BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Sekilas Pandang Kabupaten Bantul

4.1.1 Sejarah

Bantul memang tak bisa dilepaskan dari sejarah Yogyakarta sebagai kota perjuangan dan sejarah perjuangan Indonesia pada umumnya. Bantul menyimpan banyak kisah kepahlawanan. Antara lain, perlawanan Pangeran Mangkubumi di Ambar Ketawang dan upaya pertahanan Sultan Agung di Pleret. Perjuangan Pangeran Diponegoro di Selarong. Kisah perjuangan pioner penerbangan Indonesia yaitu Adisucipto, pesawat yang ditumpanginya jatuh ditembak Belanda di Desa Ngoto. Sebuah peristiwa yang penting dicatat adalah Perang Gerilya melawan pasukan Belanda yang dipimpin oleh Jenderal Sudirman (1948) yang banyak bergerak di sekitar wilayah Bantul. Wilayah ini pula yang menjadi basis, "Serangan Umum 1 Maret" (1949) yang dicetuskan oleh Sri Sultan Hamengkubuwono IX.

Tolok awal pembentukan wilayah Kabupaten Bantul adalah perjuangan gigih Pangeran Diponegoro melawan penjajah bermarkas di Selarong sejak tahun 1825 hingga 1830. Seusai meredam perjuangan Diponegoro, Pemeritah Hindia Belanda kemudian membentuk komisi khusus untuk menangani daerah Vortenlanden yang antara lain bertugas menangani pemerintahan daerah Mataram, Pajang, Sokawati, dan Gunung Kidul. Kontrak kasunanan Surakarta dengan Yogyakarta dilakukan baik hal pembagian wilayah maupun pembayaran

ongkos perang, penyerahan pemimpin pemberontak, dan pembentukan wilayah administratif.

Tanggal 26 dan 31 Maret 1831 Pemerintah Hindia Belanda dan Sultan Yogyakarta mengadakan kontrak kerja sama tentang pembagian wilayah administratif baru dalam Kasultanan disertai penetapan jabatan kepala wilayahnya. Saat itu Kasultanan Yogyakarta dibagi menjadi tiga kabupaten yaitu Bantulkarang untuk kawasan selatan, Denggung untuk kawasan utara, dan Kalasan untuk kawasan timur. Menindaklanjuti pembagian wilayah baru Kasultanan Yogyakarta, tanggal 20 Juli 1831 atau Rabu Kliwon 10 sapar tahun Dal 1759 (Jawa) secara resmi ditetapkan pembentukan Kabupaten Bantul yang sebelumnya di kenal bernama Bantulkarang. Seorang Nayaka Kasultanan Yogyakarata bernama Raden Tumenggung Mangun Negoro kemudian dipercaya Sri Sultan Hamengkubuwono V untuk memangku jabatan sebagai Bupati Bantul.

Tanggal 20 Juli ini lah yang setiap tahunnya diperingati sebagai Hari Jadi Kabupaten Bantul. Selain itu tanggal 20 Juli tersebut juga memiliki nilai simbol kepahlawanan dan kekeramatan bagi masyarakat Bantul mengingat Perang Diponegoro dikobarkan tanggal 20 Juli 1825. Pada masa pendudukan Jepang, pemerintahan berdasarkan pada Usamu Seirei nomor 13 sedangakan stadsgemente ordonantie dihapus. Kabupaten Memiliki hak mengelola rumah tangga sendiri (otonom).

Kemudian setelah kemerdekaan, pemerintahan ditangani oleh Komite Nasional Daerah untuk melaksanakan UU No 1 tahun 1945. Tetapi di Yogyakarta dan Surakarta undang-undang tersebut tidak diberlakukan hingga dikeluarkannya UU Pokok Pemerintah Daerah No 22 tahun 1948. dan selanjutnya mengacu UU

Tabel 4.1 Pembagian Wilayah Administrasi Kabupaten Bantul

No	Kecamatan	Banyaknya		Luas (Ha)
		Desa	Dusun	
1	Srandakan	2	43	18,32 km^2
2	Sanden	4	62	23,16 km^2
3	Kretek	5	52	26,77 km^2
4	Pundong	3	49	23,68 km^2
5	Bambang Lipuro	3	45	22,70 km^2
6	Pandak	4	49	24,30 km^2
7	Bantul	5	50	21,95 km^2
8	Jetis	4	64	24,47 km^2
9	Imogiri	8	72	54,49 km^2
10	Dlingo	6	58	55,87 km^2
11	Pleret	5	47	22,97 km^2
12	Piyungan	3	60	32,54 km^2
13	Banguntapan	8	57	28,48 km^2
14	Sewon	4	63	27,16 km^2
15	Kasihan	4	53	33,38 km^2
16	Pajangan	3	55	33,25 km^2
17	Sedayu	4	54	34,36 km^2

4.1.2.3 Topografi

Keadaan topografi Kabupaten Bantul sebagai dataran rendah 40 % dan lebih dari setengahnya (60%) daerah perbukitan yang kurang subur, secara garis besar terdiri dari :

a. **Bagian Barat**, adalah daerah landai yang kurang subur, serta perbukitan yang membujur dari Utara ke Selatan seluas 89,86 km2 (17,73 % dari seluruh wilayah).
b. **Bagian Tengah**, adalah daerah datar dan landai merupakan daerah pertanian yang subur seluas 210.94 km2 (41,62 %).
c. **Bagian Timur,** adalah daerah yang landai, miring dan terjal yang keadaannya masih lebih baik dari daerah bagian Barat, seluas 206,05 km2 (40,65%).
d. **Bagian Selatan,** adalah sebenarnya merupakan bagian dari daerah bagian Tengah dengan keadaan alamnya yang berpasir dan sedikit berlagun, terbentang di Pantai Selatan dari Kecamatan Srandakan, Sanden dan Kretek.

4.1.3 Visi dan Misi Pembangunan

4.1.3.1 Visi

"BANTUL PROJOTAMANSARI SEJAHTERA, DEMOKRATIS, DAN AGAMIS".

4.1.3.2 Misi

Adapun misi Kabupaten Bantul adalah sebagai berikut:

1. Mewujudkan kesejahteraan dengan prioritas mencerdaskan dan meningkatkan derajat kesehatan masyarakat yang didasarkan pada keimanan dan ketaqwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa.
2. Mewujudkan penyelenggaraan pemerintahan yang baik dan bertanggung jawab.
3. Mewujudkan demokratisasi dalam segala aspek kehidupan, menghormati hak asasi manusia, dan menjamin tegaknya supremasi hukum.
4. Mewujudkan peningkatan produksi, produktivitas, dan nilai tambah hasil-hasil potensi daerah yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

4.2 Pembangunan Model

4.2.1 Causal Loop Model

Sistem yang diamati pada pemerintah Kabupaten Bantul adalah sistem kependudukan terutama adalah sistem pemukiman dan interaksinya dengan kebutuhan air bersih, dan kebutuhan listrik, setelah terjadinya bencana alam gempa bumi. Model yang dibentuk merupakan interaksi antar elemen diatas. Penggambaran sistem kependudukan dapat dilihat dalam sebuah konseptualisasi sistem yang berbentuk diagram sebab akibat seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini :

4. R4 adalah loop sebab akibat antara jumlah populasi dengan produksi air bersih dan kebutuhan air bersih. Penduduk diasumsikan menggunakan jasa air minum dari PDAM, yang artinya pertambahan populasi akan menambah pemakaian air yang telah diproduksi oleh PDAM.

5. R5 adalah hubungan sebab akibat antara jumlah rumah, kebutuhan listrik pemukiman, dan jumlah listrik yang harus diproduksi PLN (listrik pemukiman dan listrik non pemukiman). Yang mana hubungannya adalah apabila jumlah rumah bertambah maka akan menambah jumlah listrik yang akan dipakai pemukiman dan secara otomatis akan menambah jumlah listrik yang harus diproduksi oleh PLN.

