

KAJIAN MODEL DINAMIK PERUBAHAN PEMANFAATAN LAHAN TERHADAP TRANSPORTASI KOTA BOGOR

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lahan perkotaan yang relatif terbatas itu cenderung sangat tidak seimbang dibandingkan dengan pemanfaatannya akan mengakibatkan perkembangan kota menjadi semakin tidak terkendali dan kualitas hidup dan kenyamanan di daerah perkotaan akan terganggu, sehingga perlu dilakukan peningkatan kembali fungsi kota (Adisasmita, 2006).

Sedangkan perkembangan penduduk pada negara berkembang khususnya Indonesia di perkotaan relatif meningkat hampir tiga kali lipat dalam masa 60 tahun terakhir antara 1930 sampai dengan 1990 (Suryadi, 2008 dari Rusli, 1996). Hal ini diindikasikan dengan berbagai kegiatan ekonomi dan sosial semakin pesat, akan tetapi pada suatu tingkatan tertentu mulai melamban dan kurang efisien karena tingkat kepadatan (penduduk, pembangunan, banyaknya arus lalu lintas kendaraan bermotor) yang tinggi, dan bahkan sampai pada kemacetan, kebisingan polusi dan berdampak negatif lainnya.

Isu-isu penting yang berkembang dalam pembangunan kota-kota di Indonesia (Nas, 2007) terdiri atas: 1) manajemen perkotaan dalam hal ini regulasi, desentralisasi dan kebijakan kerjasama swasta dan pemerintah, 2) infrastruktur dalam hal ini transportasi, drainase perkotaan, dan permukiman liar 3) sosial dalam hal ini kemiskinan, 4) ekonomi dalam hal ini pemerataan pendapatan dan lapangan kerja. Sedangkan isu-isu dalam pembangunan Kota Bogor yang berkelanjutan terdiri atas: 1) Kota Bogor sebagai penyangga ibukota Jakarta, 2) Kota Bogor sebagai tujuan wisata, 3) Kota Bogor sebagai penampung pekerja komuter dari Jakarta.

Kota Bogor dihadapkan dengan permasalahan penataan ruang yang berimplikasi pada infrastruktur seperti jalan, drainase kota, perumahan, sampah, urbanisasi dan transportasi. Permasalahan tersebut diharapkan mendapat perhatian serius dari Pemerintah Daerah dan masyarakat, sehingga dapat tercapai pembangunan kota yang

berkelanjutan. Adanya Kebun Raya Bogor (KRB) sebagai *landmark* Kota Bogor yang berada di tengah-tengah kota sebagai pusat koleksi *biodiversity* flora terbesar di Indonesia dan aksesibilitas Jalan Jagorawi yang dibangun sejak tahun 1978 telah menunjukkan Kota Bogor memiliki daya tarik tersendiri, sebagai obyek wisata bagi masyarakat JABODETABEK dan masyarakat dari kota-kota lainnya.

Salah satu permasalahan yang dihadapi Kota Bogor dampak akibat ketidaksesuaian pemanfaatan lahan dan perkembangan penduduk akan berpengaruh juga terhadap transportasi.

Kegiatan transportasi merupakan salah satu sektor yang mempunyai peranan penting dan strategis dalam menunjang pertumbuhan pembangunan dalam segala bidang. Keberhasilan sektor transportasi dapat dilihat dari kemampuannya dalam menunjang peningkatan ekonomi nasional, regional, maupun lokal. Permintaan masyarakat terhadap transportasi cenderung meningkat setiap tahunnya. Gejala yang timbul dari kondisi ini adalah tingkat mobilitas individu yang cukup tinggi. Dalam proses tersebut secara alamiah telah terjadi pergerakan yang merupakan inti dari proses transportasi.

Kota Bogor memiliki tingkat mobilitas masyarakat yang cukup tinggi sehingga berpotensi menimbulkan permasalahan transportasi dari tahun ke tahun. Hal ini ditandai dengan kecenderungan masyarakat dalam pencapaian proses transportasi dengan kepemilikan sarana transportasi menyebabkan jumlah kendaraan tidak terkendali sehingga menimbulkan dampak langsung timbulnya masalah transportasi.

Peningkatan jumlah kendaraan baik kendaraan umum maupun kendaraan pribadi, infrastruktur jalan terbatas, serta rute angkutan umum yang tumpang tindih memberikan masalah yang signifikan dimana berdampak kepada tingkat pelayanan jaringan jalan yang semakin berkurang. Hal ini berpotensi menimbulkan masalah kemacetan lalu lintas. Latar belakang permasalahan transportasi yang terjadi di Kota Bogor saat ini diantaranya :

- Kemacetan lalu lintas,
- Perkembangan jumlah kendaraan di Kota Bogor mengalami peningkatan setiap tahunnya,
- Pemanfaatan lahan akibat kegiatan ekonomi cenderung meningkat,
- Jumlah penduduk cenderung meningkat.

