

Untuk mengimplementasikan perangkat lunak yang telah dirancang, maka pada bab ini akan dijelaskan cara menggunakan sistem koordinat NDC, cara penggambaran titik, segmen garis, garis banyak, lingkaran, simbol serta teknik-teknik pemotongan, penghapusan serta transformasi objek.

#### **5.1 Memetakan NDC ke Layar Tampilan**

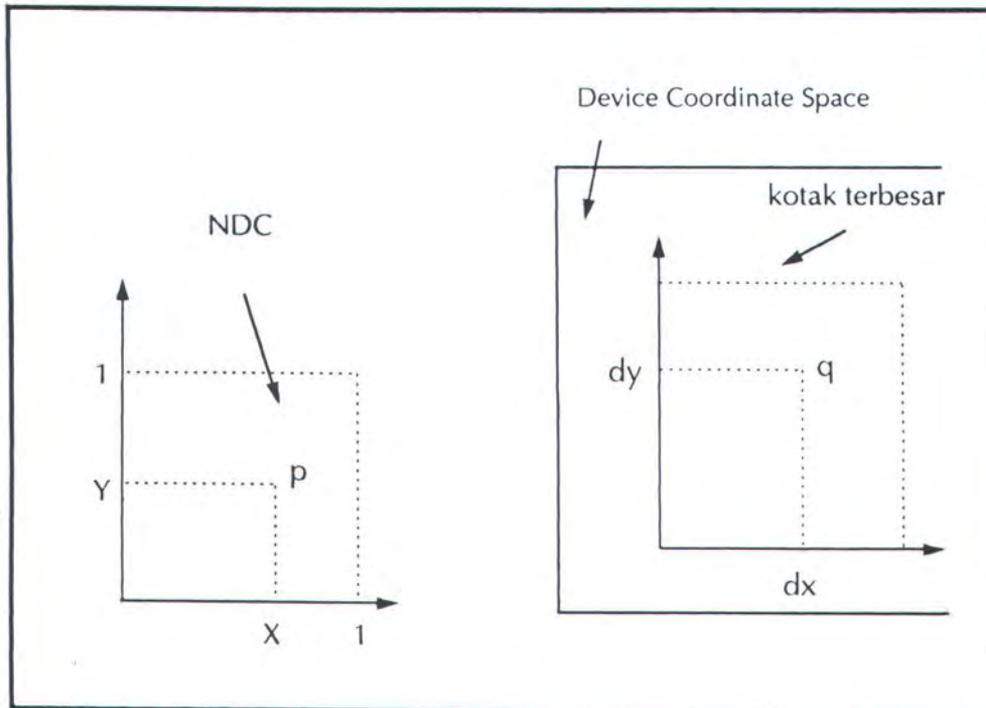
Untuk memetakan NDC ke layar tampilan, harus dipilih daerah bujur sangkar terbesar dari layar tampilan yang digunakan. Untuk sembarang titik  $P=(x,y)$  di dalam NDC, harus dihitung koordinat  $Q=(dx,dy)$  sebanding dengan koordinat  $P$ . Gambar 5.1 menyajikan contoh pemetaan titik di dalam NDC ke layar tampilan.

Dengan persyaratan di atas,  $dx$  dan  $dy$  harus berbanding secara linier dengan  $x$  dan  $y$ , yaitu dengan menggunakan persamaan berikut :

$$dx = Ax + B \quad ( 5.1 )$$

$$dy = Cx + D \quad ( 5.2 )$$

dengan  $A,B,C$  dan  $D$  berupa suatu konstanta.



Gambar 5.1 Contoh pemetaan titik NDC ke layar tampilan

Dengan memperhatikan faktor *aspect ratio*, dapat dibuat suatu model matematis yang lebih fleksibel. Dengan memperhatikan Gambar 5.1, dapat diketahui bahwa untuk sembarang titik  $P=(x,y)$  di dalam NDC, dapat dihitung kembali koordinat  $Q=(dx,dy)$  pada layar tampilan dengan persamaan :

$$dx = s_x x + t_x \quad (5.3)$$

$$dy = s_y y + t_y \quad (5.4)$$

dimana  $s_x$ ,  $t_x$ ,  $s_y$  dan  $t_y$  merupakan konstanta yang dicari. Bila koordinat dari NDC masing-masing disebut :

$$Wl = X_{\min}ndc \quad (5.5)$$

$$Wr = X_{\max}ndc \quad (5.6)$$

$$Wb = Y_{\min}ndc \quad (5.7)$$

$$Wt = Y_{\max}ndc \quad (5.8)$$

sedang koordinat layar tampilan masing-masing dinotasikan :

$$Vl = X_{\min} \quad (5.9)$$

$$Vr = X_{\max} \quad (5.10)$$

$$Vb = Y_{\min} \quad (5.11)$$

$$Vt = Y_{\max} \quad (5.12)$$

maka masing-masing konstanta di atas dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Sr = \frac{Vr - Vl}{Wr - Wl} \quad (5.13)$$

$$Sy = \frac{Vt - Vb}{Wt - Wb} \quad (5.14)$$

$$Tx = \frac{VlWr - WlVr}{Wr - Wl} \quad (5.15)$$

$$Ty = \frac{VbWt - WbVt}{Wt - Wb} \quad (5.16)$$

Adapun potongan program yang mengimplementasikan persamaan (5.3) dan (5.4) adalah :

```
Function TalaX(X:real):word;
begin
  Talax := Sx * X + Tx ;
end;
```

```
Function TalaY(Y:real):word;
begin
  TalaY := Sy * Y + Ty ;
end;
```

### 5.1.1 Titik (Point)

Sembarang titik P dari NDC dapat dipetakan ke titik Q pada layar tampilan dengan persamaan (5.6) dan (5.7). Adapun potongan program yang berfungsi memetakan sebuah titik dapat dilihat pada sub program berikut ini.

```
Procedure PointNDC(P:point);
var
  pNDC : point;
begin
  pNDC.x := TalaX(P.x);
  pNDC.y := TalaY(P.y);
  putpixel(pNDC.x,pNDC.y);
end;
```

dimana point merupakan suatu tipe data record dengan struktur berikut:

```
type
  point : record
    x,y : real;
  end;
```

### 5.1.2 Segmen Garis (Line)

Segmen garis tersusun atas pasangan titik yang disebut dengan  $p1(x1,y1)$  dan  $p2(x2,y2)$ . Untuk memetakan sebuah segmen garis terlebih dahulu harus memetakan sembarang titik  $p1$  dan  $p2$  ke layar tampilan dengan persamaan (5.3) dan (5.4). Sedang implementasi dari pemetaan garis dapat dilihat pada sub program berikut :

```

Procedure LineNDC(p1,p2:point);
  var
    pNDC1,pNDC2 : point;
  begin
    pNDC1.x := TalaX(p1.x);
    pNDC1.y := TalaY(p1.y);
    pNDC2.x := TalaX(p2.x);
    pNDC2.y := TalaY(p2.x);
    line(pNDC1.x,pNDC1.y,pNDC2.x,pNDC2.y);
  end;

```

### 5.1.3 Garis Banyak (Polyline)

Segi banyak merupakan suatu bangunan yang tersusun atas beberapa segmen garis. Akhir dari pasangan titik segmen garis merupakan awal dari pasangan titik segmen garis berikutnya. Sub program di bawah ini mengimplementasikan *polyline*.

```

Procedure DrawPolyNDC(numpoint:word; var polypoint);
  const
    maxpoint = 100;
  type
    poly = array[1..maxpoint] of point;
    pointInt = record
      x,y : word;
    end;
  var
    pNDC : array[1..maxpoint] of pointInt;
    l : integer;
  begin
    for l:=1 to numpoint do

```

```

begin
  pNDC[i].x := TalaX(poly(polypoints[i].x));
  pNDC[i].y := TalaY(poly(polypoints[i].y));
end;
end;

```

#### 5.1.4 Lingkaran (Circle)

Untuk menggambarkan sebuah lingkaran dengan titik pusat  $C(x,y)$  dan jari-jari  $R$ , maka dengan prosedur `CIRCLE()`, bahasa pemrograman Borland Delphi dapat melakukannya dengan baik. Namun untuk kondisi tertentu prosedur tersebut kurang tepat untuk digunakan. Oleh karena itu perlu didefinisikan sebuah istilah *regular polygon*.

Menurut Francis S. Hill<sup>7</sup> definisi dari *Regular Poligon* adalah poligon dengan sisi-sisi yang besarnya sama serta berhubungan secara berurutan dan sisi yang satu dengan sisi yang berada di sebelahnya memiliki sudut yang sama besarnya.

Sedang lingkaran adalah regular polygon dengan jumlah sisi tak terbatas. Untuk menggambar sebuah titik  $P(x,y)$  pada  $n$ -gon dengan sudut  $A$  digunakan persamaan :

$$X = R \cos (A) \quad (5.17)$$

dan

$$Y = R \sin (A) \quad (5.18)$$

sehingga diperoleh koordinat

<sup>7</sup> Francis S. Hill, Computer Graphics, Macmilan Publishing Company, New York, 1982.

$$P = (R \cos(A), R \sin(A)) \quad (5.19)$$

Bila ada N titik maka setiap sudut adalah kelipatan<sup>1</sup> dari (2/N). Sehingga untuk menggambar sebuah titik P<sub>1</sub>(x,y) ke-i akan diperoleh persamaan :

$$P_i = ( R \cos ( \frac{(2i-1)}{N} ), R \sin ( \frac{(2i-1)}{N} ) ) \quad (5.20)$$

Untuk lingkaran N dibuat sedemikian besar sehingga diperoleh kualitas yang baik. Sebagai contoh N diberi nilai 50. Dengan demikian dapat dibuat sebuah prosedur guna membuat sebuah lingkaran pada titik pusat C(x,y) dan jari-jari R. Sub program berikut merupakan implementasi dari persamaan (5.20).

```

Procedure circleNDC(C:point;R:real);
  const
    N=50;
  var
    p : point; l: integer;
    sudut, deltasudut : real;
  begin
    deltasudut := 2*pi/N;
    sudut := 0.0;
    p.x := R; p.y := 0.0;
    MoveToNDC(p);
    for l:=1 to N do
      begin
        sudut := sudut + deltasudut ;
        p.x := R*cos(sudut)+C.x; p.y := R sin(sudut)+C.y;
        LineToNDC(p);
      end;
    end;
  end;

```

dimana MoveToNDC() dan LineToNDC() merupakan sebuah prosedur seperti yang terlihat di bawah ini :

```
Procedure MoveToNDC(p:point);  
begin  
  MoveTo(TalaX(p.x), TalaY(p.y) );  
end;
```

```
Procedure LineToNDC(p:point);  
begin  
  LineTo(TalaX(p.x), TalaY(p.y) );  
end;
```

## 5.2 Pemotongan

Kadangkala pada saat menampilkan peta di layar tampilan ada segmen tertentu yang harus dihilangkan. Penghilangan bagian gambar sering disebut dengan istilah pemotongan (*clipping*). Pada prinsipnya, pemotongan akan menentukan bagian yang nampak dan bagian yang tidak nampak di layar. Karena sebagian besar dari gambar terdiri dari titik dan garis, maka akan diuraikan bagaimana proses pemotongan bisa dilaksanakan pada kedua elemen gambar ini.

### 5.2.1 Pemotongan Titik

Pemotongan titik pada hakekatnya dilakukan untuk mengetahui apakah suatu titik terdapat di dalam atau di luar jendela. Apabila terletak di dalam jendela, berarti titik tersebut akan nampak di layar atau sebaliknya. Bila diketahui sebuah jendela berbentuk persegi panjang, dengan titik kiri atasnya berkoordinat  $(X_{min}, Y_{min})$  dan titik kanan bawahnya berkoordinat  $(X_{max}, Y_{max})$ , maka sebuah titik

P yang berkoordinat  $(X_p, Y_p)$  akan terletak di dalam jendela jika kedua pertidaksamaan berikut terpenuhi :

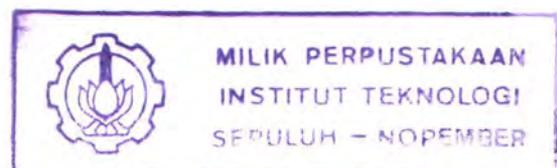
$$X_{min} \leq X_p \leq X_{max} \quad ( 5.25 )$$

$$Y_{min} \leq Y_p \leq Y_{max} \quad ( 5.26 )$$

Jika salah satu dari kedua pertidaksamaan di atas tidak terpenuhi berarti titik P tidak akan terlihat pada layar tampilan. Sub program berikut berfungsi untuk mengecek apakah sebuah titik P berada di dalam atau di luar layar tampilan.

```
Function ClipPoint(p:point):boolean;
begin
  ClipPoint := NOT ( (p.x >= Wminx) AND (p.x <= Wmaxx) AND
                    (p.y >= Wminy) AND (p.y <= Wmaxy) );
end;
```

di mana  $W_{minx}$ ,  $W_{maxx}$ ,  $W_{miny}$ ,  $W_{maxy}$  merupakan titik-titik diagonal jendela.