6. B1 adalah *balancing loop* yang menggambarkan hubungan antara variabel jumlah kematian dengan jumlah populasi, yang artinya bahwa jumlah kematian akan mengurangi jumlah populasi di suatu daerah (hubungan negatif), sedangkan pertambahan jumlah populasi akan menambah jumlah kematian (hubungan positif).

7. B2 adalah *balancing loop* yang menggambarkan hubungan antara variabel jumlah emigrasi dengan jumlah populasi, yang artinya bahwa jumlah emigrasi akan mengurangi jumlah populasi di suatu daerah (hubungan negatif), sedangkan pertambahan jumlah populasi akan menambah jumlah emigrasi (hubungan positif).

8. B3 adalah *balancing loop* yang menggambarkan hubungan antara variabel daya tampung rumah, jumlah konstruksi, dan jumlah rumah, yang artinya jika daya tampung rumah menurun maka jumlah konstruksi akan bertambah (hubungan negatif), jika jumlah konstruksi bertambah maka akan menambah

jumlah rumah, sedangkan jika jumlah rumah bertambah maka akan menambah daya tampung rumah (hubungan positif).

4.2.2 Pemodelan dengan Powersim

Pada sistem populasi pada daerah Kabupaten Bantul yang akan menjadi level adalah populasi di Kabupaten Bantul dan yang akan menjadi rate adalah jumlah kelahiran dan kematian, sedangkan pada pemukiman yang akan menjadi level adalah rumah dengan rate adalah konstruksi dan demolisi. Pada variabel lain seperti sektor energi listrik, air bersih, dan korban serta kerusakan akibat Gempa Bumi bersifat informasi.

Tabel 4.2 Rate dan Level

Rate	Level	Rate
Kelahiran	Populasi	Kematian
Imigrasi	Populasi	Emigrasi
Konstruksi	Rumah	Demolisi

Tabel 4.3 Aliran Informasi

Level	Informasi Untuk
Populasi	Air bersih
Rumah	Energi listrik

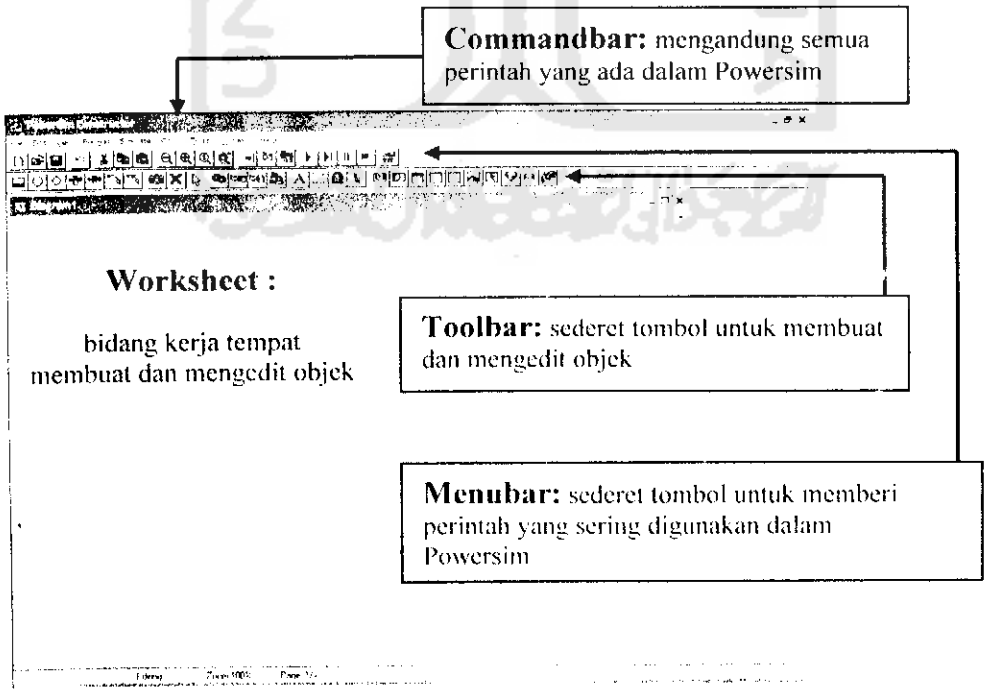
Konsep yang telah terbentuk mengenai sistem nyata dengan menggunakan diagram loop sebab akibat selanjutnya akan dituangkan ke dalam model yang lebih representatif dengan menggunakan software *powersim* 2005.

Lembar kerja pada Powersim terdiri atas tiga bagian yaitu :

1 *Toolbar*, merupakan menu yang memuat fungsi – fungsi standar seperti *save, edit, exit,* dan menu - menu dasar *windows* lainnya.

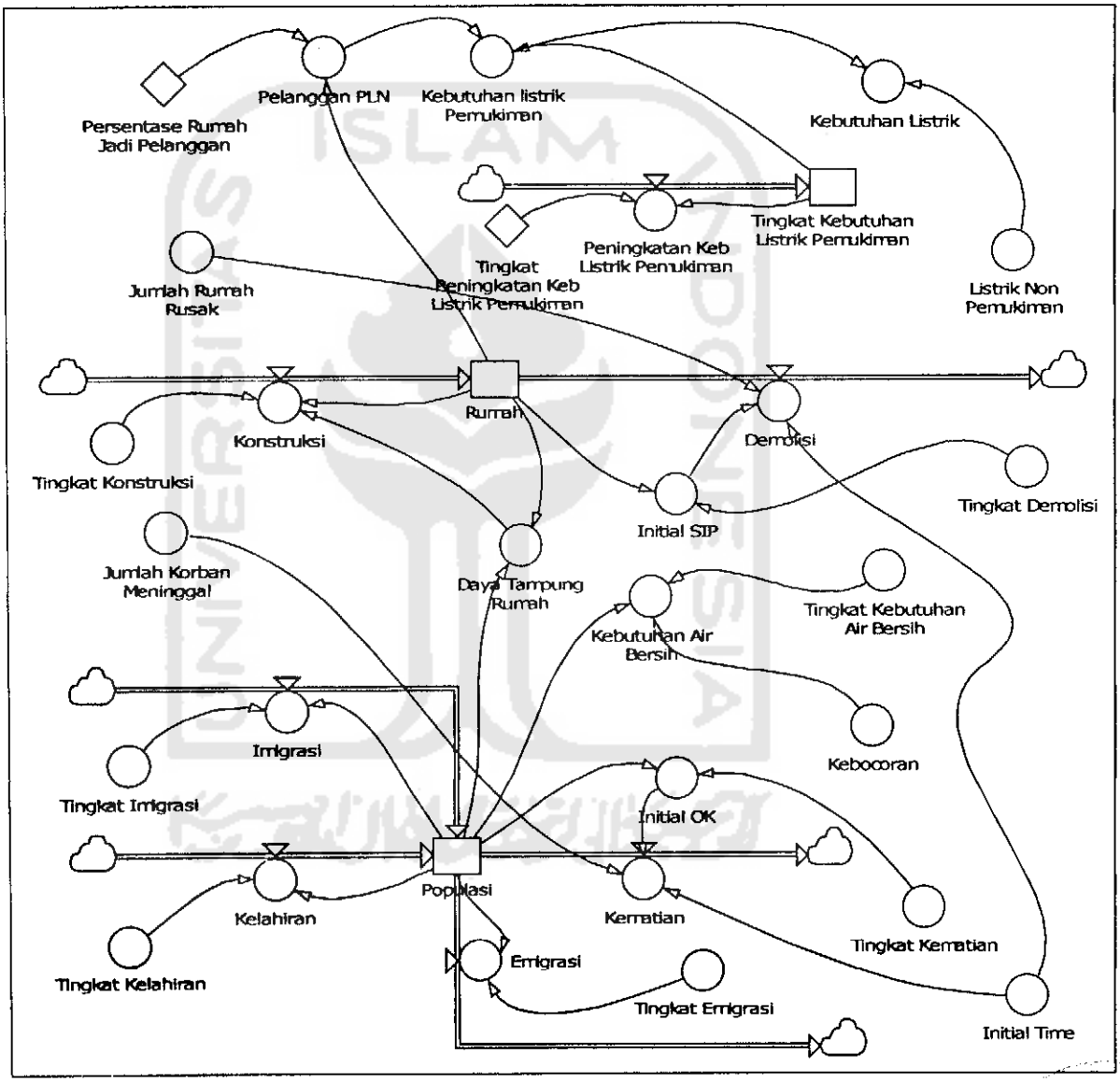
2. *Commandbar*, adalah menu – menu yang memuat fungsi – fungsi utama yang akan digunakan pada pemodelan sistem. Dalam fungsi ini terdapat modul yang mewakili variabel – variabel dalam sistem dinamik, yaitu *level, rate, constraint, auxilary,* dan *link.*