Dengan melihat perubahan pola pemanfaatan lahan serta jumlah penduduk akan memprediksikan kendaraan ke masa depan serta pendekatan metode sistem dinamik diharapkan pengambilan kebijakan transportasi kota dapat meminimalisasi permasalahan transportasi di kota Bogor.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk mengetahui model hubungan kuantitatif dengan sistem dinamik perubahan pemanfaatan lahan terhadap transportasi Kota Bogor, serta menganalisis proyeksi perubahan pola pemanfaatan lahan yang terkait dengan perkembangan Kota Bogor seperti data jumlah penduduk, ekonomi (PDRB), panjang jalan, dan jumlah kendaraan.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- 1) Sebagai upaya dalam menerapkan dan memadukan konsep dengan fakta yang didapat selama mengikuti pendidikan pada Program Studi Megister Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- 2) Bagi pemerintah, sebagai upaya pengambilan kebijakan dalam pengendalian pemanfaatan lahan dalam upaya membatasi perubahan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukan, khususnya pengaruhnya terhadap transportasi serta pengelolaan transportasi pada masa yang akan datang.

1.2. Batasan Masalah

Untuk memberikan arah yang jelas sesuai dengan tujuan penelitian, dilakukan pembatasan pada analisis dan pembahasannya, dengan lingkup penelitian sebagai berikut :

- 1) Batasan daerah studi meliputi :
 - Wilayah daerah Kota Bogor
- 2) Batasan substansi yaitu :
 - Berkisar pada permasalahan terhadap perubahan pola pemanfaatan lahan (hutan, kebun campuran, permukiman, lahan terbuka, semak, air, sawah) dengan data peta tahun 1972, 1983, 1990, 2000, dan 2005, sosial ekonomi

(penduduk, PDRB), dan transportasi (jenis kendaraan, panjang jalan) di wilayah studi dengan data tahun 1998 -2011.

1.3. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Termasuk dalam bab ini adalah latar belakang dari permasalahan, permasalahan pokok, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan, sehingga bab ini berisi tentang gambaran keseluruhan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai teori yang dijadikan dasar analisa dan pembahasan permasalahan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang alur pikir penelitian, prosedur penelitian dan termasuk cara perolehan dan penyusunan data.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menyajikan data yang diperoleh dari pengumpulan data sampai pada pengolahan data yang selanjutnya dijadikan bahan dalam analisis berikutnya.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil analisis dan pemecahan terhadap permasalahan dari data yang diperoleh pada bab sebelumnya.

BAB VI PENUTUP

Dalam bab ini disampaikan mengenai kesimpulan dan saran atau rekomendasi yang diambil dari hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Pemanfaatan Ruang

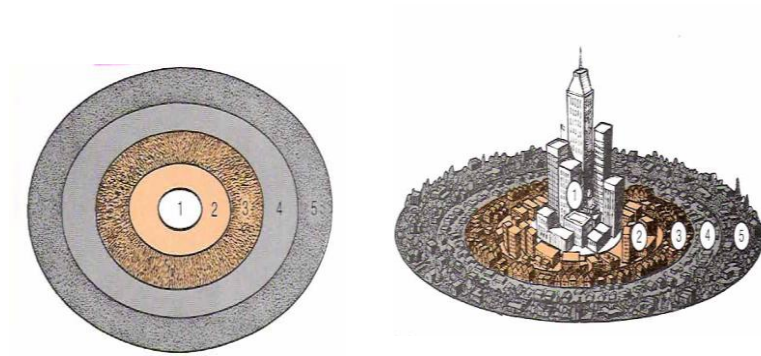
Kota memiliki kompleksitas permasalahan. Dalam wilayah kota inilah semua aspek kehidupan manusia muncul dengan ciri utama peri kehidupan non agraris. Kota merupakan daerah permukiman yang mempunyai sifat dinamik, baik ditinjau dari segi sosial, ekonomi, kultur maupun spasialnya. Dua faktor utama yang dikenal sebagai determinan sifat dinamika kehidupan kota yang sangat tinggi tersebut yaitu faktor kependudukan dan faktor kegiatan penduduk (Yunus, 2005).