### 5.2.2 Pemotongan Garis

Berdasarkan pemotongan titik yang dijelaskan sebelumnya, dikembangkan satu algoritma untuk mengetahui apakah suatu garis berada di dalam atau di luar jendela dengan hanya mengecek kedua titik ujung dari garis tersebut.

Salah satu algoritma untuk mengetahui apakah suatu segmen garis berada di dalam atau di luar jendela dikemukakan oleh *Cohen-Sutherland*<sup>8</sup>, sehingga disebut dengan *algoritma Cohen-Sutherland*.

Dalam algoritma tersebut, penggal garis akan dikategorikan menjadi salah satu dari tiga kemungkinan berikut ini :

1. Garis tampak (visible), apabila kedua titik ujung garis berada di dalam jendela.
2. Garis tidak tampak (not visible), yaitu garis yang terletak di luar jendela. Garis yang berujung pada titik (X1,Y1) dan (X2,Y2) akan terletak di luar jendela jika salah satu dari empat pertidaksamaan berikut ini dipenuhi :

$$X1, X2 > X_{max} \quad Y1, Y2 > Y_{max} \quad (5.27a)$$

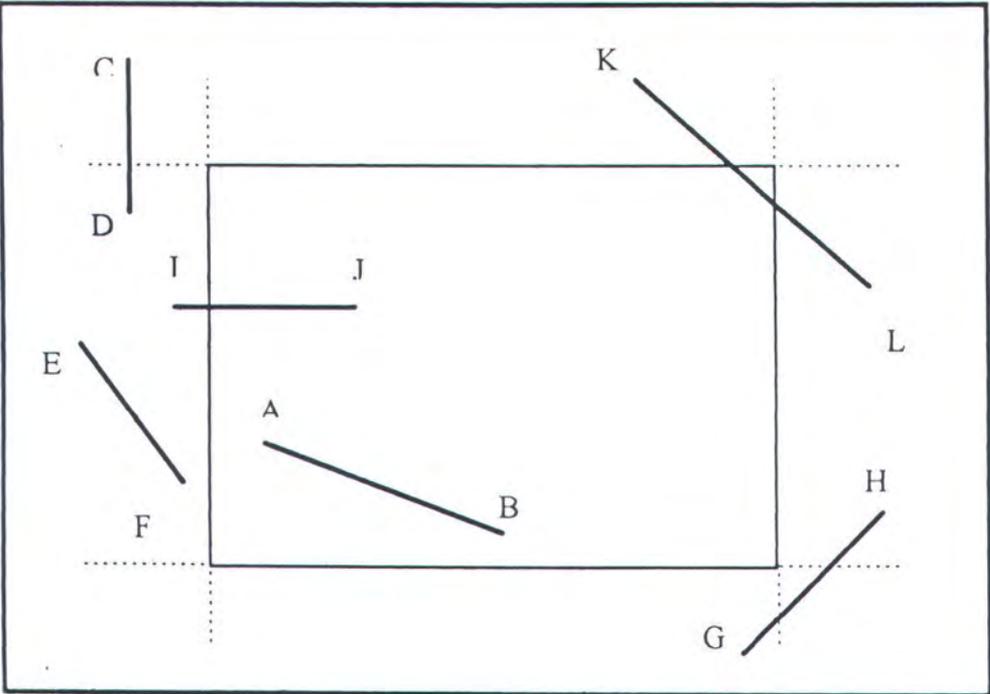
$$X1, X2 < X_{min} \quad Y1, Y2 < Y_{min} \quad (5.27b)$$

3. Garis calon dipotong (clipping candidate), jika tidak termasuk dalam dua kategori (1) atau (2).

Gambar 5.2 merupakan contoh yang memperlihatkan kemungkinan-kemungkinan di atas.

Sesuai dengan Gambar 5.2, sembarang titik ujung akan berada pada salah satu dari 9 daerah seperti yang tersaji pada Gambar 5.3.

<sup>8</sup> Francis S. Hill, *Computer Graphics*, Macmillan Publishing Company, New York, 1982.



Gambar 5.2 Contoh penggal garis

1001	1000	1010
0001	0000	0010
0101	0100	0101

Gambar 5.3 Kode daerah penentuan penggal garis

Algoritma untuk menentukan kategori penggal garis adalah sebagai berikut :

1. Tentukan kode 4-bit untuk setiap ujung garis. Kode untuk setiap titik ujung garis dibaca dari kiri ke kanan sebagai berikut :

- ⇒ bit pertama menunjukkan bahwa titik terletak di atas jendela.
- ⇒ bit kedua menunjukkan bahwa titik terletak di bawah jendela.
- ⇒ bit ketiga menunjukkan bahwa titik terletak di kanan jendela.
- ⇒ bit keempat menunjukkan bahwa titik terletak di kiri jendela.

Dalam kode, bit 1 menunjukkan nilai benar ( berarti titik ujung garis ada pada daerah yang dimaksud), dan bit 0 menunjukkan nilai salah.

2. \* Garis dikategorikan tampak, bila kedua titik ujungnya mempunyai kode 0000.
- Garis akan tidak tampak apabila hasil operasi logika AND pada kedua titik ujungnya tidak sama dengan 0000
  - Bila hasil operasi logika AND dari kedua titik ujungnya sama dengan 0000, maka penggal garis tersebut merupakan garis yang mungkin dipotong.
3. Untuk garis yang termasuk kategori ketiga (*clipping candidate*) diperlukan algoritma baru guna menentukan potongan-potongan garis untuk dinyatakan sebagai kategori pertama (garis tampak) atau kategori kedua (garis tidak tampak).

### 5.3 Penghapusan

Pada dasarnya penghapusan obyek terdiri dari 2 proses, yaitu proses pencarian data dengan menggunakan koordinat x dan y yang didapat dari posisi pointer mouse pada saat di-klik dan proses penghapusan data dari database.

Proses pencarian data dilakukan dengan pencocokan (*matching*) antara koordinat x dan y yang berasal dari pointer mouse dengan koordinat dari komponen jaringan listrik yang tersimpan di dalam database. Pada modul editor peta planimetris terdapat 3 database, yaitu database kabel, database teks dan database simbol.

#### 5.3.1 Penghapusan Kabel

Untuk penghapusan sebuah kabel, prosesnya adalah mencocokkan apakah sebuah titik ( yang ditunjuk oleh pointer mouse ) bersinggungan dengan sebuah garis ( kabel ). Hal ini dapat diwujudkan dengan menggunakan persamaan matematika berikut :

$$\frac{Y - Y1}{Y1 - Y2} = \frac{X - X1}{X2 - X1} \quad ( 5.28 )$$

dimana X dan Y adalah koordinat pointer mouse, sedangkan X1 dan Y1 adalah koordinat salah satu ujung dari garis tersebut serta X2 dan Y2 adalah koordinat lainnya. Jika syarat diatas terpenuhi, maka penghapusan dilakukan.

Persamaan matematika di atas diimplementasikan dengan sub program berikut :

```

procedure match_line(x,y:real;Sender:TForm);
var
    match : boolean;
    dupline : Tline;
begin
    match:=false;
    dupline := linehead;
    {cocokkan titik dengan persamaan garis yang ada kemudian hapus
    node dari link list kabel }
    While dupline <> nil do
        begin
            with dupline^ do
                begin
                    If abs(((x-x1)*(y2-y1))-((y-y1)*(x2-x1))) < 0.1 then
                        begin
                            deleteline(dupline);
                            match:=true;
                        end;
                    end;
                    dupline := dupline^.next;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

```

### 5.3.2 Penghapusan Simbol

Untuk menghapus sebuah simbol, prosesnya adalah mencocokkan apakah koordinat X terletak diantara dua nilai tertentu, begitu pula dengan koordinat Y. Pada modul yang dikembangkan ini koordinat X dan Y dari sebuah simbol adalah titik pusat simbol dan besar rata-rata sebuah simbol adalah 5 point yang umumnya berbentuk bujur sangkar. Dengan kondisi seperti di atas dapat ditentukan syarat-syarat yang harus dipenuhi :

$$X_r - 5 < X < X_r + 5 \quad (5.29)$$

$$Y_r - 5 < Y < Y_r + 5 \quad (5.30)$$

dimana X dan Y adalah koordinat pointer mouse, sedang  $X_r$  dan  $Y_r$  adalah koordinat dari titik pusat simbol. Jika syarat (5.29) dan (5.30) dipenuhi, maka dilakukan penghapusan.

Syarat-syarat di atas diimplementasikan dalam sub program berikut :

```

procedure match_symbol(xndc,yndc:real;Sender:TForm);
var
  match : boolean;
  dumsymb : Tsymbol;
begin
  match:=false;
  dumsymb := symbolhead;
  { cocokkan titik dengan koordinat simbol, kemudian hapus dari
  link list simbol }
  While dumsymb <> nil do
    begin
      with dumsymb^ do
        begin
          If ( (abs(x-xndc)<2.5) and (abs(y-yndc)<2.5) ) then
            begin
              deletesymbol(dumsymb);
              match:=true;
            end;
          end;
          dumsymb := dumsymb^.next;
        end;
    end;
end;

```

### 5.3.3 Penghapusan Teks

Untuk menghapus sebuah teks, prosesnya adalah mencocokkan apakah koordinat Y terletak di antara dua nilai

tertentu yang tetap dan koordinat X terletak di antara dua nilai yang besarnya selalu berubah sebanding dengan panjang teks.

Pada modul yang dikembangkan ini, koordinat X dan Y dari teks terletak pada ujung kiri atas dari teks tersebut. Sedang ukuran teks ditentukan sebesar 2.5 point dan panjang teks tidak dibatasi. Dengan kondisi seperti ini dapat ditentukan syarat-syarat yang harus dipenuhi, kemudian penghapusan dilakukan.

$$Y_r < Y < Y_r + 2.5 \quad (5.31)$$

$$X_r < X < X_r + \text{panjang teks} \quad (5.32)$$

dimana X dan Y adalah koordinat pointer mouse, sedangkan  $X_r$  dan  $Y_r$  adalah koordinat dari ujung kiri atas teks.

Kondisi diatas diimplementasikan melalui sub program berikut :

```

procedure match_text(xndc,yndc:real;Sender:TForm);
var
    match : boolean;
    dumtext : Ttext;
begin
    match:=false;
    dumtext := texthead;
    { cocokkan titik dengan koordinat teks yang ada kemudian hapus
      dari link list text }
    While dumtext <> nil do
    begin
        with dumtext^ do
        begin
            If ((xndc-x)>=0) and ((xndc-x)<length(tulisan)) and
              ((y-yndc)>=0) and ((y-yndc)<2.5) then
            begin
                deletetext(dumtext);
                match:=true;
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

    dumtext := dumtext^.next;
  end;
end;

```

## 5.4 Transformasi Obyek

Transformasi pada dasarnya mengubah posisi setiap obyek ke posisi lain dengan menggunakan fungsi T yang memetakan koordinat P menjadi koordinat Q, dan ditulis sebagai :

$$T(P_x, P_y) = (Q_x, Q_y) \quad (5.33)$$

Jenis transformasi obyek yang paling banyak digunakan dalam komputer grafik adalah transformasi afin (*affine transformation*). Dalam transformasi dua dimensi, fungsi transformasi T akan memetakan  $P=(P_x, P_y)$  menjadi  $Q=(Q_x, Q_y)$ , dimana  $Q_x$  dan  $Q_y$  mempunyai hubungan dengan  $P_x$  dan  $P_y$  berdasarkan persamaan berikut ini :

$$Q_x = aP_x + cP_y + Tr_x \quad (5.34)$$

$$Q_y = bP_x + dP_y + Tr_y \quad (5.35)$$

dengan a, b, c, d,  $Tr_x$  dan  $Tr_y$  adalah sembarang konstanta.

Dengan perhitungan yang sederhana, persamaan di atas dapat dituliskan sebagai :

$$(Q_x, Q_y) = (P_x, P_y) \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} + (TR_x, TR_y) \quad (5.36)$$

Persamaan di atas dapat juga ditulis dengan cara yang lebih singkat, yaitu :

$$Q = PM + TR \quad (5.37)$$

dengan  $TR = (TR_x, TR_y)$  dan disebut sebagai offset vector, dan  $M$  adalah matrix berukuran  $2 \times 2$ . Sejumlah transformasi dasar dari transformasi affin antara lain adalah : penggeseran (*translation*), penskalaan (*scaling*), dan pemutaran (*rotation*).