3. *Menubar*, adalah sederet tombol untuk memberi perintah yang sering digunakan dalam *Powersim.*

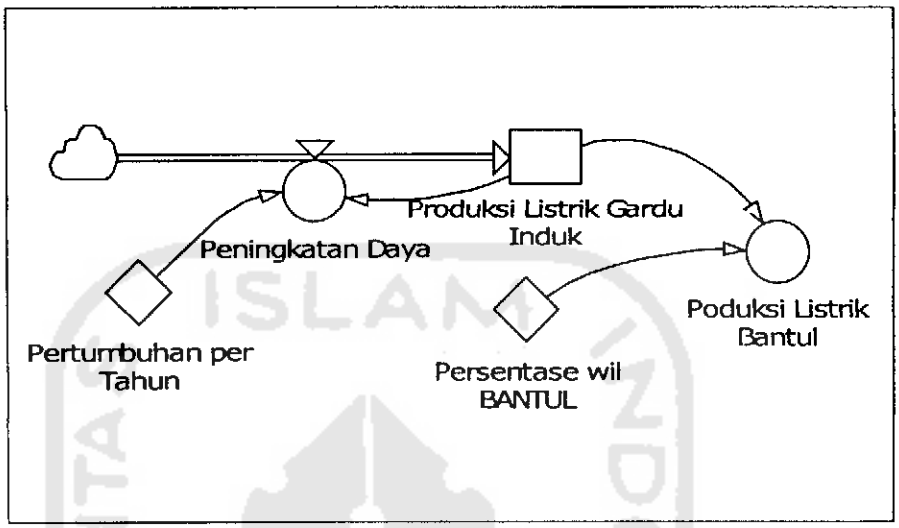


Gambar 4.2 Tampilan Lembar Kerja Powersim

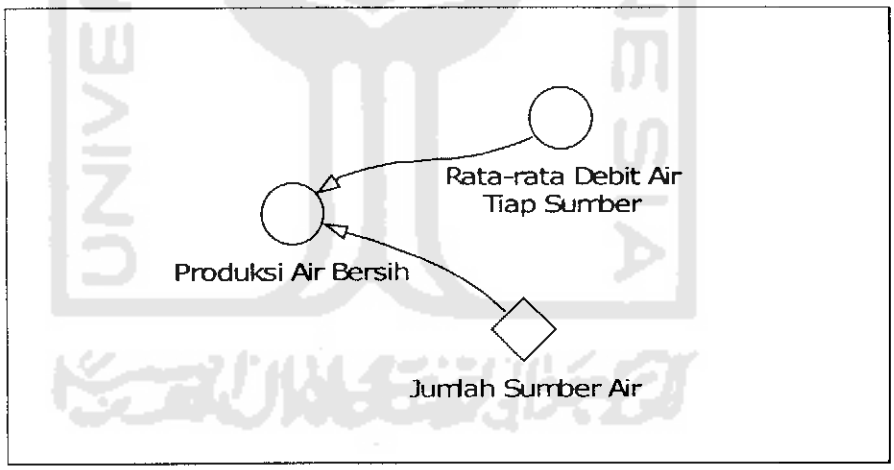
Selanjutnya modul disusun dan dihubungkan sesuai dengan diagram sebab akibat yang telah dibuat sebelumnya. Pada gambar 4.4 akan tampak tampilan lembar kerja setelah modul tersusun dan terhubung.



Gambar 4.4 Tampilan Lengkap Modul yang Tersusun dengan Powersim



Gambar 4.5 Tampilan Modul Produksi Listrik dengan Powersim



Gambar 4.6 Tampilan Modul Produksi Air Bersih dengan Powersim

4.3 Pengumpulan Data

Data – data yang dikumpulkan adalah data – data variabel yang membangun sistem yang telah dirancang dengan software powersim. Data yang dikumpulkan meliputi:

a. Data populasi penduduk, kelahiran, kematian, imigrasi, dan emigrasi dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2005.
b. Data banyak rumah dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2005.
c. Data produksi listrik dan pemakaian listrik pemukiman dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2005.
d. Data produksi air bersih, kebutuhan air bersih, dan kebocoran air dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2005.
e. Data jumlah korban meninggal dan jumlah rumah yang rusak gempa bumi 27 Mei 2006.

4.3.1 Data Populasi Penduduk

Berdasarkan data registrasi penduduk akhir tahun 2005 jumlah penduduk Kabupaten Bantul tercatat sebanyak 809.987 jiwa. Dengan luas wilayah 506,85 km^2, kepadatan penduduk Kabupaten Bantul mencapai 1.598 jiwa / km^2, dan laju pertumbuhan penduduk rata – rata per tahun adalah 0,85 %.

Kecamatan yang relatif padat penduduknya di Kabupaten Bantul diantaranya adalah Kecamatan Kasihan (2.457 jiwa / km^2), Kecamatan Bantul (2.702 jiwa / km^2), Kecamatan Banguntapan (2.816 jiwa / km^2), dan kecamatan yang terpadat di Kabupaten Bantul adalah Kecamatan Sewon (2.859 jiwa / km^2).

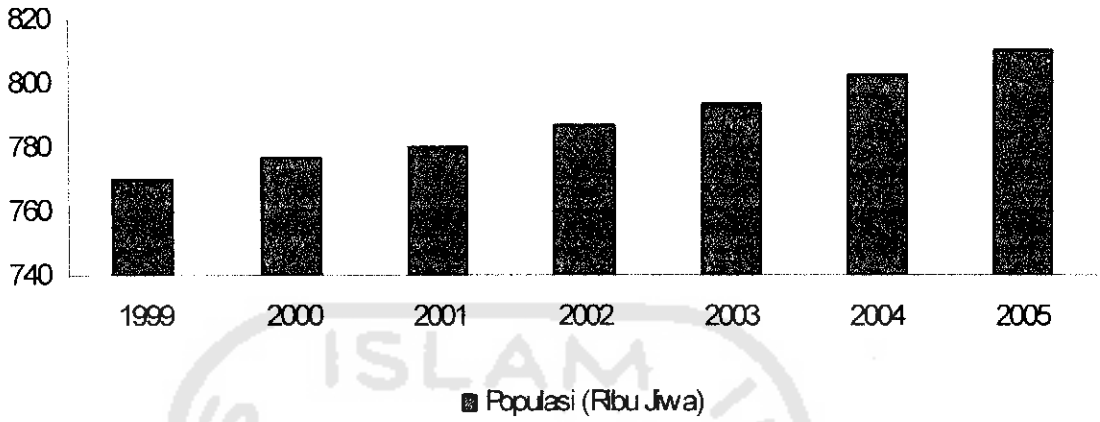
Jumlah penduduk yang cukup padat merupakan suatu masalah bagi Kabupaten Bantul. Oleh karena itu pemerintah mengusahakan penyebaran penduduk yang lebih merata dengan jalan transmigrasi dari daerah padat penduduk ke daerah yang jarang penduduknya. Penempatan transmigrasi menurut daerah penempatannya dibedakan dua kawasan yaitu kawasan barat dan kawasan timur. Kawasan barat terdiri dari Aceh, Riau, Sumatera Utara, Jambi, Bengkulu, dan Sumatera Selatan. Sementara kawasan timur terdiri dari Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara.