Menurut Rustiadi *et al.*,(2007) pola penggunaan lahan di perkotaan yang berhubungan dengan nilai ekonomi, terdapat beberapa teori :

1) Teori Jalur Sepusat atau Teori Konsentrik (*Concentric Zone Theory*)

Burgess (1988), mengemukakan bahwa Kota terbagi sebagai berikut :

- Pada lingkaran dalam terletak pusat kota (*central business district* atau CBD) yang terdiri atas: bangunan-bangunan kantor, hotel, bioskop, pasar dan toko pusat perbelanjaan (1) ;
- Pada lingkaran tengah pertama terdapat jalur alih: rumah-rumah sewaan, kawasan industri, perumahan buruh (2);
- Pada lingkaran tengah kedua terletak jalur wisma buruh, yakni kawasan perumahan untuk tenaga kerja pabrik (3);
- Pada lingkaran luar terdapat jalur madyawisma, yakni kawasan perumahan yang luas untuk tenaga kerja halus dan kaum madya (*middle class*) (4);
- Di luar lingkaran terdapat jalur penglaju (jalur ulang-alik) : sepanjang jalan besar terdapat perumahan masyarakat golongan madya dan golongan atas atau kota (*Suburban*) (5).

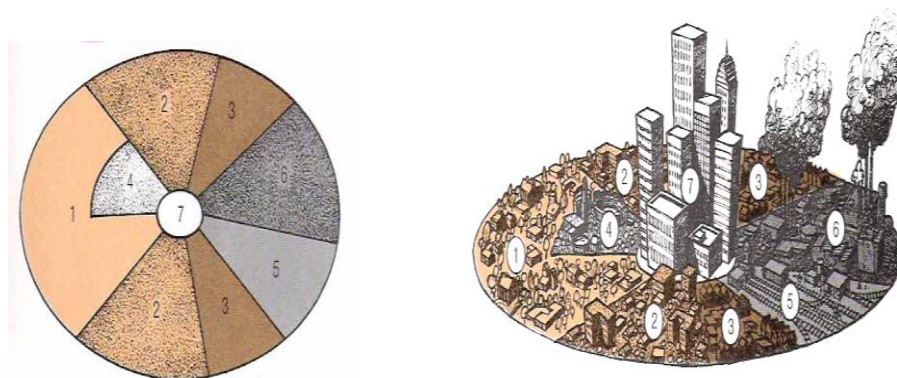


Gambar 2.1. Teori Konsentrik (Miller, 1988).

2) Teori Sektor

Teori Sektor (*Sector theory*) menurut Miller (1988) yang mengatakan bahwa kota tersusun sebagai berikut :

- Pada lingkaran pusat terdapat pusat Kota atau CBD (1);
- Pada sektor tertentu terdapat kawasan industri ringan dan kawasan perdagangan (2);
- Dekat pusat Kota dan dekat sektor tersebut di atas, pada bagian sebelah nya terdapat sektor murbawisma, yaitu kawasan tempat tinggal kaum murba atau kaum buruh (3);
- Agak jauh dari pusat kota dan sektor industri dan perdagangan, terletak sektor madyawisma (4);
- Lebih jauh lagi terdapat sektor adiwisma, kawasan tempat tinggal golongan tingkat atas (5).

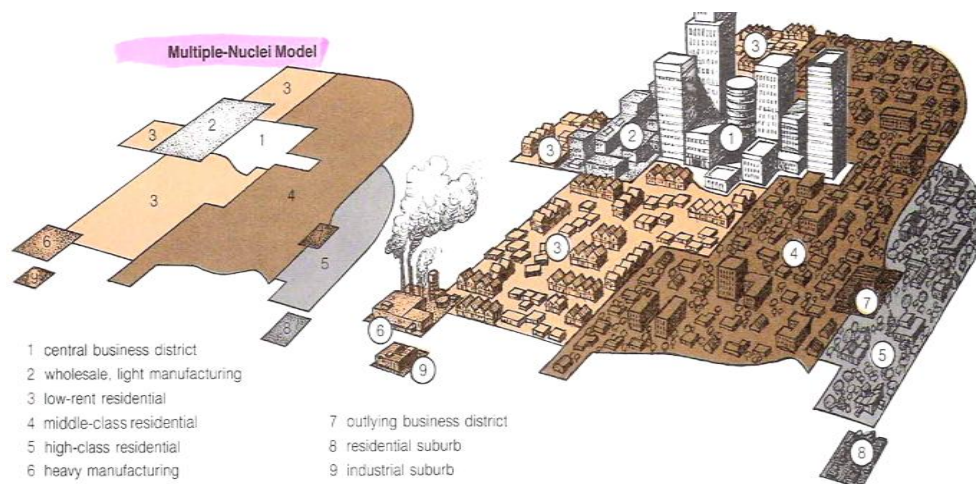


Gambar 2.2. Teori Sektor (Miller, 1988)

3) Teori Pusat Lipatganda

Teori pusat Lipatganda (*Multiple Nucleid Concept*) menurut R.D. M-Kenzie dalam Miller (1988) menerangkan bahwa kota meliputi : pusat kota, kawasan kegiatan ekonomi, kawasan hunian, dan pusat lainnya. Teori ini umumnya berlaku untuk kota-kota yang agak besar, kota terdiri atas :

- Pusat Kota atau CBD (1);
- Kawasan niaga dan industri ringan (2);
- Kawasan murbawisma, tempat tinggal berkualitas rendah (3);
- Kawasan madyawisma, tempat tinggal berkualitas menengah (4);
- Kawasan adiwisma, tempat tinggal berkualitas tinggi (5)
- Pusat industri berat (6);
- Pusat niaga/ perbelanjaan lain di pinggiran (7);
- Kota(urban), untuk kawasan madyawisma dan adiwisma (8);
- Pinggiran kota (*suburb*) untuk kawasan industri (9).