#### 5.4.1 Penggeseran

Sembarang titik pada bidang  $xy$  dapat digeser ke sembarang tempat dengan menggunakan persamaan :

$$(Q_x, Q_y) = (P_x + TR_x, P_y + TR_y) \quad (5.38)$$

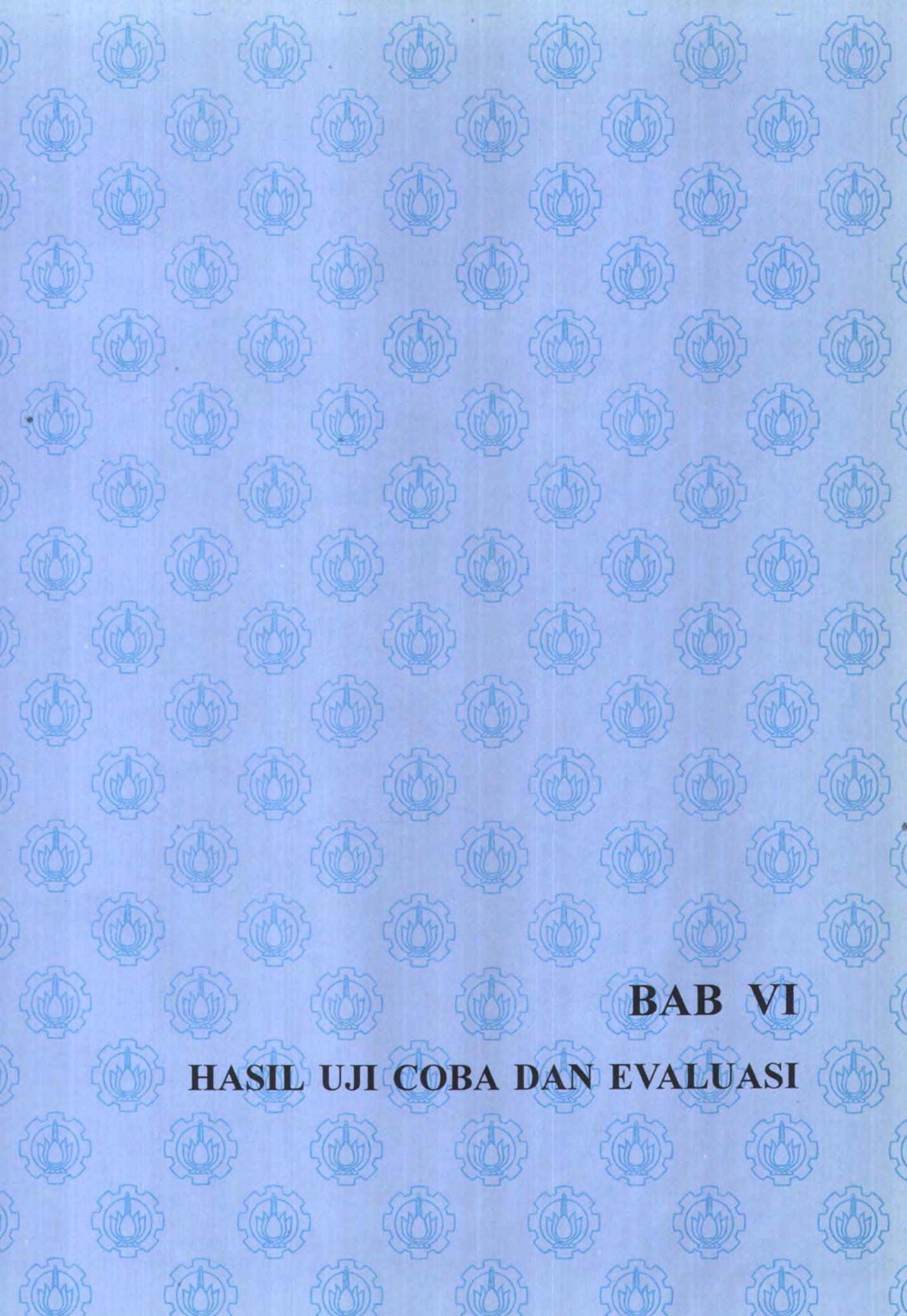
#### 5.4.2 Penskalaan

Penskalaan adalah proses untuk memperbesar atau memperkecil suatu gambar. Dengan menggunakan persamaan  $Q=PM+TR$ , maka hasil penskalaan dapat dinyatakan sebagai :

$$(Q_x, Q_y) = (S_x P_x, S_y P_y) \quad (5.39)$$

dengan  $S_x$  adalah faktor skala mendatar dan  $S_y$  adalah faktor skala tegak, sedang offset vector TR bernilai nol. Untuk matrix  $M$  dinyatakan sebagai :

$$M = \begin{bmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{bmatrix}$$



**BAB VI**

**HASIL UJI COBA DAN EVALUASI**

## **BAB VI**

### **HASIL UJI COBA DAN EVALUASI**

Hasil dari perangkat lunak dalam tugas akhir ini harus melalui beberapa proses pengujian agar dapat dikatakan layak untuk dioperasikan. Uji coba ini dilakukan pada masing-masing modul sehingga dapat diketahui kesalahan dan kekurangan yang terjadi pada tiap-tiap tahap proses. Dengan demikian upaya perbaikan dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

Uji coba dilakukan pada modul-modul program yang telah dibuat, yaitu :

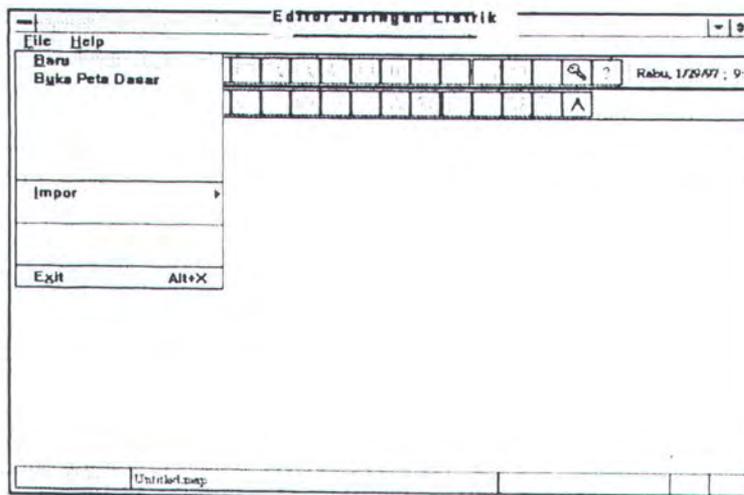
1. Penggambaran simbol
2. Penggambaran jaringan listrik
3. Penggambaran SLD
4. Penayangan konektifitas antara peta jaringan listrik dengan peta SLD, serta perbedaan warna antara kabel yang dialiri listrik dan yang tidak.

#### **6.1 Editor Jaringan Listrik**

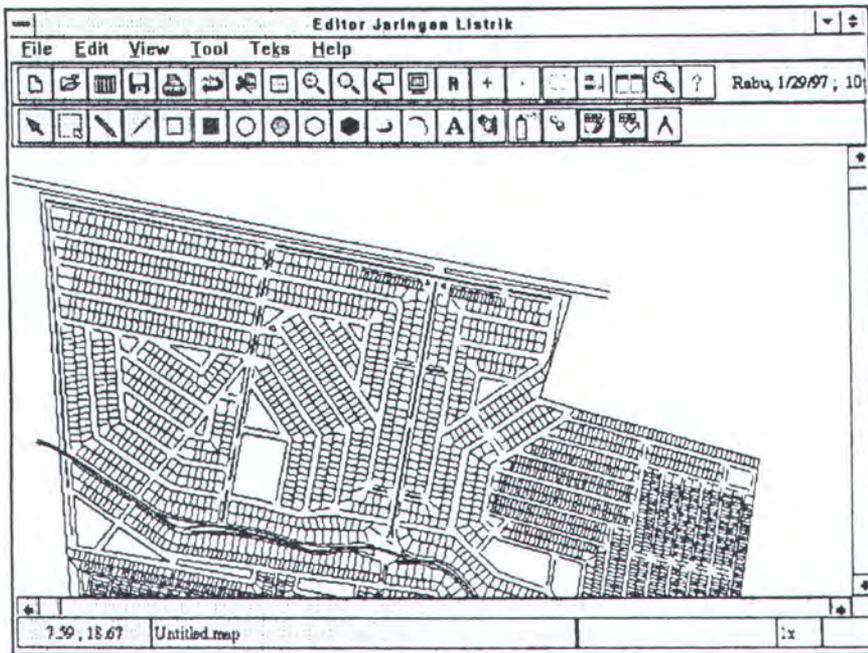
Modul ini berfungsi untuk membaca peta dasar yang diambil dari hasil scaner yang dikonversikan ke format DXF (konversi data peta berbentuk raster ke bentuk vektor). Proses konversi ini harus benar-

benar bebas dari *noise*, walaupun ada sebaiknya seminim mungkin. Karena noise yang terjadi dapat menyebabkan jumlah titik yang banyak dan membuat pola tidak teratur pada segmen-segmen garis yang dihasilkan (bergerigi, tidak membentuk garis lurus). Untuk hasil yang lebih baik disarankan untuk menggunakan perangkat lunak ArcInfo atau AutoCAD.

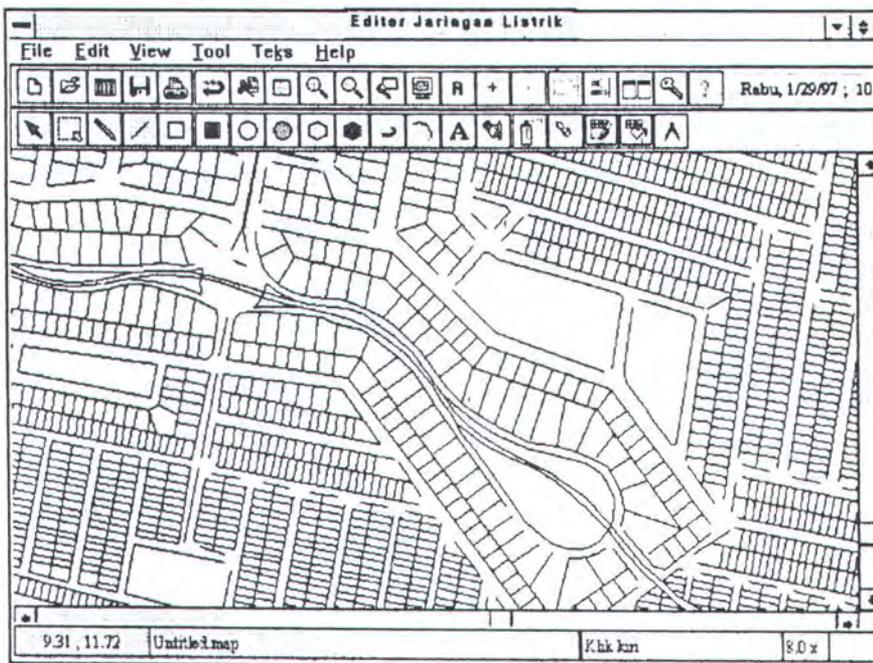
Gambar berikut menunjukkan bagaimana modul editor jaringan listrik bekerja :