Selain itu pemerintah juga mempunyai upaya untuk mengendalikan banyaknya penduduk yaitu dengan cara melancarkan program keluarga berencana (KB). Program ini disamping untuk menekan ledakan jumlah penduduk, juga dimaksudkan sebagai usaha untuk meningkatkan kesejahteraan keluarga.

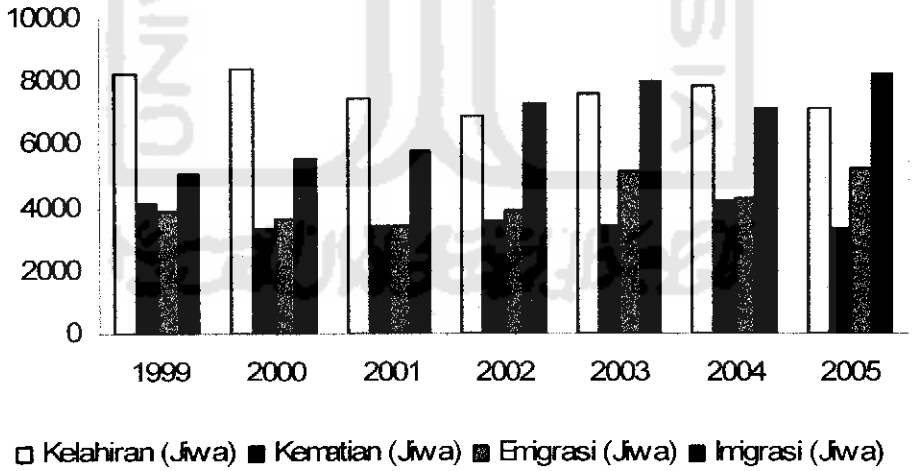
Tabel 4.4 Data Populasi Penduduk di Kabupaten Bantul Tahun 1999 - 2005

Tahun	Populasi (Jiwa)	Kelahiran (Jiwa)	Kematian (Jiwa)	Emigrasi (Jiwa)	Imigrasi (Jiwa)
1999	769.663	8.277	4.122	3.886	5.106
2000	776.624	8.413	3.333	3.637	5.518
2001	780.177	7.488	3.448	3.389	5.785
2002	786.662	6.917	3.573	3.927	7.268
2003	793.421	7.623	3.400	5.128	8.023
2004	802.894	7.883	4.186	4.265	7.123
2005	809.987	7.135	3.364	5.203	8.244

Sumber : BPS Kabupaten Bantul



Gambar 4.7 Grafik Jumlah Populasi Penduduk di Kabupaten Bantul Tahun 1999 – 2005



Gambar 4.8 Grafik Jumlah Kelahiran, Kematian, Imigrasi, dan Emigrasi di Kabupaten Bantul Tahun 1999 – 2005

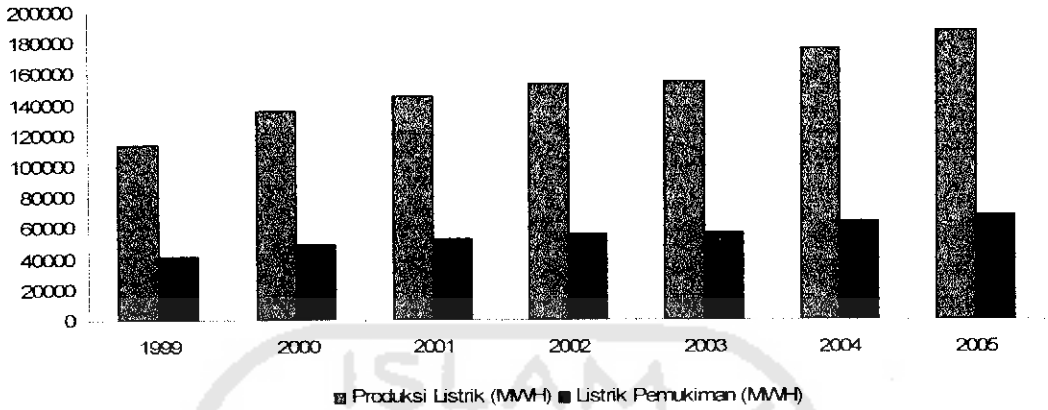
4.3.3 Data Produksi Listrik dan Pemakaian Listrik Pemukiman

Kebijakan pemerintah di bidang kelistrikan ditujukan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan mendorong kegiatan ekonomi khususnya sektor industri. Untuk mencapai sasaran tersebut diupayakan peningkatan daya serta perluasan jaringan distribusi agar tersedia tenaga listrik dalam jumlah yang cukup dengan pelayanan yang baik. Selain melayani kebutuhan penyediaan listrik bagi perumahan dan perkampungan, PT PLN juga melayani untuk perkantoran, industri, bisnis, sosial, dan multiguna.

Tabel 4.6 Data Jumlah Produksi Listrik dan Listrik Pemukiman di Kabupaten Bantul Tahun 1999 - 2005

Tahun	Produksi Listrik (KWH)	Listrik Pemukiman (KWH)
1999	114.546.321	41.653.208
2000	135.770.713	49.371.168
2001	145.741.367	52.996.861
2002	152.691.426	55.524.155
2003	154.472.599	56.171.854
2004	176.204.922	64.074.517
2005	187.321.721	68.116.989

Sumber : PT. PLN UPJ Bantul



Gambar 4.10 Grafik Jumlah Listrik Produksi dan Listrik Pemukiman di Kabupaten Bantul Tahun 1999 - 2005

4.3.4 Data Produksi Air Bersih, Kebutuhan Air Bersih, dan Kebocoran

Air bersih sangat berperan penting dalam kehidupan masyarakat. Untuk itu PDAM Kabupaten Bantul yang mengelola sarana penyediaan air bersih di seluruh walayah Kabupaten Bantul menangani dan melayani kebutuhan air bersih untuk perumahan dan pemukiman yang ada di Kabupaten Bantul. Selain itu juga melayani kebutuhan air bersih untuk niaga, instansi, sosial, sarana umum dan industri.

4.3.5 Data Jumlah Korban Meninggal dan Jumlah Rumah Yang Rusak Gempa Bumi 27 Mei 2006

Gempa Bumi di DIY khususnya Kabupaten Bantul menimbulkan banyak korban jiwa dan rumah rusak. Berikut ini data selengkapnya yang diperoleh dari Satuan Koordinasi dan Pelaksanaan (SATKORLAK) Kabupaten Bantul.