Gambar 2.3. Teori Lipat Ganda (Miller, 1988)

2.2. Hubungan Pemanfaatan Ruang dan Transportasi

Kebijakan pembangunan suatu kota tidak dapat dipisahkan dari keterpaduan antara perencanaan lingkungan, angkutan dan penggunaan lahan. Terutama pada kota-kota yang pertumbuhannya sangat cepat dan padat serta sering dijumpai permasalahan mendesak dari penggunaan lahan, transportasi, dan lingkungan. Perbaikan pengelolaan kota dalam suatu wilayah memprioritaskan yang teratas adalah kekuatan kapasitas untuk

perencanaan implementasi kebijakan melalui koordinasi terbaik yang terkait dengan pemerintahan (Suryadi, 2008).

Berdasarkan sejarah pengembangan lahan dan transportasi hubungannya sangat erat, terutama yang tinggal tetap di kota besar dan kota yang berkembang tumbuh. Demikian pula pengembangan transportasi juga mengalami perubahan yang cepat dan fleksibel baik dari teknologi maupun jumlah kendaraan yang merangsang pengembangan lahan. Pembangunan infrastruktur baru seperti jalan maupun pengembangan jalan yang ada akan memudahkan akses menuju lahan sekitar yang pada gilirannya berkembang nilai lahan. Perubahan tata guna lahan yang tidak teratur serta akses yang saling tumpang tindih/*overlapping* terutama pada titik-titik konflik akan mengakibatkan kapasitas berkurang, kemacetan, tidak nyamannya berkendara, kecelakaan, dan berkurangnya tingkat pelayanan. Dalam rangka mengakomodasi permintaan lalu lintas diperlukan peningkatan jalan yang pada akhirnya memerlukan investasi yang cukup besar (Stover, Koepke, 1988).

Tata ruang sebagai wujud pola dan struktur ruang terbentuk secara alamiah dan juga sebagai wujud dari hasil-hasil proses-proses alam maupun dari hasil proses sosial akibat adanya pembelajaran (*learning process*) yang terus menerus. Proses pembelajaran yang berkelanjutan adalah buah pengalaman manusia dalam siklus tanpa akhir berupa : pemanfaatan – monitoring – evaluasi – tindakan pengendalian – perencanaan – pemanfaatan – dan seterusnya. Tata ruang terbentuk dari konfigurasi spasial yang membentuk suatu “keseimbangan” pola dan struktur spasial.

Pola spasial (ruang) sangat berkaitan dengan pemusatan, penyebaran, percampuran dan keterkaitan, serta posisi/lokasi dan lain-lain. Kota sebagai bentuk konsentrasi yang kompleks, memiliki ukuran luasan area, jumlah penduduk, jumlah perputaran beredar, total nilai barang dan jasa yang berbeda-beda. Ekspresi pemanfaatan ruang umumnya digambarkan dalam berbagai bentuk peta yaitu peta *land use* dan *landcover*.

Struktur pemanfaatan ruang merupakan gambaran keterkaitan antara aspek-aspek aktivitas-aktivitas pemanfaatan ruang. Salah satu wujud pendeskripsian wilayah sebagai suatu sistem, adalah aspek struktur hubungan antar komponen yang ada dalam wilayah tersebut. Gambaran hirarki pusat-pusat dan hubungan keterkaitan berimplikasi pada kebutuhan sarana dan prasarana. (Rustiadi, 2007)

Menurut Supriyatno dalam Suryadi (2008), tata ruang didefinisikan sebagai suatu proses kegiatan dalam rangka menata atau menyusun bentuk struktur dan pola pemanfaatan ruang secara efisien dan efektif. Dalam definisi ini terdapat beberapa makna yang terkandung di dalamnya. 1) Dalam tata ruang terdapat suatu proses kegiatan dalam rangka menata atau menyusun bentuk struktur dan pola pemanfaatan ruang secara efisien dan efektif. Dalam definisi ini terdapat beberapa makna yang terkandung di dalamnya, 2) Kegiatan tersebut adalah menata atau menyusun struktur dan pola pemanfaatan ruang, 3) Adanya kegiatan yang sifatnya lebih efisien dan efektif, sehingga dapat menghindarkan penggunaan ruang yang berlebihan. Rencana tata ruang merupakan implikasi dari adanya peningkatan aktifitas masyarakat di suatu daerah. Perencanaan tata ruang wilayah sangat penting artinya bagi perencanaan pembangunan suatu wilayah. Dalam rencana tata ruang ini dilihat potensi dan kondisi yang ada di suatu wilayah, sehingga dapat dijadikan dasar pembuatan kebijakan pembangunan di wilayah tersebut. tata ruang wilayah di Indonesia meliputi lingkup nasional maupun regional.