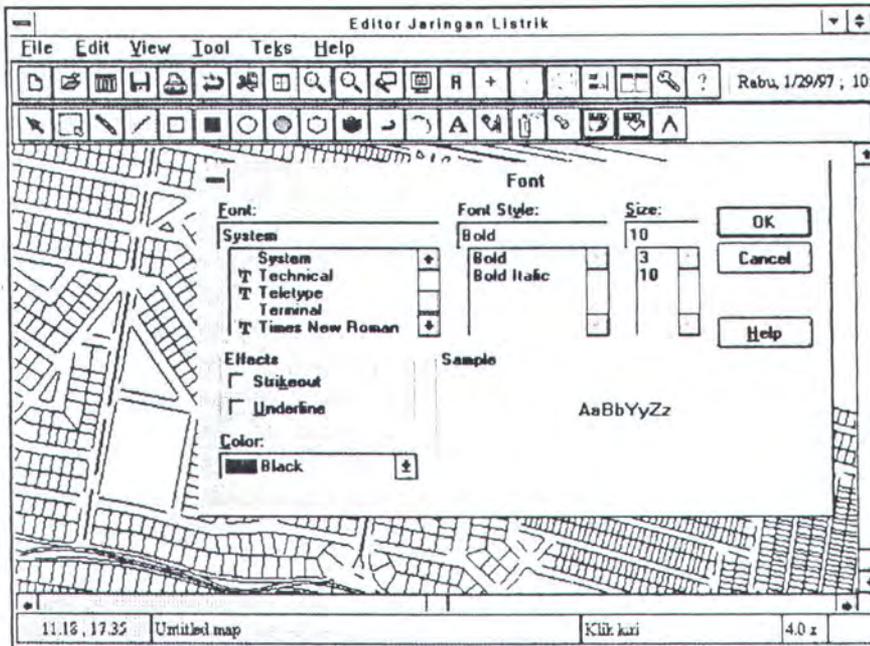
Gambar 6.1 Menu Editor Jaringan Listrik



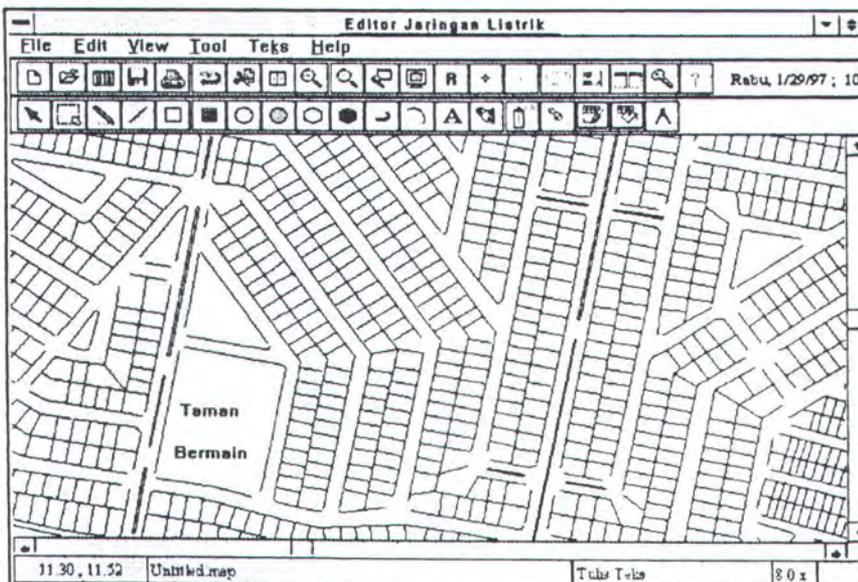
Gambar 6.2 Menampilkan peta dasar



Gambar 6.3 Peta dasar yang diperbesar 8:1



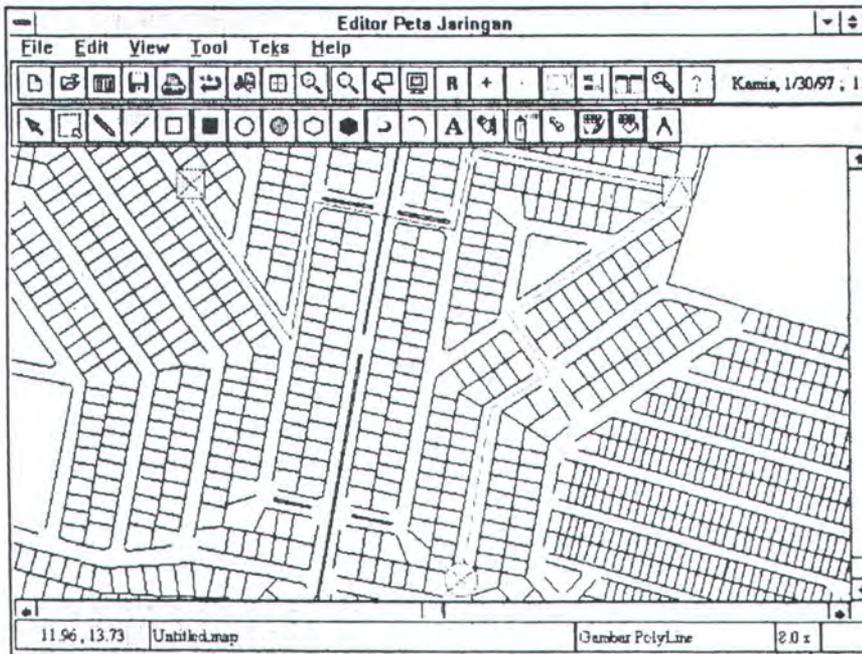
Gambar 6.4 Menu memilih jenis teks



Gambar 6.5 Menambahkan teks pada peta

Modul ini juga berfungsi untuk menggambar peta jaringan listrik diatas peta dasar yang telah dibuat sebelumnya.

Berikut ini adalah salah satu contoh penggambaran peta jaringan listrik.

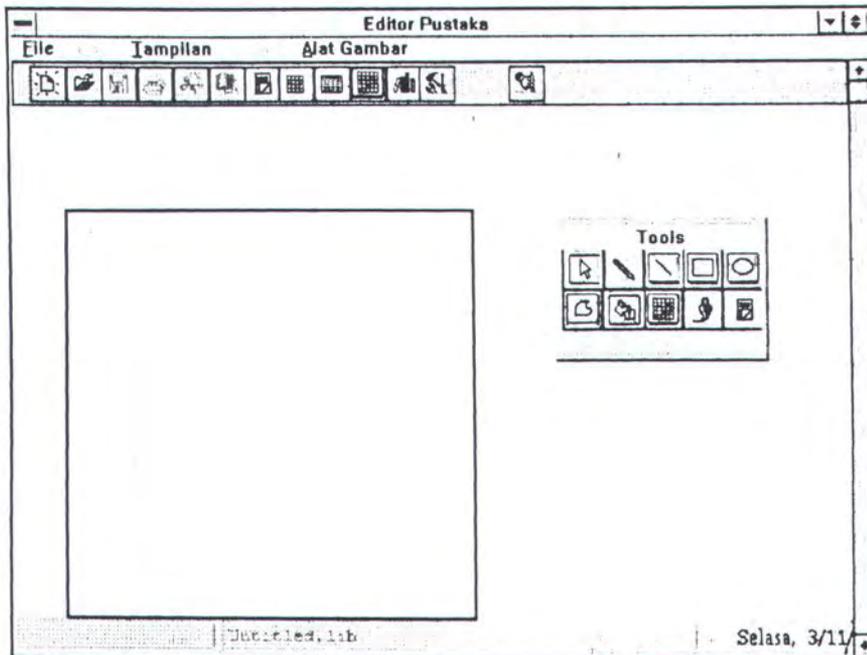


Gambar 6.6 Menggambar Peta Jaringan Listrik

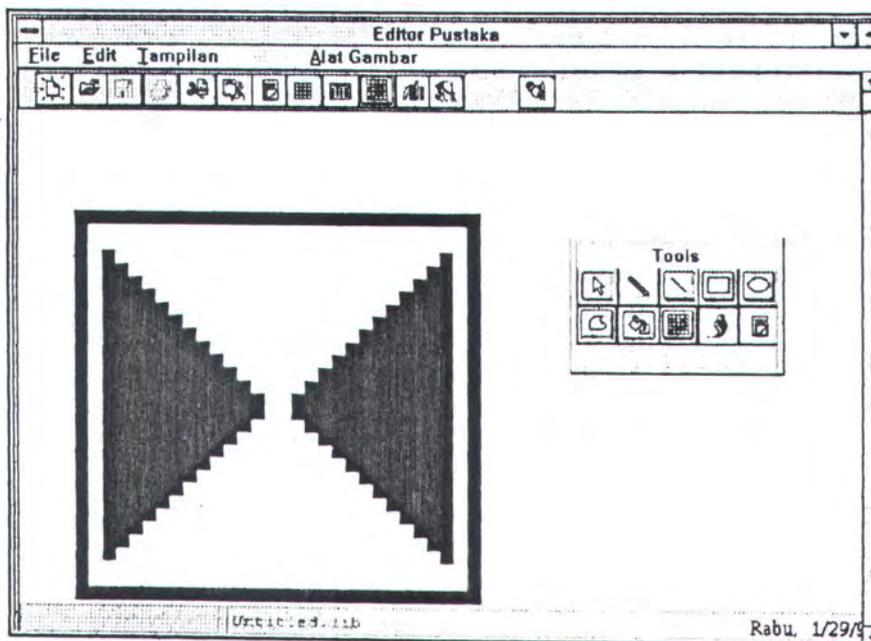
## 6.2 Editor Pustaka

Modul ini berfungsi untuk menggambar dan mengedit simbol-simbol yang dipergunakan pada editor penggambaran jaringan listrik atau pada single line diagram.

Berikut ini adalah beberapa contoh dari penggambaran dan pengeditan simbol :



Gambar 6.7 Jenis-jenis bentuk dasar pada Editor Pustaka



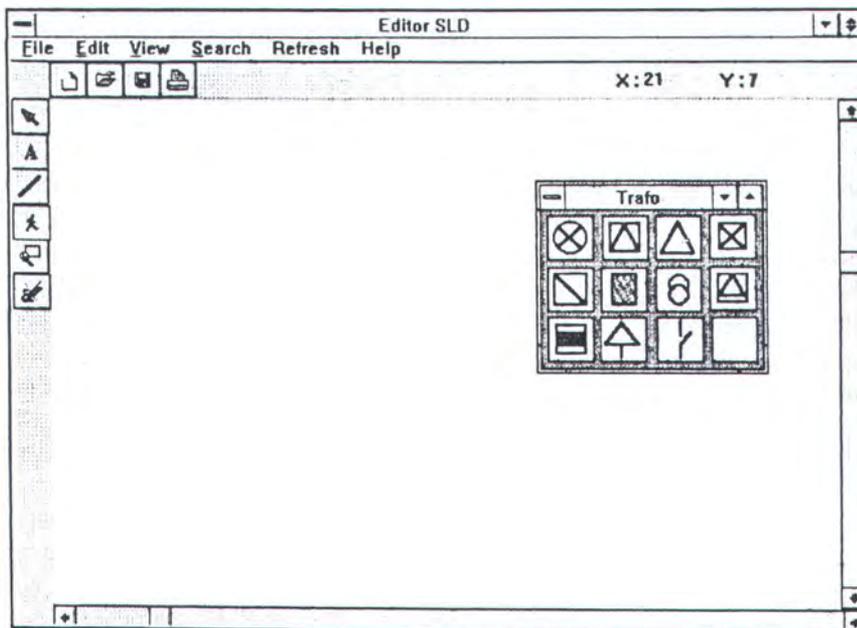
Gambar 6.8 Penggambaran Simbol

### 6.3 Editor Single Line Diagram

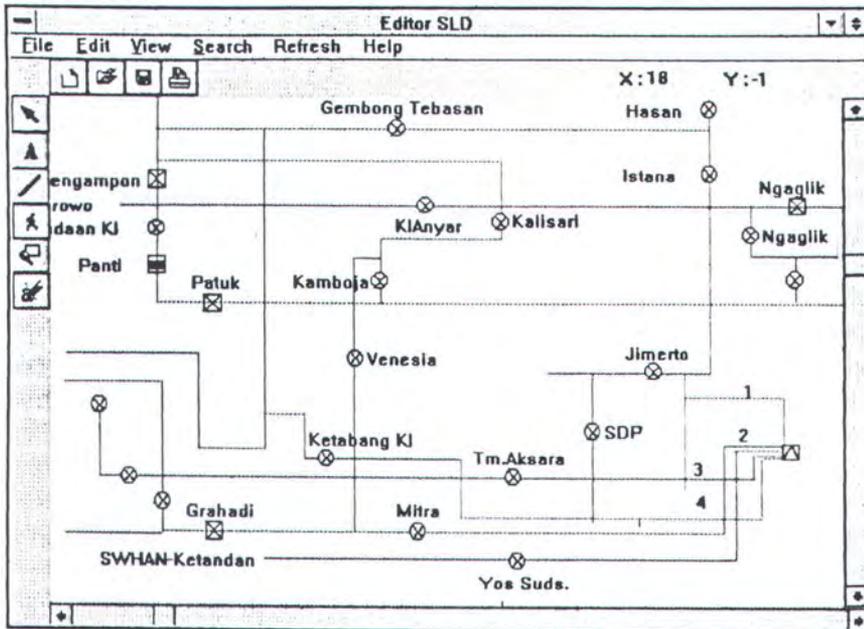
Modul ini digunakan untuk menggambar *single line diagram* yang menggambarkan komponen - komponen listrik menggunakan simbol-simbol yang telah tersedia. Proses pengisian database komponen juga dapat dilakukan pada modul ini.

Selain itu operasi standar editor seperti *zooming*, *scrolling*, dan penghapusan juga melengkapi modul ini.