Tabel 4.8 Data Jumlah Korban Meninggal dan Jumlah Rumah Yang Rusak Gempa Bumi 27 Mei 2006

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk Meninggal	Jumlah Rumah Rusak
1	Srandakan	5	3.396
2	Sanden	62	2.149
3	Kretek	26	5.786
4	Pundong	422	8.696
5	Bambang Lipuro	607	9.319
6	Pandak	112	8.726
7	Bantul	247	12.046
8	Jetis	830	13.966
9	Imogiri	318	11.018
10	Dlingo	18	4.757
11	Pleret	519	10.461
12	Piyungan	243	10.315
13	Banguntapan	236	13.789
14	Sewon	462	16.777
15	Kasihan	57	6.447
16	Pajangan	36	3.444
17	Sedayu	3	2.043
TOTAL		4.203	143.135

Sumber : SATKORLAK Kabupaten Bantul

Data yang diolah menjadi sebagai berikut:

Tabel 4.9 Data Populasi Penduduk

Tahun	Populasi (Jiwa)	Kelahiran (Jiwa)	Kematian (Jiwa)	Emigrasi (Jiwa)	Imigrasi (Jiwa)
1999	769.663	8.277	4.122	3.886	5.106
2000	776.624	8.413	3.333	3.637	5.518
2001	780.177	7.488	3.448	3.389	5.785
2002	786.662	6.917	3.573	3.927	7.268
2003	793.421	7.623	3.400	5.128	8.023
2004	802.894	7.883	4.186	4.265	7.123
2005	809.987	7.135	3.364	5.203	8.244

Sumber : BPS Kabupaten Bantul

Tabel 4.10 Data Olahan Populasi Penduduk

Tahun	Pertumbuhan Penduduk (Jiwa)	Tingkat Kelahiran (Per Year)	Tingkat Kematian (Per Year)	Tingkat Emigrasi (Per Year)	Tingkat Imigrasi (Per Year)
1999	-	0,01075	0,00536	0,00505	0,00663
2000	6.961	0,01083	0,00429	0,00468	0,00711
2001	3.553	0,0096	0,00442	0,00434	0,00741
2002	6.485	0,00879	0,00454	0,00499	0,00924
2003	6.759	0,00961	0,00429	0,00646	0,01011
2004	9.473	0,00982	0,00521	0,00531	0,00887
2005	7.093	0,00881	0,00415	0,00642	0,01018
istribusi	-	**NORM(0,00974; 0,000758)**	**NORM(0,00461; 0,000444)**	**NORM(0,00532; 0,000762)**	**NORM(0,00851; 0,00135)**

Tabel 4.11 Data Jumlah Rumah

Tahun	Rumah (Unit)
1999	187.186
2000	192.649
2001	194.871
2002	199.922
2003	203.540
2004	207.706
2005	209.384

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bantul

Tabel 4.12 Data Olahan Rumah

Tahun	Tingkat Konstruksi (Per Year)	Daya Tampung Rumah (Jiwa / Unit)
1999	-	4
2000	0,0284	4
2001	0,0114	4
2002	0,0253	4
2003	0,0178	4
2004	0,0201	4
2005	0,0080	4
Distribusi	**NORM(0,0185; 0,00716)**	-

Tabel 4.13 Data Produksi Listrik dan Listrik Pemukiman

Tahun	Produksi Listrik (KWH)	Listrik Pemukiman (KWH)
1999	114.546.321	41.653.208
2000	135.770.713	49.371.168
2001	145.741.367	52.996.861
2002	152.691.426	55.524.155
2003	154.472.599	56.171.854
2004	176.204.922	64.074.517
2005	187.321.721	68.116.989

Sumber : PT. PLN UPJ Bantul

Tabel 4.14 Data Olahan Listrik Non Pemukiman dan Tingkat Peningkatan tingkat kebutuhan Listrik Pemukiman

Tahun	Listrik Non Pemukiman (KWH)	Tingkat Peningkatan Tingkat Kebutuhan Listrik Pemukiman (per Tahun)
1999	62.479.811	0.156198422
2000	74.056.752	0.043287855
2001	79.495.291	0.022255234
2002	83.286.233	-0.015228089
2003	84.257.781	0.063405576
2004	96.111.775	0.031548658
2005	102.175.484	0.156198422
Distribusi	**UNIF(6,25e+007; 1,02e+008)**	**NORM(0,0502; 0,053)**

Tabel 4.15 Data Produksi Air Bersih, Kebutuhan Air Bersih, dan Kebocoran Air

Tahun	Produksi Air Bersih (m^3)	Kebutuhan Air Bersih (m^3)	Kebocoran Air (m^3)
1999	3.420.000	2.670.738	1.082.137
2000	3.010.000	2.792.679	1.154.237
2001	3.280.000	2.920.187	1.230.340
2002	3.280.000	3.053.517	1.310.652
2003	3.360.000	2.817.962	1.187.879
2004	3.240.000	3.237.981	1.289.738
2005	3.440.000	3.385.821	1.376.453

Sumber : PDAM Kabupaten Bantul

Tabel 4.16 Data Olahan Kebocoran Air dan Tingkat Kebutuhan Air Bersih.

Tahun	Kebocoran (m^3)	Tingkat Kebutuhan Air Bersih (m^3/Jiwa)
1999	1.082.137	78,9762
2000	1.154.237	78,8491
2001	1.230.340	78,7197
2002	1.310.652	78,5936
2003	1.187.879	69,2510
2004	1.289.738	74,4843
2005	1.376.453	79,6139
Distribusi	**UNIF(1,08e+006; 1,38e+006)**	**NORM(76,9; 3,5)**

4.5 Hasil Simulasi

Dengan parameter yang digunakan sebagai fungsi dari input model yang dirancang, maka diinginkan hasil yang mewakili sistem nyatanya. Berikut adalah penulisan program atau rumus matematis ke dalam model untuk setiap komponennya :

Tabel 4.17 (a) Daftar Rumus Matematis di Dalam Model Utama

NO	KOMPONEN	RUMUS	SATUAN
1	**Populasi**	769663<<Jiwa>> flows +*dt** (Kelahiran) -*dt** (Kematian) +*dt** (Imigrasi) -*dt** (Emigrasi)	Jiwa
2	**Rumah**	187186<<Unit>> flows +*dt** (Konstruksi) -*dt** (Demolisi)	Unit
3	**Kelahiran**	L = Kelahiran P = Populasi TL = Tingkat Kelahiran L = P * TL	Jiwa/yr
4	**Kematian**	M = Kematian TM Tingkat Kematian P Populasi KM Korban Meninggal Jika thn 1 6 M P * TM Jika thn 7 M (P * TM) + KM Jika thn >7 M = P * TM	Jiwa/yr
5	**Emigrasi**	E = Emigrasi P Populasi TE Tingkat Emigrasi E P *' TE	Jiwa/yr
6	**Imigrasi**	I Imigrasi P Populasi TI Tingkat Imigrasi I P *' TI	Jiwa/yr
7	**Konstruksi**	K Konstruksi TK Tingkat Konstruksi R Rumah DT Daya Tampung Rumah	Unit/yr

		R_{t-1} = Rumah tahun ke t-1 TK = $(R_t - R_{t-1}) / R_{t-1}$	
19	**Tingkat Kebutuhan Air Bersih**	TKAB = Tingkat Kebutuhan Air Bersih AD = Air Terdistribusi JP = Jumlah Pelanggan TKAB = AD /JP	m^3/Jiwa
20	**Tingkat Kebutuhan Listrik Pemukiman**	330.6426<<KWH/Unit>> flows +*dt**('Peningkatan Keb Listrik Pemukiman')	KWH/Unit
21	**Peningkatan Kebutuhan Listrik Pemukiman**	PKLP = Peningkatan Kebutuhan Listrik Pemukiman TKLP = Tingkat Kebutuhan Listrik Pemukiman TPKLP = Tingkat Peningkatan Kebutuhan Listrik Pemukiman PKLP = TKLP * TPKLP	KWH/Unit per yr
22	**Tingkat Peningkatan Keb Listrik Pemukiman**	TPKLP = Tingkat Peningkatan Kebutuhan Listrik Pemukiman KL_t = Kebutuhan Listrik tahun ke t KL_{t-1} = Kebutuhan Listrik tahun ke t-1 TPKLP = $(KL_t - KL_{t-1}) / KL_{t-1}$	Per yr