Menurut pasal 22 ayat 2 Undang-undang RI, No. 26 tahun 2007, disebutkan bahwa Rencana Tata Ruang Kabupaten atau Kota merupakan penjabaran Rencana Tata Ruang Provinsi kedalam strategi pelaksanaan pemanfaatan ruang wilayah Kabupaten atau Kota.

Ketentuan perencanaan tata ruang wilayah kabupaten sebagaimana dimaksud dalam Pasal 25, Pasal 26, dan Pasal 27 berlaku mutatis mutandis untuk perencanaan tata ruang wilayah kota, dengan ketentuan selain rincian dalam Pasal 26 ayat (1) ditambahkan:

- a. rencana penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau;
- b. rencana penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka nonhijau; dan
- c. rencana penyediaan dan pemanfaatan prasarana dan sarana jaringan pejalan kaki, angkutan umum, kegiatan sektor informal, dan ruang evakuasi bencana, yang dibutuhkan untuk menjalankan fungsi wilayah kota sebagai pusat pelayanan sosial ekonomi dan pusat pertumbuhan wilayah.

Rencana tata ruang dibedakan menjadi rencana tata ruang nasional, rencana tata ruang wilayah provinsi dan rencana tata ruang wilayah Kabupaten/Kota. Kewenangan

penetapan tata ruang wilayah kota menjadi kewenangan Kota, sedangkan penetapan tata ruang provinsi menjadi kewenangan daerah provinsi namun harus berdasarkan kesepakatan daerah Provinsi dan Kabupaten/Kota. Penetapan tata ruang nasional menjadi kewenangan pemerintah namun harus berdasarkan tata ruang/ kota dan provinsi (Peraturan Pemerintah No. 25 tahun 2000).

Sistem adalah suatu bentuk keterikatan dan keterkaitan antara satu variabel/ komponen dengan variabel/ komponen lainnya dalam tatanan yang terstruktur. Sedangkan transportasi adalah kegiatan pemindahan penumpang dan atau barang dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam transportasi ada unsur pergerakan atau *movement* dan secara fisik terjadi perpindahan tempat atas barang atau penumpang dengan atau tanpa alat angkut ke tempat lain. Jadi, sistem transportasi merupakan suatu bentuk keterikatan dan keterkaitan antara penumpang, barang, prasarana dan sarana yang berinteraksi dalam rangka perpindahan orang atau barang yang tercakup dalam suatu tatanan baik secara alami maupun buatan.

Menurut Kodoatie (2003) transportasi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan sesuatu (orang/ barang) dari suatu tempat ketempat lain, baik dengan atau tanpa sarana (kendaraan, pipa, dan lain-lain). Pemindahan ini harus menempuh suatu jalur perpindahan atau lintasan atau prasarana yang mungkin sudah disiapkan oleh alam, seperti sungai, laut, dan udara atau jalur lintasan hasil kerja pemikiran manusia (*man made*), misalnya jalan raya, jalan rel, dan pipa. Obyek yang diangkut terdiri dari barang, paket, surat, dan hasil industri transportasi

Sistem transportasi suatu wilayah adalah sistem pergerakan manusia dan barang antara zona asal dan zona tujuan dalam wilayah yang bersangkutan. Pergerakan yang dimaksud dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai sarana atau moda, dengan menggunakan berbagai sumber tenaga, dan dilakukan untuk suatu keperluan tertentu.

2.3. Permasalahan Transportasi Perkotaan

Transportasi perkotaan akan sangat rentan terhadap pertumbuhan kota itu sendiri yang berdampak pada permasalahan transportasi. Semakin cepat pertumbuhan suatu kota maka kegiatan transportasi akan semakin meningkat. Sebagai contoh, pembangunan sebuah kawasan perdagangan akan menimbulkan bangkitan lalu lintas yang secara tidak langsung permintaan transportasi akan meningkat dari kegiatan tersebut.

Kemacetan lalu lintas merupakan permasalahan yang sering terjadi baik di kota-kota besar maupun di kota kecil. Kemacetan lalu lintas terjadi sebagai akibat dari berbagai faktor penyebab diantaranya volume kendaraan yang tidak terkendali, nilai disiplin lalu lintas pengemudi sangat rendah, kebijakan-kebijakan transportasi yang tidak tepat, dan sebagainya. Permasalahan kemacetan merupakan satu dari banyaknya permasalahan transportasi yang timbul baik secara langsung maupun tidak langsung. Permasalahan – permasalahan tersebut harus dapat diminimalisasi dalam upaya pencapaian proses transportasi yang berkelanjutan.