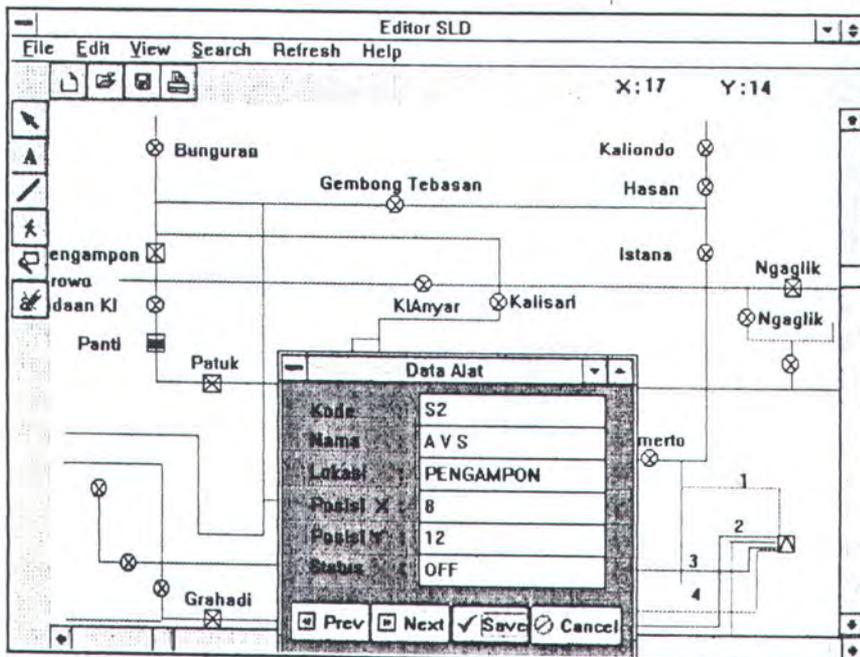
Berikut ini adalah sebagian contoh dari penggambaran dan pengeditan *single line diagram* :



Gambar 6.9 Fasilitas pemilihan simbol



Gambar 6.10 Penggambaran SLD



Gambar 6.11 Proses input data komponen

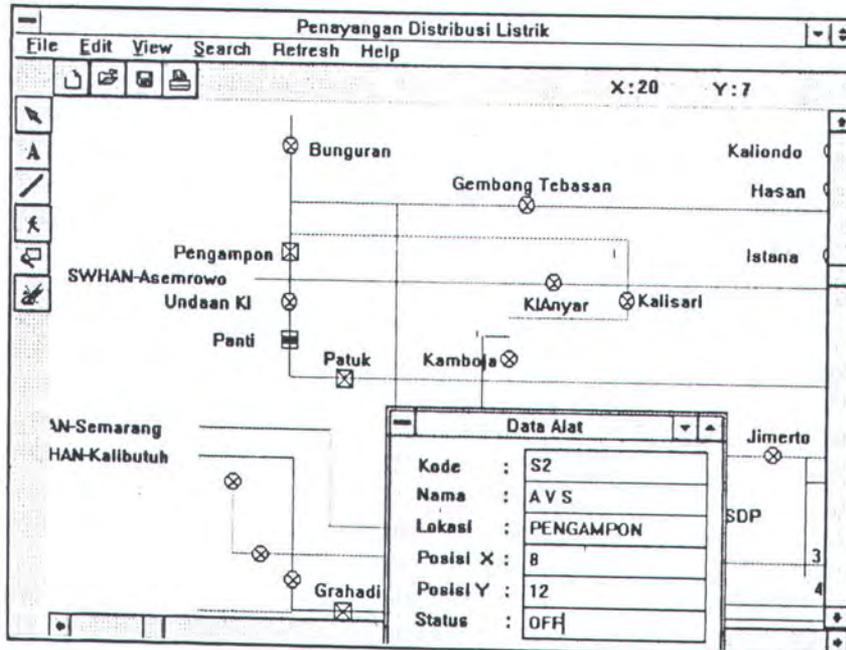
## 6.4 Penayangan Jaringan

Modul ini digunakan untuk menghubungkan 2 jenis pemetaan melalui database yang terkoordinir. Sehingga perpindahan dapat dilakukan dari peta berbentuk planimetris menuju peta berbentuk single line diagram.

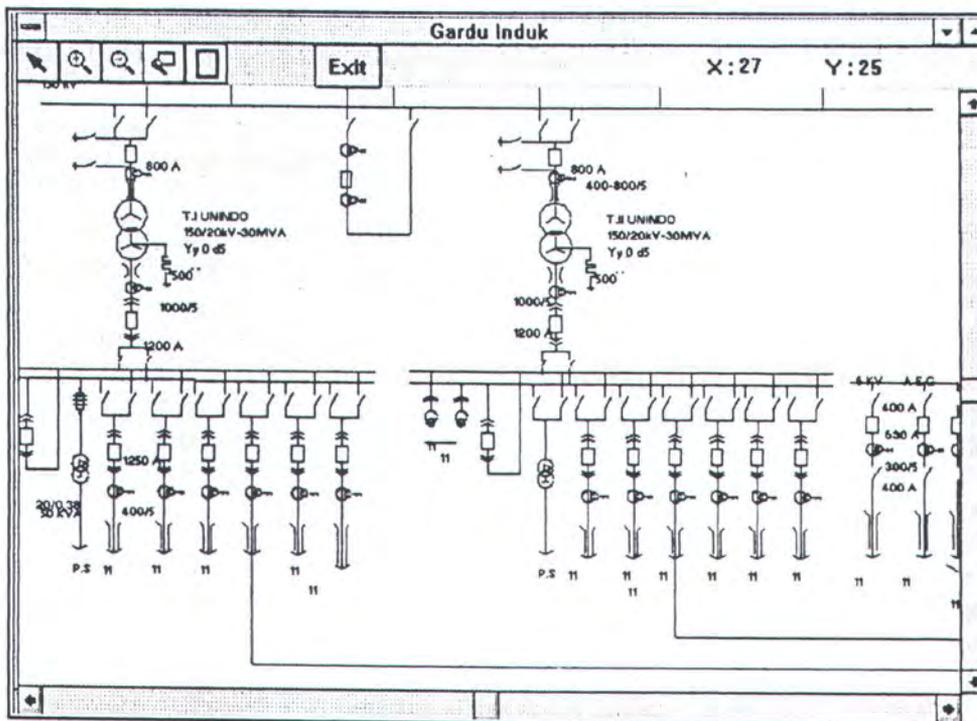
Sedang penayangan yang dapat dilakukan adalah pemutusan / penyambungan aliran listrik, yang diimplementasikan dengan perubahan warna kabel yang dialiri listrik / tidak.

Selain itu dapat juga ditampilkan gambar detail SLD dan komponennya di dalam gardu induk.

Berikut ini adalah salah satu contoh pemutusan aliran listrik :



Gambar 6.12 Melihat informasi komponen SLD



Gambar 6.12 Informasi detail SLD di dalam gardu induk

## 6.5 Evaluasi Perangkat Lunak

Dari serangkaian uji coba yang telah dilakukan, dapat diperoleh gambaran mengenai kelebihan dan kekurangan dari perangkat lunak yang telah dibuat yaitu :

### 6.5.1 Kelebihan Perangkat Lunak

- ◆ Aplikasi dibuat dalam sistem berbasis windows, yang sangat mendukung tampilan gambar grafis.
- ◆ Kemampuan untuk membaca file peta berbentuk vektor dengan format DXF yang dapat dihasilkan perangkat lunak AutoCAD ,

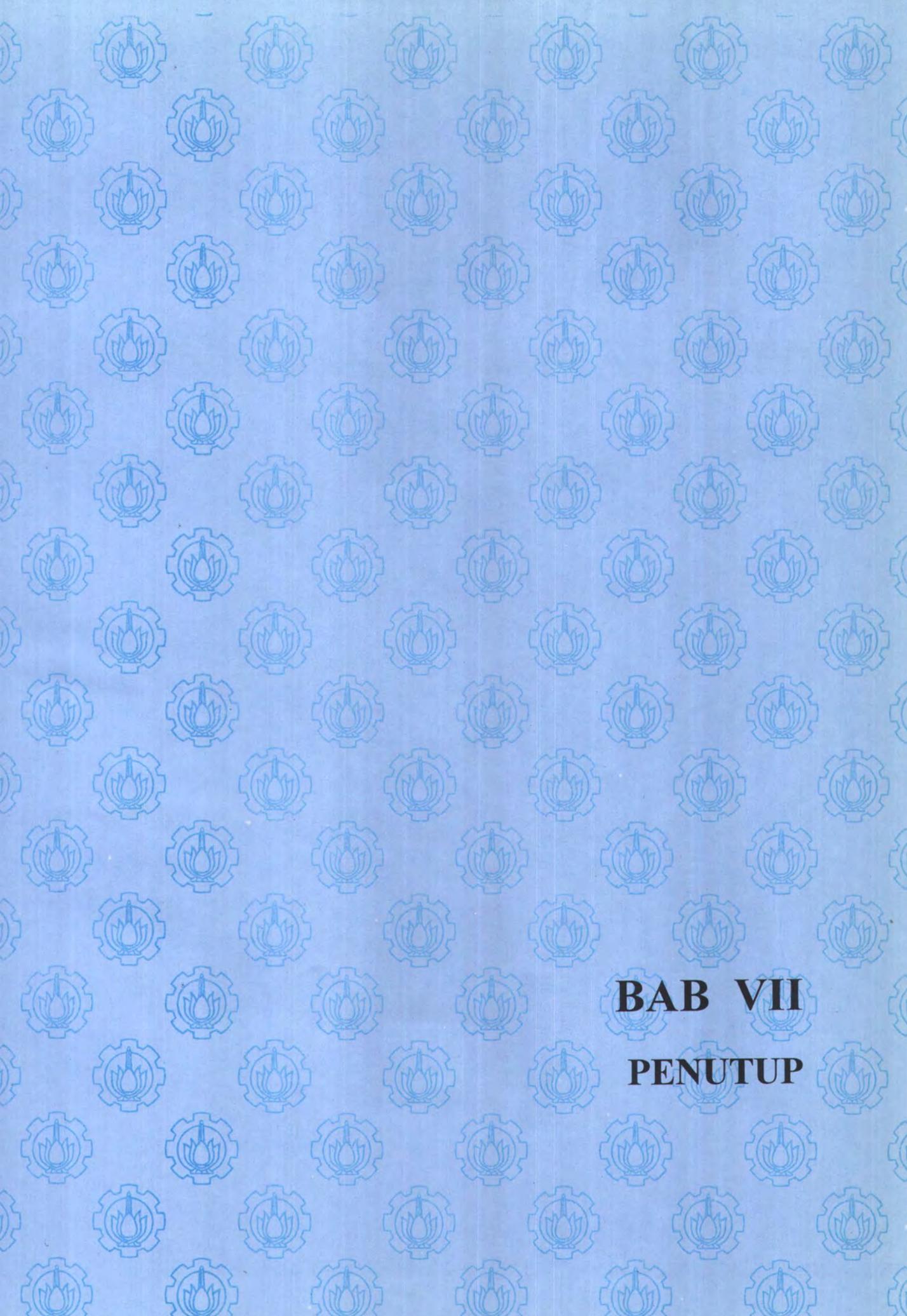
Vector Master atau MStyler ( ketiga aplikasi ini dapat mengubah data raster menjadi data vektor) sehingga menghemat waktu dibandingkan dengan penggambaran peta secara manual.

- ◆ Proses *zooming*, *scrolling* dan penggambaran ulang dapat dilakukan dengan cepat karena prosesnya dilakukan di memori.
- ◆ Proses pembesaran gambar dapat dilakukan dengan baik karena bentuk datanya berupa vektor.
- ◆ Kemampuan untuk menampilkan informasi secara interaktif dari peta pada layar monitor dengan menunjuk komponen yang ingin diketahui informasinya.
- ◆ Kemampuan untuk memvisualisasikan distribusi listrik.

### **6.5.2 Kekurangan Perangkat Lunak**

- ◆ Besarnya data yang dapat diakses tergantung pada banyaknya memori yang tersedia, karena seluruh proses dilakukan di memori.
- ◆ Keterbatasan perangkat lunak dalam melakukan melakukan perhitungan dan analisa komponen disebabkan kesulitan untuk mendapatkan teori dan data yang memadai.

Proses keseluruhan dari perangkat lunak yang cukup kompleks ini akan menyulitkan pengembang yang tidak mengikuti perkembangan perangkat lunak ini dari awal.



**BAB VII**

**PENUTUP**

## **BAB VII**

### **PENUTUP**

Dari hasil uji coba dan evaluasi yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan serta saran-saran sebagai berikut :

#### **7.1 Kesimpulan**

Perangkat lunak yang dikembangkan pada tugas akhir ini merupakan bagian dari teknologi Sistem Informasi Geografis yang berbasis titik yang sering disebut dengan Pemetaan Otomatis / Manajemen Fasilitas dengan aplikasi khusus pada sistem manajemen distribusi jaringan listrik.

Dalam pengembangan tugas akhir ini dipilih file gambar vektor yang memiliki format dxf. Karena besarnya ukuran file peta dxf ( berbentuk file teks ), maka setelah file tersebut dibaca, kemudian disimpan kembali dalam format biner.

Modul editor penggambaran jaringan listrik menerima file peta dasar yang dihasilkan *digitizer* atau perangkat lunak Arc Info / AutoCAD / VectorMaster, kemudian diatas peta dasar tersebut dapat digambar jaringan listrik secara interaktif oleh pemakai. Peta jaringan listrik digambar pada lapisan tersendiri dan diletakkan diatas peta dasar. Pengeditan hanya dapat dilakukan pada lapisan peta jaringan listrik

karena peta dasar dianggap sudah benar (pengeditan peta dasar dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Arc Info atau AutoCAD).

Modul editor SLD (Single Line Diagram) merupakan editor untuk menggambar SLD. Sedang Modul Editor Pustaka adalah modul yang dipergunakan untuk menggambar simbol dari komponen listrik yang nantinya digunakan pada modul editor SLD maupun modul editor penggambaran jaringan.