Tabel 4.17 (b) Daftar Rumus Modul di Dalam Model Utama

NO	KOMPONEN	RUMUS	SATUAN
1	**Populasi**	769663<<Jiwa>> flows +*dt** (Kelahiran) -*dt** (Kematian) +*dt** (Emigrasi) -*dt** (Imigrasi)	Jiwa
2	**Rumah**	187186<<Unit>> flows +*dt** (Konstruksi) -*dt** (Demolisi)	Unit
3	**Kelahiran**	ROUND(Populasi*'Tingkat Kelahiran' *1<<yr/Jiwa>>)*1<<Jiwa/yr>>	Jiwa/yr
4	**Kematian**	IF('Initial Time'=TRUE,'Initial OK',IF(TIMEIS(STARTTIME,8<<yr>>),'Initial OK'+'Jumlah Korban Meninggal','Initial OK'))	Jiwa/yr
5	**Emigrasi**	ROUND(Populasi*'Tingkat Emigrasi' *1<<yr/Jiwa>>)*1<<Jiwa/yr>>	Jiwa/yr
6	**Imigrasi**	ROUND(Populasi*'Tingkat Imigrasi' *1<<yr/Jiwa>>)*1<<Jiwa/yr>>	Jiwa/yr
7	**Konstruksi**	ROUND((Rumah*'Tingkat Konstruksi'*1<<yr/Unit>>)*IF('Daya Tampung Rumah' >4 <<Jiwa/Unit>>,'Daya Tampung Rumah'*0.25*7<<Unit/Jiwa>>,'Daya Tampung	Unit/yr

		Rumah'*0.25<<Unit/Jiwa>>))*1<<Unit/yr>>	
8	**Demolisi**	IF('Initial Time'=TRUE,'Initial SIP',IF(TIMEIS(STARTTIME,8<<yr>>),'Jumlah Rumah Rusak','Initial SIP'))	Unit/yr
9	**Daya Tampung Rumah**	ROUND(Populasi/Rumah)	Jiwa/Unit
10	**Kebutuhan Air Bersih**	ROUND(((Populasi*0,05)*'Tingkat Kebutuhan Air Bersih')+Kebocoran)	m^3
11	**Pelanggan PLN**	Rumah*'Persentase Rumah Jadi Pelanggan'	Unit
12	**Kebutuhan Listrik Pemukiman**	'Pelanggan PLN'*'Tingkat Kebutuhan Listrik Pemukiman'	KWH
13	**Kebutuhan Listrik**	'Kebutuhan Listrik Pemukiman'+'Listrik Non Pemukiman'	KWH
14	**Tingkat Kelahiran**	NORMAL(0.00974,0.000758)*1<<yr^-1>>	per yr
15	**Tingkat Kematian**	NORMAL(0.00461,0.000444)*1<<yr^-1>>	per yr
16	**Tingkat Emigrasi**	NORMAL(0.00851, 0.00135)*1<<yr^-1>>	per yr
17	**Tingkat Imigrasi**	NORMAL(0.00532, 0.000762)*1<<yr^-1>>	per yr
18	**Tingkat Konstruksi**	NORMAL(0.0185, 0.00716)*1<<yr^-1>>	per yr
19	**Tingkat Demolisi**	0<<yr^-1>>	per yr
20	**Tingkat Kebutuhan Air Bersih**	NORMAL(76.9, 3.5) *1<<'m^3'/Jiwa>>	m^3/Jiwa
21	**Kebocoran**	RANDOM(1.08e+006, 1.38e+006)*1<<'m^3'>>	m^3
22	**Listrik Non Pemukiman**	RANDOM(6.25e+007, 1.02e+008)*1<<KWH>>	KWH
23	**Tingkat Kebutuhan Listrik Pemukiman**	330.6426<<KWH/Unit>> flows +*dt**('Peningkatan Keb Listrik Pemukiman')	KWH/Unit
24	**Peningkatan Kebutuhan Listrik Pemukiman**	('Tingkat Kebutuhan Listrik Pemukiman'*'Tingkat Peningkatan Keb Listrik Pemukiman')	KWH/Unit per yr
25	**Tingkat Peningkatan Keb Listrik Pemukiman**	NORMAL(0.0502, 0.053)*1<<yr^-1>>	Per yr
26	**Jumlah Rumah Rusak**	143135*1<<Unit/yr>>	Unit/yr
27	**Jumlah Korban Meninggal**	4203*1<<Jiwa/yr>>	Jiwa/yr
28	**Initial Time**	TIMEIS(STARTTIME,7<<yr>>)	yr
29	**Initial OK**	ROUND(Populasi*'Tingkat Kematian'*1<<yr/Jiwa>>)*1<<Jiwa/yr>>	Jiwa/yr
30	**Initial SIP**	ROUND(Rumah*'Tingkat Demolisi'*1<<yr/Unit>>)*1<<Unit/yr>>	Unit/yr

Berikut adalah keterangan dari beberapa rumus matematis diatas:

1. Populasi

   Populasi adalah jumlah penduduk setiap tahunnya di Kabupaten Bantul. Sesuai dengan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantul, posisi awal angka populasi adalah 769.663 jiwa.

2. Rumah

   Rumah adalah jumlah keseluruhan bangunan perumahan setiap tahunnya yang berada di wilayah Kabupaten Bantul. Sesuai dengan data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bantul, posisi awal angka rumah adalah 187.186 unit.

3. Kelahiran

   Kelahiran adalah jumlah orang yang lahir setiap tahunnya di Kabupaten Bantul. Komponen ini berfungsi untuk menambah jumlah populasi per tahunnya. Penambahan ini tergantung dari nilai tingkat kelahiran dan jumlah populasi.

4. Kematian

   Kematian adalah jumlah orang yang mati setiap tahunnya di Kabupaten Bantul. Komponen ini memiliki fungsi yang berlawanan dengan komponen kelahiran yaitu untuk mengurangi jumlah populasi per tahunnya. Pengurangan ini tergantung dari nilai tingkat kematian dan jumlah populasi serta korban gempa meninggal.

9. Daya Tampung Rumah

Daya Tampung Rumah merupakan perbandingan antara jumlah populasi dengan jumlah rumah. Sebagai contoh, pada tahun 1999 terdapat populasi sebanyak 769.663 jiwa dan 187.186 unit rumah maka daya tampung tiap rumah sebanyak 4 Jiwa/Unit.

10. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan Air Bersih adalah Air minum terjual, jumlah air bersih yang dikonsumsi atau yang dibutuhkan masyarakat Kabupaten Bantul setiap tahunnya.

11. Pelanggan PLN

Pelanggan PLN adalah banyaknya rumah yang menjadi pelanggan PLN Kabupaten Bantul setiap tahunnya.

12. Kebutuhan Listrik Pemukiman

Kebutuhan listrik pemukiman adalah jumlah KWH listrik yang digunakan oleh konsumen perumahan setiap tahunnya di Kabupaten Bantul.

13. Kebutuhan Listrik

Kebutuhan Listrik adalah jumlah listrik yang dibutuhkan pelanggan setiap tahunnya untuk memenuhi kabutuhan di Kabupaten Bantul.

19. Tingkat Demolisi

Tingkat Demolisi hanya dipengaruhi oleh penggusuran rumah, di Kabupaten Bantul belum pernah terjadi penggusuran sehingga tingkat demolisi adalah 0.

20. Tingkat Kebutuhan Air Bersih

Tingkat Kebutuhan air bersih adalah sebuah konstanta yang menunjukkan distribusi jumlah kebutuhan air bersih setiap tahunnya di Kabupaten Bantul.

21. Kebocoran

Kebocoran adalah jumlah air bersih yang hilang pada saat penyaluran dan distribusi air bersih ke konsumen dari produksi air bersih setiap tahunnya di Kabupaten Bantul.

22. Listrik NON Pemukiman

Listrik non pemukiman adalah selisih antara kebutuhan listrik dengan listrik yang digunakan oleh konsumen perumahan setiap tahunnya di Kabupaten Bantul.

23. Tingkat Kebutuhan Listrik Pemukiman

Tingkat kebutuhan listrik pemukiman adalah besarnya energi listrik yang dibutuhkan untuk setiap rumah pelanggan PLN setiap tahunnya di Kabupaten Bantul.

24. Peningkatan Kebutuhan Listrik Pemukiman

Peningkatan Kebutuhan Listrik Pemukiman adalah kenaikan jumlah kebutuhan listrik pelanggan setiap tahunnya di kabupaten Bantul.