2.4. Kebijakan Transportasi

2.4.1. Kebijakan Transportasi Kota Bogor

Dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Barat, Kota Bogor ditetapkan sebagai kawasan andalan utama, dengan hirarki fungsi kota pada hirarki II A. Kawasan andalan utama adalah kawasan yang memiliki potensi sumber daya untuk berkembang secara mandiri dan memiliki akses yang tinggi untuk melakukan hubungan keluar wilayah. Fungsi utama kawasan ini adalah permukiman perkotaan, perdagangan, dan industri.

Dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bogor Perda No 1 Tahun 2001, kebijakan pengembangan transportasi Kota Bogor diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Meningkatkan dan mengembangkan jaringan jalan guna memberikan kemudahan aksesibilitas dengan cara membuat jalan – jalan alternatif untuk mengurangi jarak tempuh dari daerah satu ke daerah yang lain serta mengatasi masalah kemacetan yang terjadi;
- b. Merealisasikan rencana pembangunan jalan lingkar dalam dan lingkar selatan untuk mengurangi beban transportasi di Pusat Kota;
- c. Membangun jalan tembus sebagai salah satu alternatif pemecahan masalah kemacetan lalu lintas;
- d. Meningkatkan dan mengembangkan serta mempertegas fungsi jaringan jalan dan pengaturan lalu lintas yang optimal dan efisien;
- e. Menyediakan dan mengembangkan sistem transportasi penumpang lokal maupun regional secara terpadu;
- f. Merealisasikan pemindahan terminal Baranangsiang dan penambahan terminal regional serta subterminal yang diarahkan ke pinggiran kota;

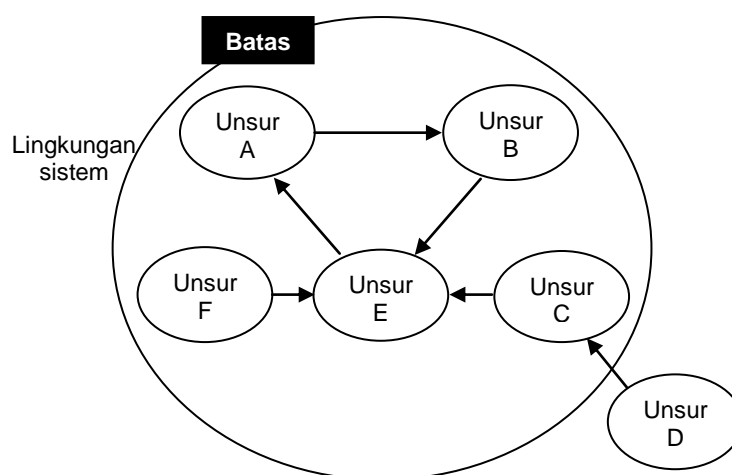
- g. Mengembangkan pola sirkulasi angkutan penumpang lokal dan angkutan regional melalui penyediaan sub terminal untuk mengurangi intensitas pergerakan di pusat kota dan pemerataan pelayanan angkutan penumpang umum.

2.5. Sistem Dinamik

Sistem adalah keseluruhan interaksi antar unsur dari sebuah objek dalam batas lingkungan tertentu yang bekerja mencapai tujuan. Pada sistem transportasi, transportasi merupakan keseluruhan interaksi antara kendaraan, jalan raya, polisi lalulintas, dan rambu lalu lintas yang memiliki tujuan tertentu.

Berpikir sistemik diawali dengan adanya kesadaran memikirkan bahwa suatu kejadian sebagai sebuah sistem. Pada sistem transportasi, kemacetan lalulintas merupakan keseluruhan interaksi dari kendaraan, jalan raya, polisi lalulintas, rambu lalulintas, dan faktor lainnya yang berpengaruh terhadap kemacetan tersebut.

Gambar di bawah menunjukkan sebuah sistem yang terdiri dari lima (5) unsur yang saling mempengaruhi diantaranya unsur A, B, C, E, dan F sedangkan unsur D berada di luar garis batas sistem akan tetapi tetap masih dapat mempengaruhi unsur C. Sistem tersebut dibatasi oleh garis batas sehingga variabel-variabel saling berinteraksi di dalam sistem tersebut.



Gambar 2.4. Sistem

(Sumber : Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)

Sistem Dinamik (*Dynamics system*) merupakan metode untuk meningkatkan pemahaman dalam sistem yang kompleks. Sistem dinamik adalah sebuah model yang

dapat membantu dalam mempelajari kompleksitas yang berubah terhadap waktu. Memahami sumber pembuatan kebijakan, dan merancang kebijakan yang lebih efektif. Sistem dinamik adalah sesuatu yang berhubungan dengan bagaimana segala sesuatu berubah dari waktu ke waktu.