Modul penayangan digunakan untuk mengintegrasikan peta planimetris dengan SLD, sehingga data dari suatu lokasi pada peta planimetris secara otomatis dapat dilihat pada SLD dan sebaliknya. Selain itu dapat juga ditampilkan *telecontrol* yang dilakukan melalui SLD dan penampilan data yang lebih detail dari komponen SLD, contohnya gardu induk.

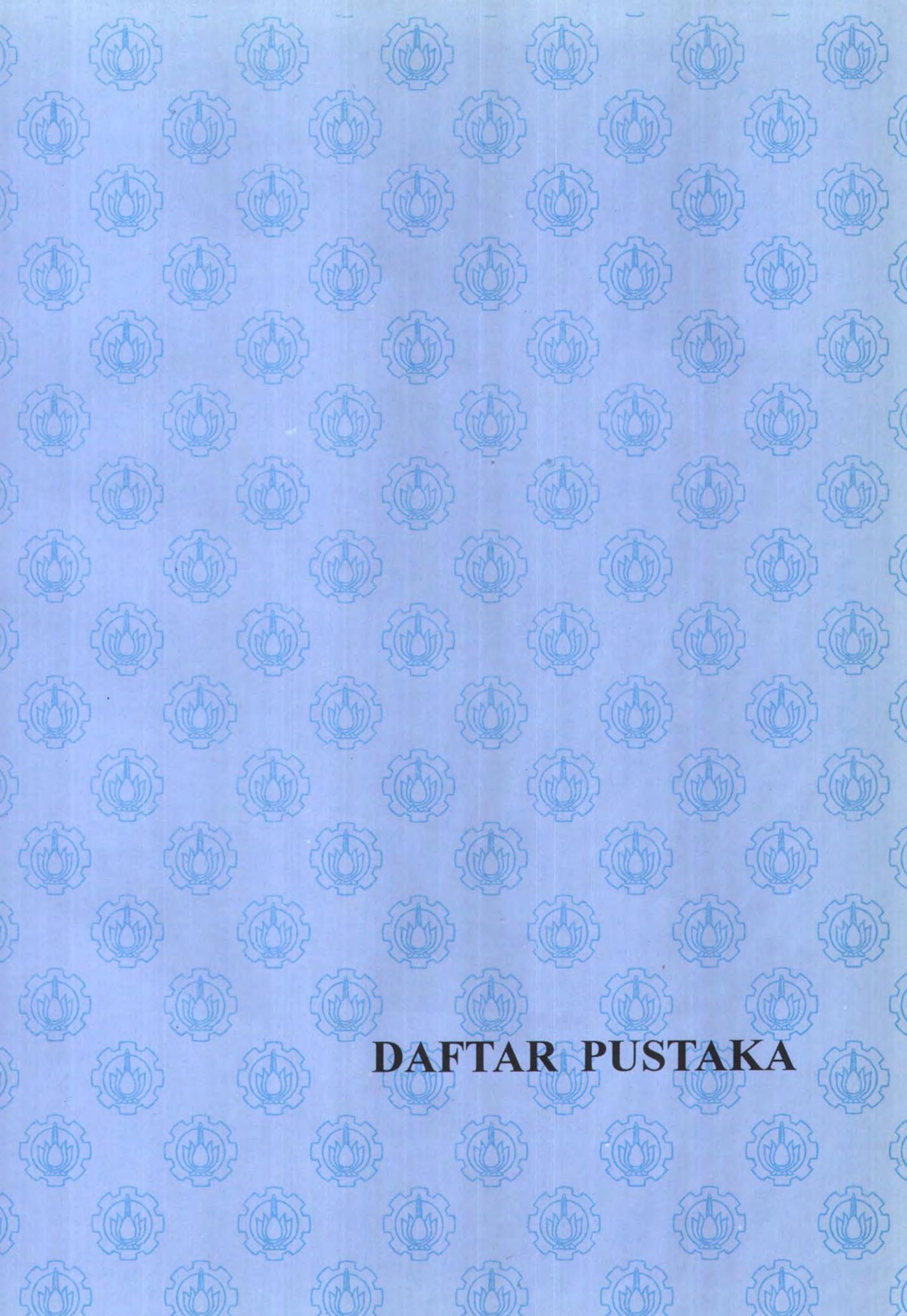
Manajemen fasilitas jaringan listrik dapat dilakukan dengan mudah dengan adanya integrasi dari kedua jenis peta diatas. Di mana SLD yang fungsinya ditekankan pada proses-proses operasional seperti pemantauan dan pengontrolan fasilitas jaringan listrik. Sedang peta jaringan listrik berfungsi sebagai alat bantu untuk mempercepat proses pencarian lokasi dari suatu komponen (*tracing*). Dengan adanya integrasi dari kedua peta diatas proses pengisoliran lokasi gangguan dapat dilakukan dengan cepat, karena pencarian komponen dapat dilakukan dengan mudah pada peta jaringan listrik, kemudian secara

otomatis akan ditampilkan SLD dengan lokasi yang sama. Dan dari SLD dapat dilakukan proses kontrol yang diperlukan.

## **7.2 Saran**

Sistem manajemen jaringan listrik berbasis peta ini dapat dikembangkan menjadi sistem yang terintegrasi dengan teknologi PMS (Power Monitoring System) yang sedang dikembangkan dan dipakai pada Perusahaan Listrik Negara cabang Surabaya. Cara kerja sistem ini mirip dengan teknologi SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) yang banyak dipakai pada perusahaan listrik.

Selain itu sistem manajemen jaringan listrik ini dapat juga dikembangkan menjadi suatu sistem yang lebih besar yang mencakup perencanaan, pemeliharaan jaringan dan penanganan gangguan listrik.



**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

1. \_\_\_\_\_ , *Delphi for Windows : User's Guide*, Borland International, Inc. , Scotts Valley, 1995.
2. \_\_\_\_\_ , *Delphi For Windows : Database Application*, Borland International, Inc. , Scotts Valley, 1995.
3. Burrough, P.A. , *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assesment*, Clarendon Press, Oxford, 1986.
4. Calvert, Charles, *Delphi 2 Unleashed*, Sams Publishing, 1996.
5. Cegrell Torsten, *Power System Control Technology*, Prentice Hall International, 1986.
6. Chang, Shi Kuo, *Principles of Pictorial Information Systems Design*, Prentice-Hall International, 1989.
7. ESRI (Enviromental Systems Research Institute Inc.), *Geographic Information System*, 1994.
8. Hill, Francis S. Jr. , *Computer Graphics* , Macmillan Publishing Company, New York, 1982.
9. Kadir, Abdul , *Pengantar Teknik Tenaga Listrik* , LP3ES, Jakarta, 1993.
10. Korth, Henry F. and Silberschatz, Abraham, *Database System Concepts* , McGraw Hill, 1987.
11. PLN Distribusi Jatim, ITS Surabaya , *Laporan Desain System Facility Management* , Juli 1995.

## **BAB VI**

### **HASIL UJI COBA DAN EVALUASI**

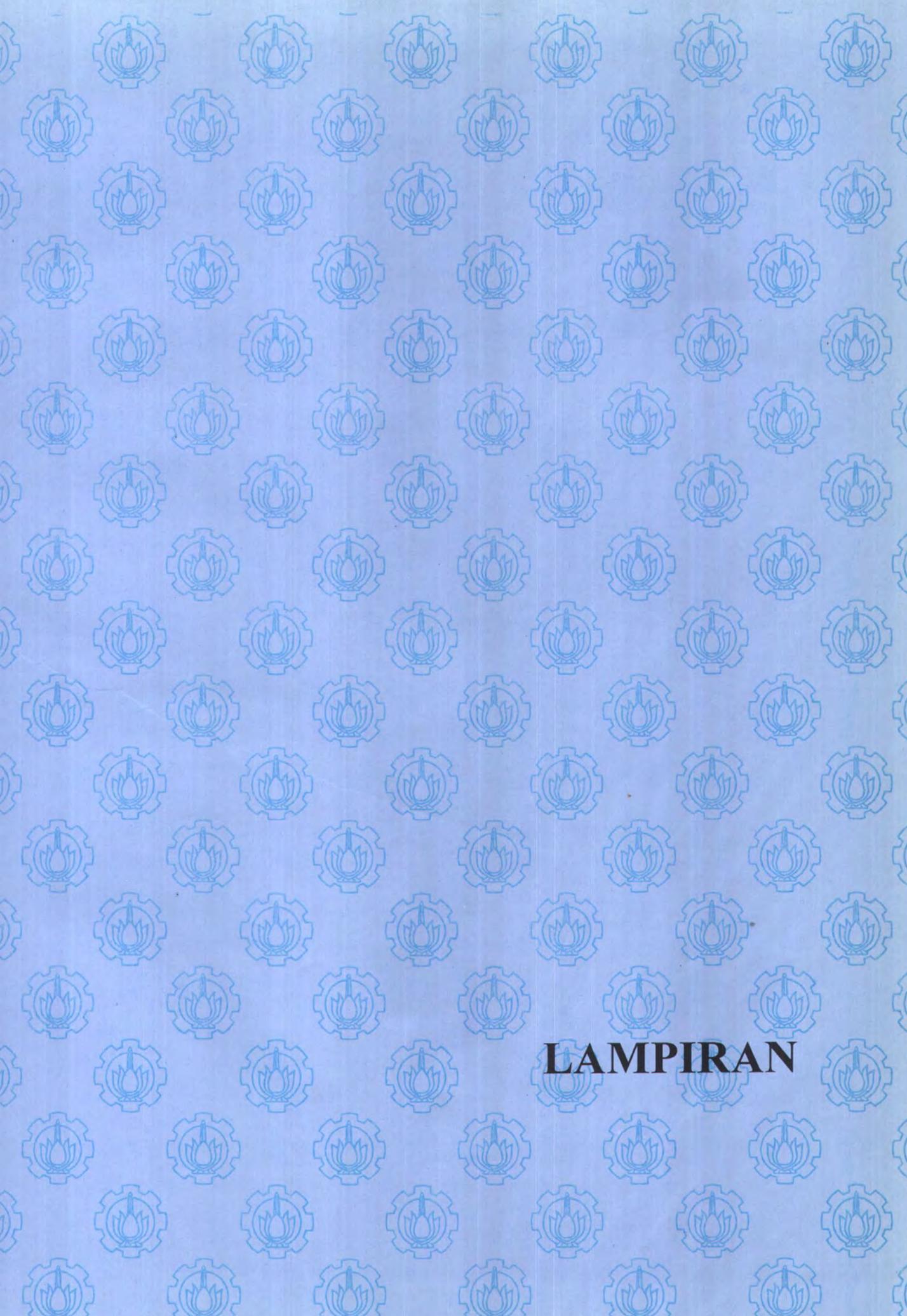
Hasil dari perangkat lunak dalam tugas akhir ini harus melalui beberapa proses pegujian agar dapat dikatakan layak untuk dioperasikan. Uji coba ini dilakukan pada masing-masing modul sehingga dapat diketahui kesalahan dan kekurangan yang terjadi pada tiap-tiap tahap proses. Dengan demikian upaya perbaikan dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

Uji coba dilakukan pada modul-modul program yang telah dibuat, yaitu :

1. Penggambaran simbol
2. Penggambaran jaringan listrik
3. Penggambaran SLD
4. Penayangan konektifitas antara peta jaringan listrik dengan peta SLD, serta perbedaan warna antara kabel yang dialiri listrik dan yang tidak.

#### **6.1 Editor Jaringan Listrik**

Modul ini berfungsi untuk membaca peta dasar yang diambil dari hasil scanner yang dikonversikan ke format DXF (konversi data peta berbentuk raster ke bentuk vektor). Proses konversi ini harus benar-



**LAMPIRAN**

# LAMPIRAN A

## ALGORITMA

### A.1 Algoritma Penayangan Jaringan

Untuk menayangkan jaringan listrik sesuai dengan status dari kondisi/status aliran listrik. Pada perangkat lunak ini diasumsikan jika gardu induk asal dimatikan arusnya maka gardu induk yang dituju secara otomatis statusnya juga dimatikan. Dengan asumsi seperti di atas maka dapat dibuat algoritma sebagai berikut :

1. Nochange=true.
2. Letakkan pointer1 pada head dari list kabel.
3. Letakkan pointer2 pada head dari list kabel.
4. Jika  $\text{pointer2}^{\wedge}.\text{asal} = \text{pointer1}^{\wedge}.\text{tujuan}$  dan  $\text{pointer1}^{\wedge}.\text{status} = \text{'OFF'}$  dan  $\text{pointer2}^{\wedge}.\text{status} = \text{'ON'}$  maka menuju no. 5, jika tidak menuju no. 8.
5.  $\text{pointer2}^{\wedge}.\text{status} = \text{'OFF'}$ ;
6. nochange=false;
7. Pindahkan pointer2 ke node berikutnya.
8. Jika  $\text{pointer2} \langle \rangle \text{nil}$  , kembali ke no. 4
9. Pindahkan pointer1 ke node berikutnya.
10. Jika  $\text{pointer1} \langle \rangle \text{nil}$  , kembali ke no.3.
11. Jika nochange=false , kembali ke no. 1,
12. Jika nochange=true lanjutkan ke no. 12.
12. Selesai.