25. Tingkat Peningkatan Kebutuhan Listrik Pemukiman

Tingkat Peningkatan Kebutuhan Listrik Pemukiman adalah sebuah konstanta yang menunjukkan peningkatan kebutuhan listrik pemukiman setiap tahunnya di Kabupaten Bantul

26. Jumlah Rumah Rusak

Jumlah Rumah Rusak adalah jumlah rumah yang roboh (tidak layak huni) akibat bencana gempa bumi 27 Mei 2006.

27. Jumlah Korban Meninggal

Jumlah Korban Meninggal adalah jumlah orang yang meninggal akibat bencana gempa bumi 27 Mei 2006.

28. Initial Time

Initial Time adalah waktu awal sebelum terjadinya gempa bumi 27 Mei 2006.

29. Initial OK

Initial OK adalah jumlah orang yang mati setiap tahunnya di Kabupaten Bantul bukan akibat bencana Gempa Bumi.

30. Initial SIP

Initial SIP adalah jumlah rumah yang roboh setiap tahunnya di Kabupaten Bantul bukan akibat bencana Gempa Bumi.

Tabel 4.18 (a) Daftar Rumus Matematis di Dalam Model Produksi Listrik

NO	KOMPONEN	RUMUS	SATUAN
1	**Produksi Listrik Gardu Induk**	572731603.2<<KWH>> flows +*dt** (Peningkatan Daya)	KWH
2	**Peningkatan Daya**	PD = Peningkatan Daya PLGI = Produksi Listrik Gardu Induk PDpT = Pertumbuhan Daya per Tahun PD = PLGI * PDpT	KWH/yr
3	**Pertumbuhan Daya per Tahun**	PDpT = Pertumbuhan Daya per Tahun $PLGI_t$ = Produksi Listrik Gardu Induk tahun ke t $PLGI_{t-1}$ = Produksi Listrik Gardu Induk tahun ke t-1 PDpT = $(PLGI_t - PLGI_{t-1}) / PLGI_{t-1}$	Per yr
4	**Produksi listrik Bantul**	PLB = Produksi Listrik Bantul PLGI = Produksi Listrik Gardu Induk PWB = Persentase Wilayah Bantul PLB = PLGI * PWB	KWH
5	**Persentase Wilayah Bantul**	0.2<<yr^-1>>	Per yr

Tabel 4.18 (b) Daftar Rumus Modul di Dalam Model Produksi Listrik

NO	KOMPONEN	RUMUS	SATUAN
1	**Produksi Listrik Gardu Induk**	572731603.2<<KWH>> flows +*dt** (Peningkatan Daya)	KWH
2	**Peningkatan Daya**	ROUND('Produksi Listrik Gardu Induk'*'Pertumbuhan Daya per Tahun'*1<<yr/KWH>>)*1<<KWH/yr>>	KWH/yr
3	**Pertumbuhan Daya per Tahun**	RANDOM(0, 0.08)*1<<yr^-1>>	Per yr
4	**Produksi listrik Bantul**	ROUND('Produksi Listrik Gardu Induk'*'Persentase wil BANTUL'*1<<yr/KWH>>)*1<<KWH/yr>>*1<<yr>>	KWH
5	**Persentase Wilayah Bantul**	0.2<<yr^-1>>	Per yr

Berikut adalah keterangan dari beberapa rumus matematis diatas:

1. Produksi listrik Gardu Induk

   Produksi listrik Gardu Induk adalah Jumlah listrik yang diproduksi untuk wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta setiap tahunnya.

2. Peningkatan Daya

   Peningkatan Daya adalah Jumlah peningkatan listrik yang ada di Daerah Istimewa Yogyakarta. Komponen ini berfungsi menambah produksi listrik gardu induk.

3. Pertumbuhan Daya per Tahun

   Pertumbuhan Daya per Tahun adalah sebuah kontanta yang menunjukkan distribusi perubahan produksi listrik setiap tahunnya pada Gardu Induk.

4. Produksi Listrik Bantul

   Produksi Listrik Bantul adalah Jumlah listrik yang disediakan oleh gardu induk untuk memenuhi kebutuhan pelanggan di wilayah Kabupaten Bantul..

5. Persentase Wilayah Bantul

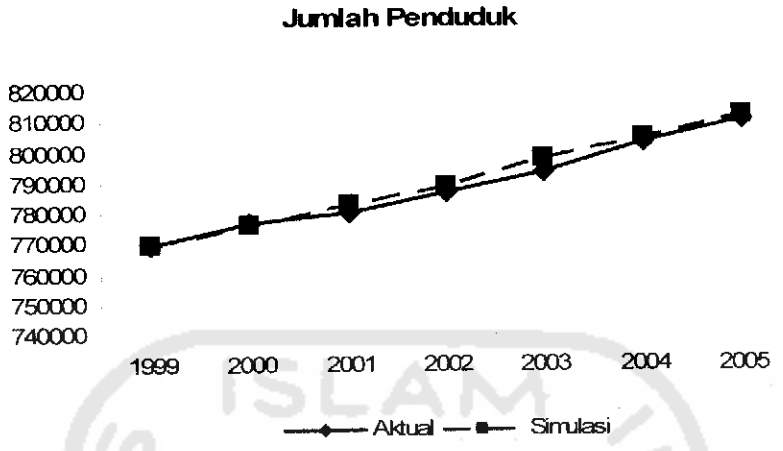
   Persentase Wilayah Bantul adalah Pembagian listrik dari gardu induk yang besarnya untuk setiap tahunnya tetap yaitu 20 %

Dari model yang telah dibuat, kemudian model tersebut dijalankan untuk periode simulasi selama 17 tahun dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2016. hasil tampilan dari model simulasi yang telah dijalankan berupa tampilan grafik dan tabel. Hasil simulasinya adalah sebagai berikut:

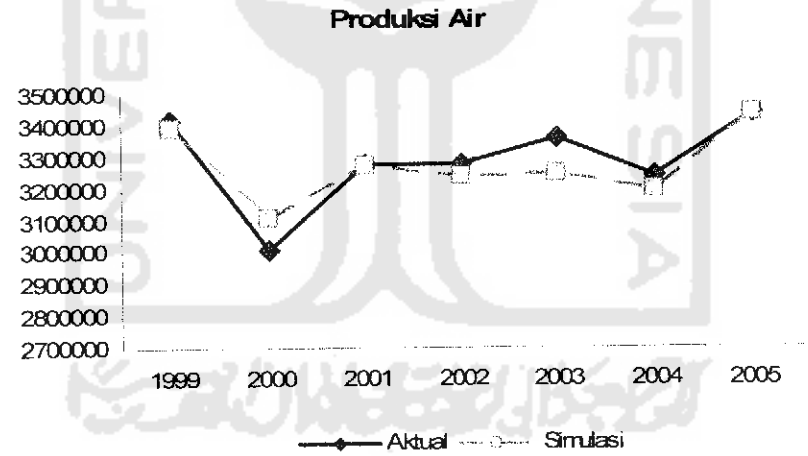
Tabel 4.20 Hasil Simulasi untuk Tahun 1999 – 2005

Tahun	Jumlah Penduduk		Produksi Air	
	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi
1999	769.663	769.663	3.420.000	3.391.594
2000	776.624	775.852	3.010.000	3.108.258
2001	780.177	782.420	3.280.000	3.275.809
2002	786.662	788.815	3.280.000	3.244.108
2003	793.421	797.537	3.360.000	3.247.224
2004	802.894	804.507	3.240.000	3.200.213
2005	809.987	811.721	3.440.000	3.437.844

Tahun	Jumlah Rumah		Produksi Listrik	
	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi
1999	187.186	187.186	114.546.321	114.546.321
2000	192.649	189.949	135.770.713	125.936.663
2001	194.871	193.594	145.741.367	138.457.542
2002	199.922	196.134	152.691.426	152.220.943
2003	203.540	198.801	154.472.599	167.349.912
2004	207.706	202.300	176.204.922	183.979.660
2005	209.384	206.195	187.321721	202.258.752



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Jumlah Penduduk Data Aktual dan Simulasi



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Produksi Air Data Aktual dan Simulasi

4.6 Validasi Model

Validasi Model dilakukan dengan cara memperbandingkan output model dengan data riil. Apabila dari perbandingan tersebut ternyata tidak ditemukan perbedaan antara model dengan data riil, maka model dapat diyakini validitasnya.