Sistem dinamik dapat diaplikasikan menggunakan simulasi komputer untuk mengambil pengetahuan yang telah dipahami serta memperlihatkan mengapa sistem sosial dan fisik kita berperilaku sebagaimana terjadi saat ini.

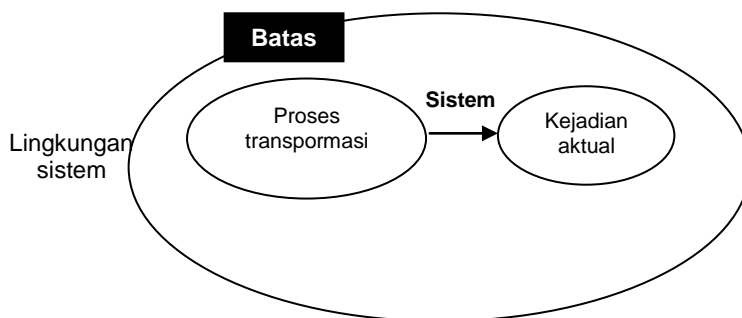
Fungsi penting dalam perencanaan dengan metode sistem dinamik adalah kita dapat mengetahui terlebih dahulu sistem yang belum terjadi pada rentang waktu sepuluh tahun kedepan atau biasa disebut proyeksi. Dengan mengetahui keadaan yang belum terjadi tersebut maka akan didapat kebijakan yang tepat mengenai penanganan sistem tersebut. Sehingga sistem berjalan sebagaimana yang dikehendaki. Dalam mencapai tujuan tersebut maka dibutuhkan variabel penentu yang dilihat pada sepuluh tahun kebelakang.

2.5.1. Langkah-Langkah Pemikiran Sistemik

Berdasarkan adanya pemahaman tentang kejadian sistemik tersebut, maka terdapat lima langkah yang dapat ditempuh untuk menghasilkan bangunan pemikiran/ model yang bersifat sistemik, yaitu : 1). Identifikasi proses menghasilkan kejadian nyata, 2). Identifikasi kejadian yang diinginkan, 3). Identifikasi kesenjangan antara kenyataan dengan keinginan, 4). Identifikasi dinamika menutup kesenjangan, 5). Analisis kebijakan.

2.5.1.1. Identifikasi Proses Menghasilkan Kejadian Nyata

Identifikasi proses yaitu mengungkapkan pemikiran tentang proses nyata (*actual transformation*) yang menimbulkan kejadian nyata (*actual state*). Proses nyata tersebut merujuk kepada obyektivitas seperti pada sistem transportasi, kemacetan lalu lintas dapat disebabkan karena volume kendaraan yang melebihi kapasitas maksimal jalan raya. Gambar di bawah menunjukkan identifikasi proses menghasilkan kejadian nyata.

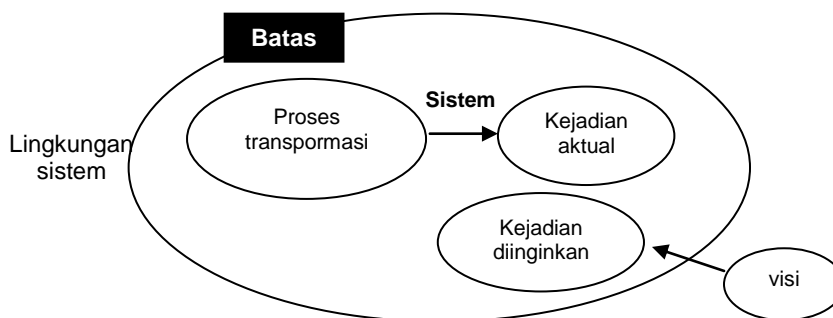


Gambar 2.5. Identifikasi Proses Menghasilkan Kejadian Nyata
 (Sumber : Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)

2.5.1.2. Identifikasi Kejadian Yang Diinginkan

Identifikasi kejadian yang diinginkan adalah upaya memikirkan kejadian yang seharusnya, yang diinginkan, yang dituju, atau yang direncanakan (*desired state*). Keinginan atau rencana tersebut merujuk kepada waktu yang akan datang, pandangan kedepan (visi). Visi perlu dirumuskan dengan kriteria yang layak (*feasible*) dan dapat diterima (*acceptable*).

Pada sistem transportasi, pembangunan baru jaringan jalan adalah untuk meningkatkan kinerja transportasi di wilayah tersebut. Dengan adanya penambahan jaringan jala raya maka pada waktu yang akan datang arus lalu lintas tidak akan terhambat karena kemacetan.