## **A.2 Menggambar SLD Secara Otomatis**

Pada pengembangan perangkat lunak ini, penggambaran SLD dilakukan secara otomatis berdasarkan dengan gambar jaringan listrik yang sudah ada.

1. Berikut ini adalah algoritma yang digunakan untuk menggambar SLD secara otomatis :
2. Cari kode asal kabel, catat posisi  $X_a$  dan  $Y_a$  dari komponen asal.
3. Cari kode tujuan kabel, catat posisi  $X_t$  dan  $Y_t$  dari komponen yang dituju.
4. Cek apakah posisi komponen asal dan komponen tujuan terletak sejajar (horizontal / vertikal). Jika  $X_a = X_t$  atau  $Y_a = Y_t$  lanjutkan ke no. 4. Jika  $X_a \neq X_t$  dan  $Y_a \neq Y_t$  lanjutkan ke no. 5.
5. Gambar garis dari posisi  $X_a, Y_a$  menuju posisi  $X_t, Y_t$ .
6. Gambar garis dari posisi  $X_a, Y_a$  menuju posisi  $X_a, Y_t$ .
7. Gambar garis dari posisi  $X_a, Y_t$  menuju posisi  $X_t, Y_t$ .
8. Selesai.

## **A.3 Memasukkan data komponen/kabel**

Untuk proses penginputan data dapat dilakukan secara berurutan melalui menu Edit, perintah Input data. Untuk proses penginputan data yang tidak berurutan (simbol komponen langsung di-klik pada layar) digunakan algoritma sebagai berikut :

1. Cek apakah posisi mouse pada saat klik terdapat pada list simbol atau pada list kabel.

2. Jika posisi cocok, tampilkan data yang ada pada node tersebut, setelah data yang masih kosong dimasukkan oleh pemakai, hasilnya disimpan pada list.
3. Jika posisi tidak cocok tidak ditampilkan apapun pada layar.
4. Selesai.

#### **A.4 Menampilkan Detail Isi Sebuah GI**

Untuk menampilkan detail isi sebuah GI, dilakukan dengan cara melakukan klik dua kali pada posisi simbol GI yang diinginkan. Kemudian akan ditampilkan file gambar dengan format dxf yang namanya sesuai dengan GI yang diinginkan. Algoritmanya sebagai berikut :

1. Cek apakah posisi mouse pada saat klik terdapat pada list simbol.
2. Jika posisi tidak cocok menuju no.7 , Jika posisi cocok menuju no.3.
3. Cari nama file dxf pada tabel gambar
4. Jika tidak ada menuju no.7 , jika ada menuju no.5.
5. Catat nama file gambar.
6. Tampilkan file gambar sesuai dengan no.5
7. Selesai.

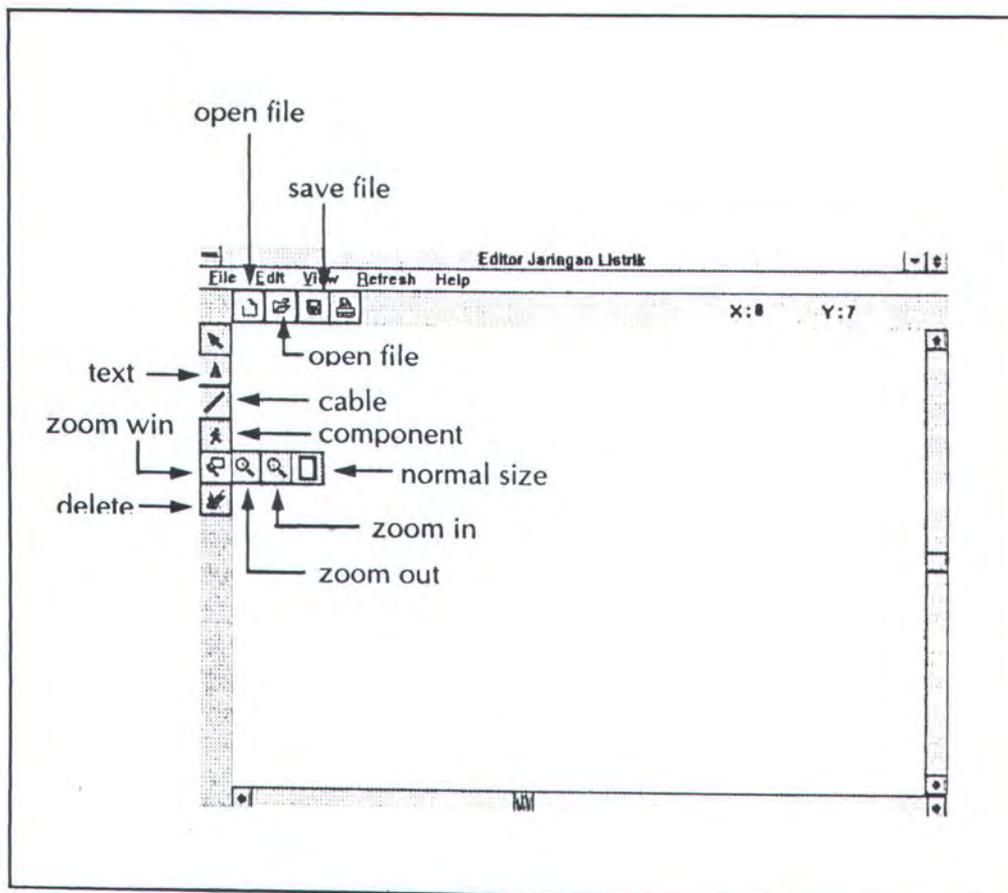
## LAMPIRAN B

### PANDUAN PEMAKAIAN PERANGKAT LUNAK

#### B.1 Pemakaian Modul Editor Jaringan Listrik

Untuk memudahkan penulisan maka perintah klik berarti yang dilakukan adalah klik tombol mouse sebelah kiri. Sedang untuk klik tombol mouse sebelah kanan akan ditulis secara lengkap.

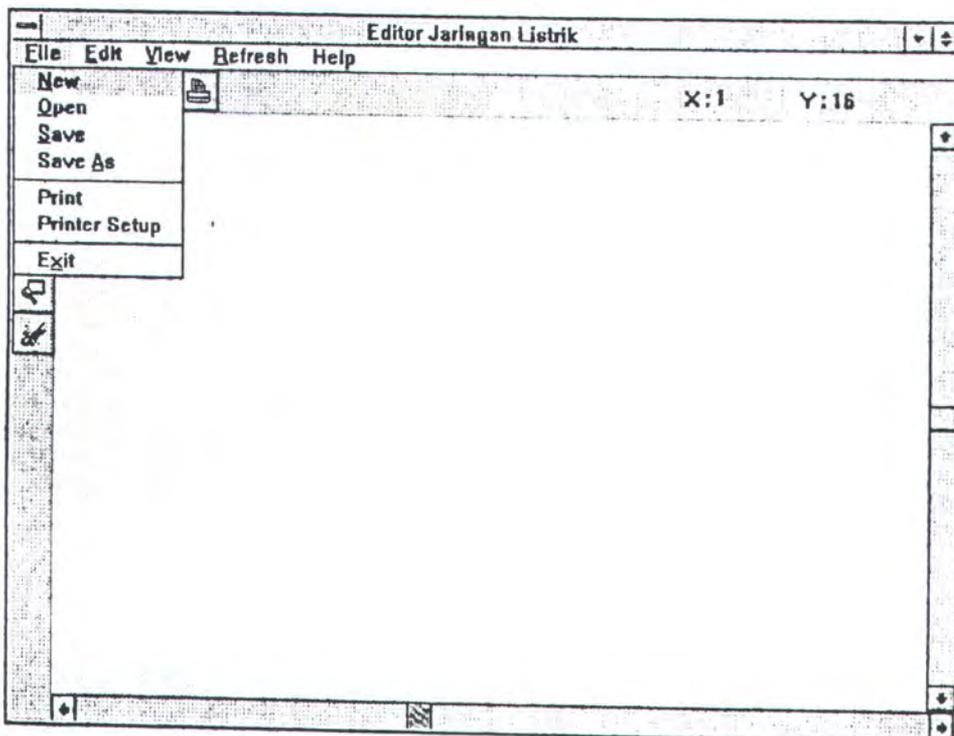
Pada Gambar B.1 akan dijelaskan *icon-icon* yang dipakai pada modul editor jaringan listrik.



Gambar B.1 *Icon* yang dipergunakan pada modul jaringan listrik

**Membuat peta jaringan baru :**

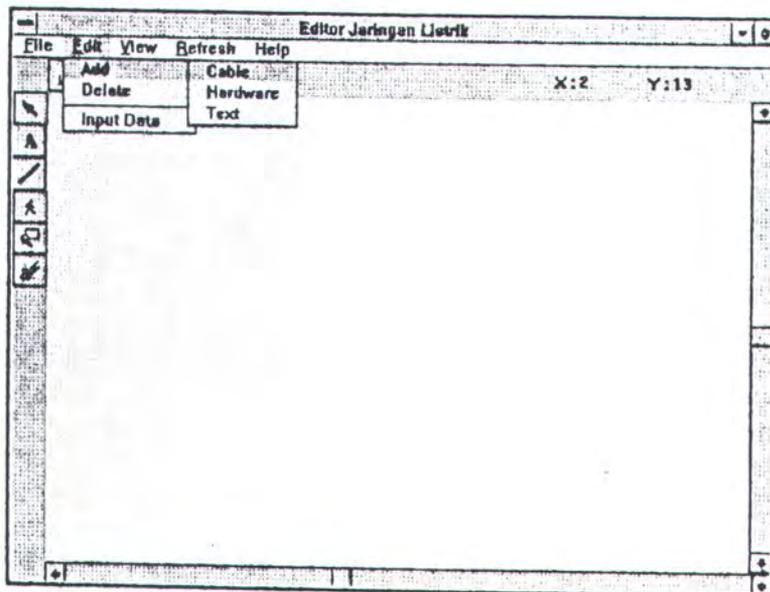
1. Jalankan file jaringan.exe.
2. Klik icon new atau aktifkan menu File, kemudian pilih New.
3. Pilih file peta dasar (dengan format dxf) yang akan digunakan.
4. Tentukan nama directory kerja yang akan dibuat.
5. Tentukan nama file peta jaringan.
6. Klik OK button, maka pada saat perintah save file database dari peta jaringan yang dibuat akan disimpan pada direktori kerja yang dibuat pada langkah 4.
7. selesai.



Gambar B.2 Menu File

Membuka peta jaringan yang telah ada :

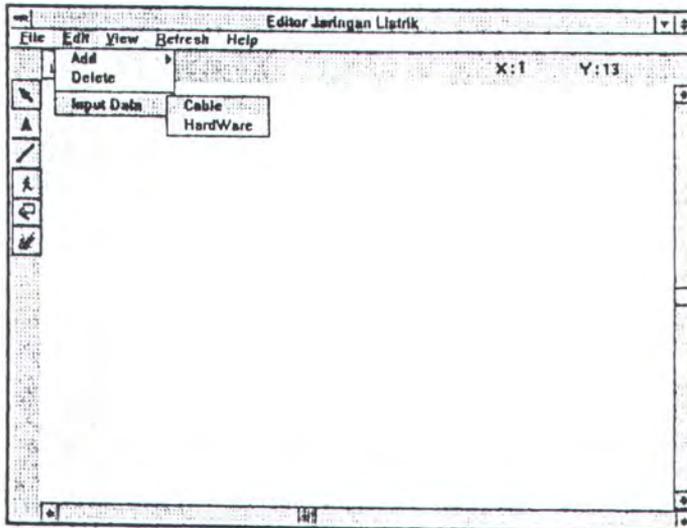
1. Jalankan file jaringan.exe
2. Klik icon open atau aktifkan menu File, kemudian pilih Open.
3. Pilih directory kerja dari peta.
4. Pilih nama file peta (format pta).
5. Klik OK button, gambar peta jaringan akan ditampilkan pada layar.
6. Selesai.



Gambar B.3 Menu Edit / Add

Menggambar simbol komponen :

1. Klik icon component atau aktifkan menu Edit, pilih perintah Add, kemudian pilih perintah Hardware.
2. Klik simbol yang diinginkan pada toolbox.
3. Klik mouse pada posisi simbol yang diinginkan, simbol akan tergambar pada layar sesuai dengan pointer mouse.
4. Selesai.



Gambar B.4 Menu Input Data

Menghubungkan komponen dengan kabel :

1. Klik icon component atau aktifkan menu Edit, pilih perintah Add, kemudian pilih perintah Cable.
2. Klik posisi awal dari kabel yang diinginkan.
3. Klik posisi berikutnya, akan terlihat sebuah garis pada layar.
4. Jika kabel yang digambar memiliki banyak segmen, maka ulangi langkah 3, sampai dirasa cukup.
5. Klik tombol mouse sebelah kanan untuk mengakhiri penggambaran kabel.
6. Selesai.