Untuk membandingkan atau menguji validitas model, digunakan 3 buah metode yaitu Uji Rataan, Uji Variansi, dan Uji Struktur (t – test). Komponen yang akan diuji adalah Jumlah Populasi, Jumlah Rumah, Produksi Air, dan Produksi Listrik.

Untuk data jumlah populasi, pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Uji Rataan

$H_o : \mu_1 = \mu_2$

$H_i : \mu_1 \neq \mu_2$

H_o diterima apabila $-t_{\alpha/2} < T < t_{\alpha/2}$

Diketahui :

$n_1 = 7$

$n_2 = 7$

$S_1^2 = 210269403{,}90$

$S_2^2 = 235273911{,}29$

$\overline{X_1} = 788489{,}7143$

$\overline{X_2} = 790073{,}5714$

Untuk menghitung T, digunakan 2 buah asumsi yang berbeda yaitu :

a. $\sigma_1 = \sigma_2$, dan tidak diketahui

$$v = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 7 + 7 - 2$$

$$= 12$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{v}$$

$$= \frac{(7-1).210269403{,}90 + (7-1).235273911{,}29}{12}$$

$$= \frac{(6).210269403{,}90 + (6).235273911{,}29}{12}$$

$$= \frac{1261616423 + 1411643468}{12}$$

$$= 222771657{,}6$$

$$T = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - d_0}{S_p\sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}}$$

$$= \frac{(788489{,}7143 - 790073{,}5714) - 0}{\sqrt{222771657{,}6}\sqrt{(1/7) + (1/7)}}$$

$$= \frac{-1583{,}857143}{(14925{,}5371)(0{,}534522484)}$$

$$= \frac{-1583{,}857143}{7978{,}035161}$$

$$= -0{,}199$$

Dengan $\alpha = 0{,}10$ maka diperoleh nilai t_{tabel} sebagai berikut :

$t_{\alpha/2} = t_{0,10/2} = 1{,}782$

Oleh karena $-t_{\alpha/2} < T < t_{\alpha/2}$, maka H_0 diterima sehingga diambil kesimpulan bahwa kedua populasi memiliki rataan yang sama.

b. $\sigma_1 \neq \sigma_2$, dan tidak diketahui

$$v = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{\frac{(s_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(s_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}}$$

$$= \frac{(210269403{,}90/7 + 235273911{,}29/7)^2}{\frac{(210269403{,}90/7)^2}{7-1} + \frac{(235273911{,}29/7)^2}{7-1}}$$

$$= \frac{(30038486{,}27 + 33610558{,}74)^2}{\frac{(30038486{,}27)^2}{6} + \frac{(33610558{,}74)^2}{6}}$$

$$= \frac{4051200932876550}{150385109565496 + 188278276638380}$$

$$= \frac{4051200932876550}{290282902478591}$$

$$= 13{,}95604391 \approx 14$$

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{(S_1^2/n_1) + (S_2^2/n_2)}}$$

$$= \frac{(788489{,}7143 - 790073{,}5714) - 0}{\sqrt{(210269403{,}90/7) + (235273911{,}29/7)}}$$

$$= \frac{-1583{,}857143}{\sqrt{30038486{,}27 + 33610558{,}74}}$$

$$= \frac{-1583{,}857143}{7978{,}035161}$$

$$= -0{,}1985$$

Dengan $\alpha = 0{,}10$ maka diperoleh nilai t_{tabel} sebagai berikut :

$t_{\alpha/2} = t_{0,10/2} = 1{,}761$

Oleh karena $-t_{\alpha/2} < T < t_{\alpha/2}$, maka H_o diterima sehingga diambil kesimpulan bahwa kedua populasi memiliki rataan yang sama.

2. Uji Variansi

$H_o : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ atau $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 1$

$H_i : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

H_o diterima apabila $f_{1-\alpha/2(v_1,v_2)} < F < f_{\alpha/2(v_1,v_2)}$

Dengan rumus :

$$F = \frac{\frac{S_1^2}{\sigma_1^2}}{\frac{S_2^2}{\sigma_2^2}} = \frac{S_1^2}{S_2^2} \cdot \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2}$$

karena $\frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2} = 1$ maka rumus di atas menjadi

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

dengan $S_1^2 > S_2^2$ maka $S_1^{\ 2} = 210269403{,}90$ dan $S_2^{\ 2} = 191518797{,}57$

$$F = \frac{210269403{,}90}{235273911{,}29}$$

$= 1{,}1189$

$v_1 = n_1 - 1$

$= 7 - 1 = 6$

$v_2 = n_2 - 1$

$= 7 - 1 = 6$

Dengan $\alpha = 0{,}05$ dan $v_1 = 6$ serta $v_2 = 6$, maka diperoleh nilai f_{tabel} sebagai berikut :

$f_{1-\alpha/2(v_1,v_2)} = f_{1-0{,}025(6,6)} = 0{,}172$

$f_{\alpha/2(v_1,v_2)} = f_{0{,}025(6,6)} = 5{,}820$

Karena $f_{1-\alpha/2(v_1,v_2)} < F < f_{\alpha/2(v_1,v_2)}$, maka H_o diterima sehingga diambil kesimpulan bahwa kedua populasi memiliki variansi yang sama.

3. Uji Struktur (t-test)

H_o : Data aktual dan data simulasi memiliki kesesuaian arah

H_i : Data aktual dan data simulasi tidak memiliki kesesuaian arah

H_o diterima apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$

Uji kemaknaan dilakukan dengan t test karena data sample kurang dari 30, yaitu dengan rumus :

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{(1-r^2)}{(n-2)}}}$$

$$t = \frac{r}{(1-r^2)}\sqrt{(n-2)}$$

Sedangkan, $r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[n\sum Y^2 - (\sum Y)^2\right]}}$

Tabel 4.21 Perhitungan koefisien korelasi jumlah penduduk

Tahun (n)	Jumlah Penduduk Aktual (X)	Jumlah Penduduk Simulasi (Y)
1999	769.663	769.663
2000	776.624	775.852
2001	780.177	782.420
2002	786.662	788.815
2003	793.421	797.537
2004	802.894	804.507
2005	809.987	811.721
Σ	5.519.428	5.530.515
Σ^2	30.464.085.447.184	30.586.596.165.225

Tabel 4.22 Perhitungan koefisien korelasi jumlah penduduk (Lanjutan)

Tahun (*n*)	*X.Y*	X^2	Y^2
1999	592.381.133.569	592.381.133.569	592.381.133.569
2000	602.545.283.648	603.144.837.376	601.946.325.904
2001	610.426.088.340	608.676.151.329	612.181.056.400
2002	620.530.785.530	618.837.102.244	622.229.104.225
2003	632.782.604.077	629.516.883.241	636.065.266.369
2004	645.933.843.258	644.638.775.236	647.231.513.049
2005	657.483.457.627	656.078.940.169	658.890.981.341
Σ	4.362.083.196.049	4.353.273.823.164	4.370.925.381.357

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n\sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}}$$

$$= \frac{7(4362083196049) - (5519428).(5530515)}{\sqrt{\left[7(4353273823164) - 30464085447184\right]\left[7(4370925381357) - 30586596165225\right]}}$$

$$= \frac{9303026923}{9341663479}$$

$$= 0{,}9959$$

$$t = \frac{r}{\left(1 - r^2\right)}\sqrt{(n-2)}$$

$$= \frac{0{,}9959}{\left(1 - 0{,}9959^2\right)}\sqrt{(7-2)}$$