Menulis teks :

1. Klik icon component atau aktifkan menu Edit, pilih perintah Add, kemudian pilih perintah Text.

- 1.
2. Inputkan teks yang diinginkan, kemudian klik OK button.
3. Klik mouse pada posisi teks yang diinginkan, selesai

#### Memperbaiki tampilan yang rusak :

1. Klik menu refresh.
2. Selesai.

#### Menyimpan hasil penggambaran :

1. Klik icon save atau aktifkan menu File, kemudian pilih perintah Save.
2. Selesai.

#### Menghapus simbol/kabel/teks :

1. Klik icon delete atau aktifkan menu Edit, kemudian pilih perintah Delete.
2. Klik pada posisi simbol/kabel/teks yang akan dihapus.
3. Selesai.

Data Komponen	
Kode :	S3
Nama :	GARDU INDUK 150/70KV
Lokasi :	BABAT
Kapasitas :	7500 MWH
Tegangan :	220V
Jumlah Trafo :	2
<input type="button" value="Prev"/> <input type="button" value="Next"/> <input checked="" type="button" value="Save"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Gambar B.5 Box Input Data Komponen

**Memasukkan data komponen :**

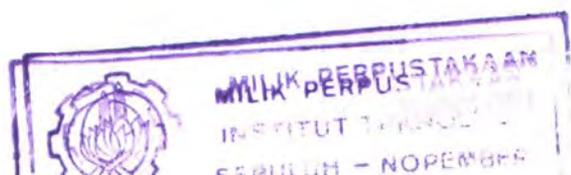
1. Klik simbol yang akan diisi datanya, kemudian akan ditampilkan box input data komponen.
2. Klik pada posisi baris yang akan diisi datanya (Tidak semua baris harus diisi). Kode simbol tidak perlu diinputkan.
3. Bila telah selesai klik Save button pada box input data.
4. Selesai.

Data Kabel	
Kode :	PL3
Asal :	S3
Tujuan :	S4
Panjang :	
Voltage :	220 V
Bahan :	FIBER OPT
Resistansi :	50 OHM
Kondisi :	ON

Gambar B.6 Box Input Data Kabel

**Memasukkan data kabel :**

1. Klik simbol yang akan diisi datanya, kemudian akan ditampilkan box input data kabel.
2. Klik pada posisi baris yang akan diisi datanya (Tidak semua baris



harus diisi), khusus field asal dan tujuan diisi dengan kode simbol kedua komponen yang dihubungkan dengan kabel tersebut.

3. Bila telah selesai klik Save button pada box input data.
4. Selesai.

#### Melihat data komponen/kabel :

1. Klik simbol/kabel yang akan dilihat datanya, pada layar akan ditampilkan data dari komponen/kabel tersebut.
2. Untuk menutup box data komponen/kabel, klik sembarang posisi dalam box yang berwarna hijau
3. Selesai.

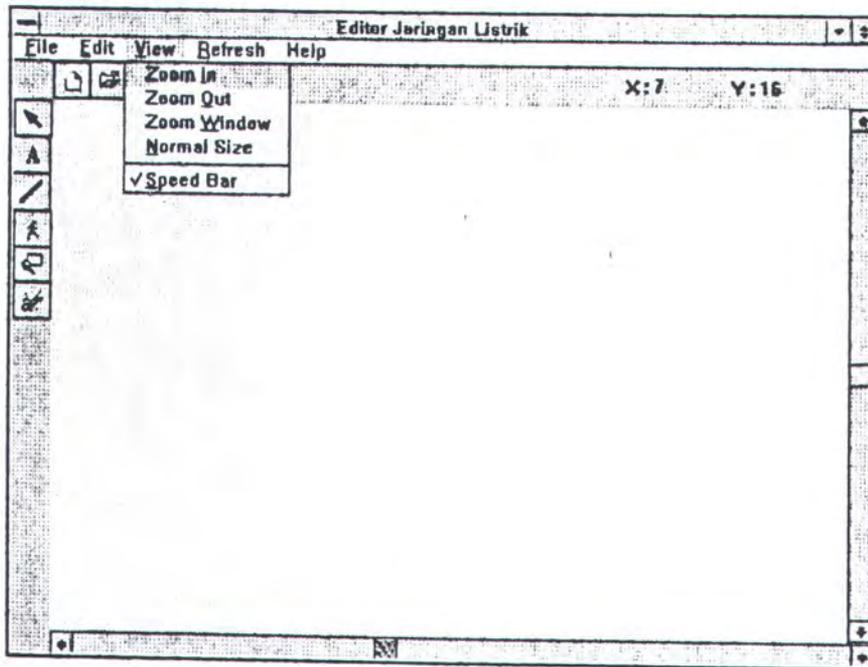
#### Menggeser peta di layar :

1. Klik tombol yang berbentuk panah atas untuk menggeser peta ke bawah, klik tombol yang berbentuk panah bawah untuk menggeser peta ke atas, klik tombol yang berbentuk panah kanan untuk menggeser peta ke kiri, klik tombol yang berbentuk panah kiri untuk menggeser peta ke kanan.
2. Selesai.

#### Menampilkan sebagian area dari peta :

1. Klik icon Zoom Win, atau aktifkan menu View, kemudian pilih perintah Zoom Window.

2. Klik posisi kiri atas dari kotak area yang diinginkan, kemudian klik ujung kanan bawah dari kotak area yang akan ditampilkan.
3. Selesai.



Gambar B.7 Menu View

Mengembalikan peta ke ukuran normal :

1. Klik icon ZoomWin kemudian klik icon normal size atau aktifkan menu View, kemudian pilih perintah Normal Size.
2. Selesai.

Memperbesar peta :

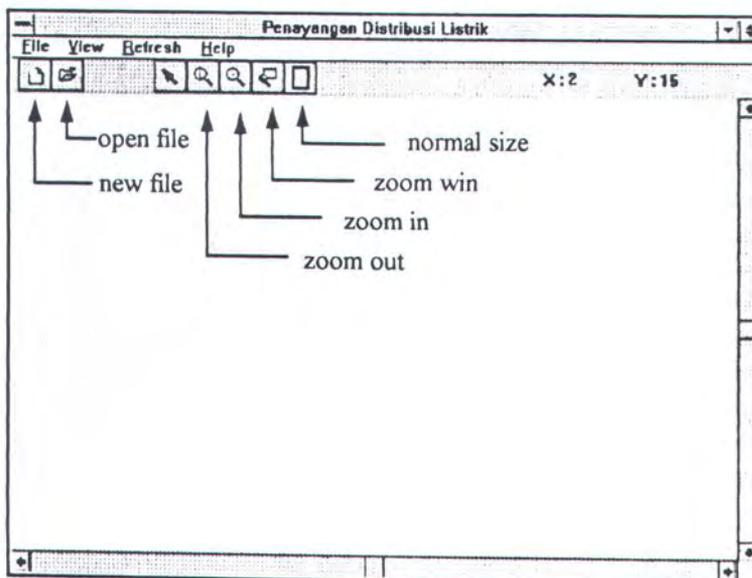
1. Klik icon ZoomWin kemudian klik icon Zoom In atau aktifkan menu View, kemudian pilih perintah Zoom In.

2. Klik pada gambar peta.
3. Selesai

#### Memperkecil peta :

1. Klik icon ZoomWin kemudian klik icon Zoom Out atau aktifkan menu View, kemudian pilih perintah Zoom Out.
2. Klik pada gambar peta.
3. Selesai

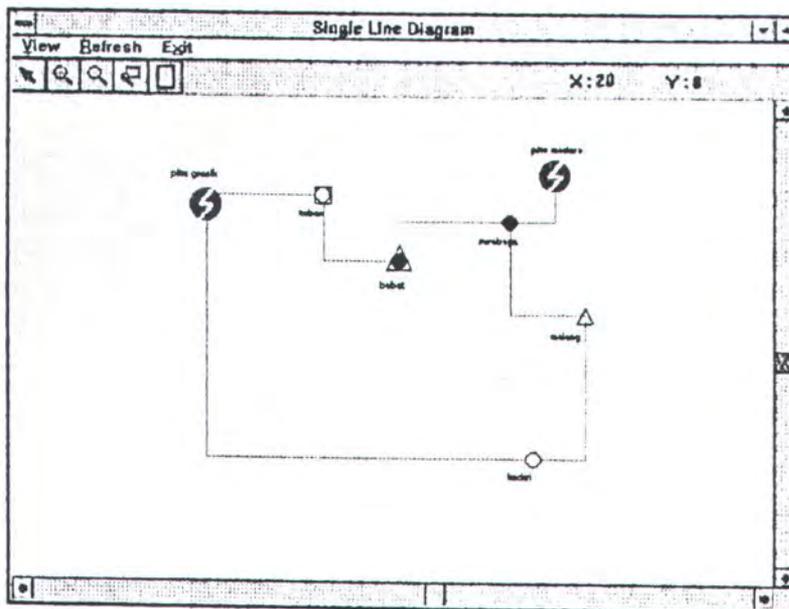
## **B.2 Pemakaian Modul Penayangan**



Gambar B.8 *Icon* yang dipergunakan pada modul penayangan

### Menampilkan peta jaringan listrik :

1. Jalankan file topograf.exe
2. Klik icon open atau aktifkan menu File, kemudian pilih perintah Open.
3. Pilih direktory kerja pada dialog box.
4. Pilih nama file peta pada dialog box (berekstensi .sml).
5. Klik OK button, selesai.



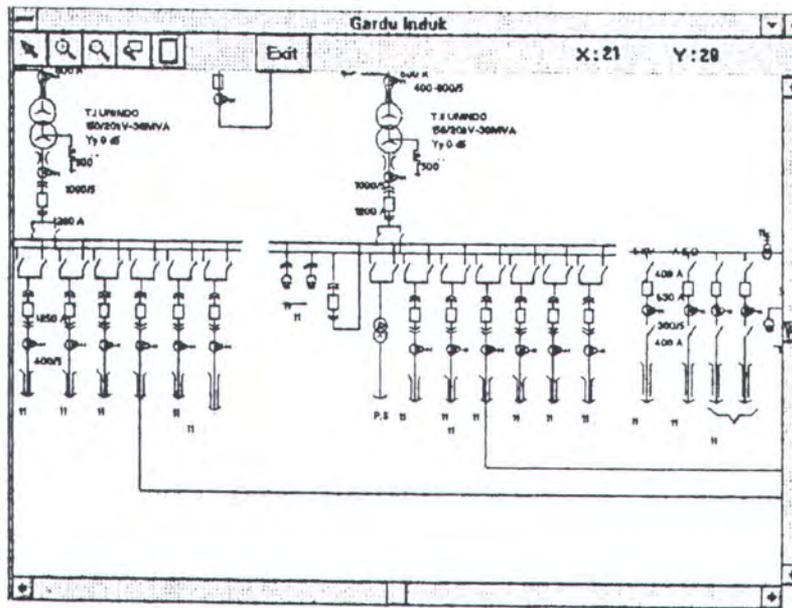
Gambar B.9 Single Line Diagram

### Menampilkan peta SLD :

1. Tampilkan peta jaringan listrik.
2. Klik dua kali pada simbol komponen yang diinginkan, kemudian pada layar akan ditampilkan gambar SLD dengan posisi komponen yang di'klik' dua kali pada bagian tengah layar.
3. Selesai.

Melihat data pada peta jaringan/SLD :

1. Klik simbol komponen yang ingin dilihat datanya.
2. Selesai.



Gambar B.10 SLD dalam gardu induk

Menampilkan SLD dalam gardu induk :

1. Tampilkan peta SLD .
2. Klik dua kali pada simbol gardu induk yang diinginkan, kemudian pada layar akan ditampilkan gambar SLD di dalam gardu induk tersebut.
3. Selesai.

Pindah dari SLD gardu induk ke peta SLD :

1. Klik Exit button atau klik dua kali pada *client area*.
2. Selesai.

Data Kabel	
Kode :	PL30
Asal :	S1
Tujuan :	S23
Panjang :	
Voltage :	220 V
Bahan :	FIBER OPT
Resistansi :	50 OHM
Kondisi :	OFF

Gambar B.11 Mengubah Kondisi Aliran Listrik

#### Mengubah status aliran listrik :

1. Klik pada kabel yang aliran listriknya akan diputus, kemudian akan tampil data dari kabel tersebut.
2. Ubah kondisi dari kabel tersebut (Bila akan dinyalakan ketikkan 'ON', bila akan dimatikan ketikkan 'OFF').
3. Klik Save button, kemudian klik OK button.
4. Bila hasilnya belum terlihat, klik menu refresh, selesai.

#### Pindah dari peta SLD ke peta jaringan listrik :

1. Klik menu Exit.
2. Selesai.

#### Mengakhiri program :

1. Pada peta jaringan listrik, aktifkan menu file, kemudian pilih perintah Exit.
2. Selesai.