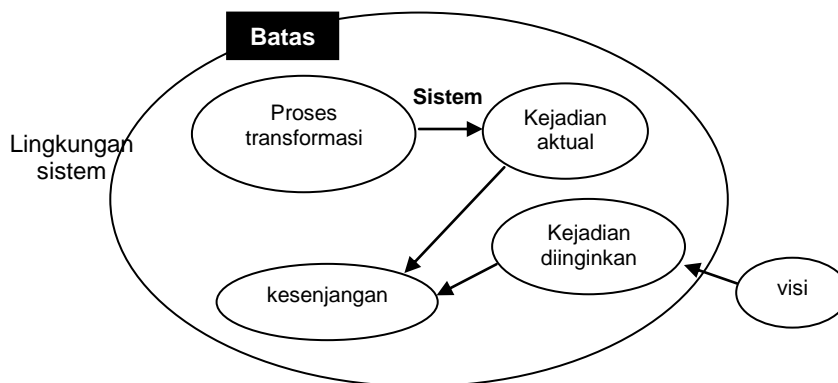


Gambar 2.6. Identifikasi Kejadian Yang Diinginkan
 (Sumber : Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)

2.5.1.3. Identifikasi Kesenjangan Antara Kenyataan Dengan Keinginan

Identifikasi kesenjangan antara kenyataan dengan keinginan adalah memikirkan tingkat kesenjangan antara kejadian aktual dengan seharusnya. Kesenjangan tersebut adalah masalah yang harus dipecahkan dan merupakan tugas (misi) yang harus

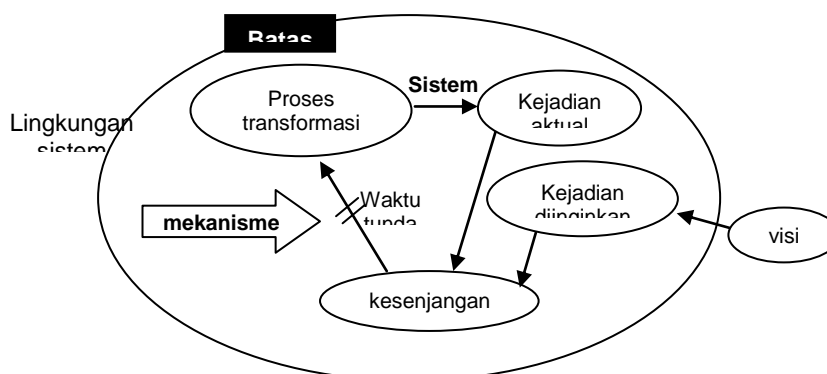
diselesaikan. Perumusan masalah tersebut secara konkrit, artinya dapat dinyatakan dalam ukuran kuantitatif maupun kualitatif. Gambar di bawah menunjukkan identifikasi kesenjangan antara kenyataan dengan keinginan.



Gambar 2.7. Identifikasi Kesenjangan Antara Kenyataan Dengan Keinginan
(Sumber : Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)

2.5.1.4. Identifikasi Dinamika Menutup Kesenjangan

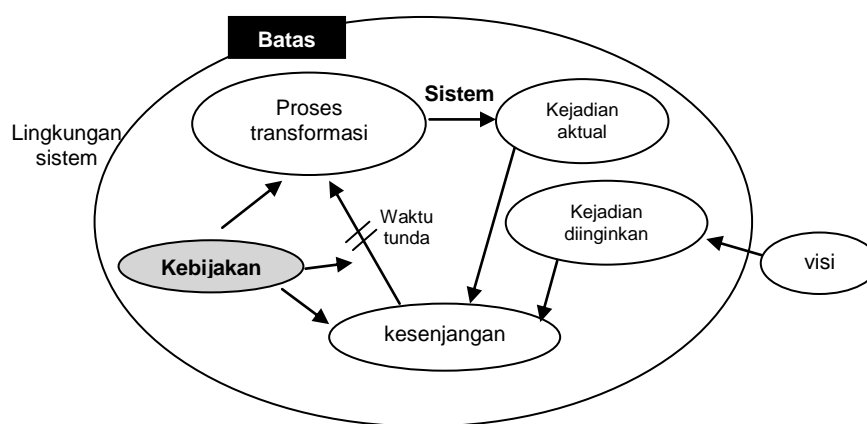
Identifikasi dinamika menutup kesenjangan adalah identifikasi mekanisme tentang dinamika variabel-variabel untuk mengisi kesenjangan antara kejadian nyata dengan kejadian yang diinginkan. Dinamika tersebut adalah aliran informasi tentang keputusan-keputusan yang telah bekerja dalam sistem. Keputusan-keputusan tersebut pada dasarnya adalah pemikiran yang dihasilkan melalui proses pembelajaran (*learning*). Pola identifikasi dinamika menutup kesenjangan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.8. Identifikasi Dinamika Menutup Kesenjangan
(Sumber : Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)

2.5.1.5. Analisis kebijakan

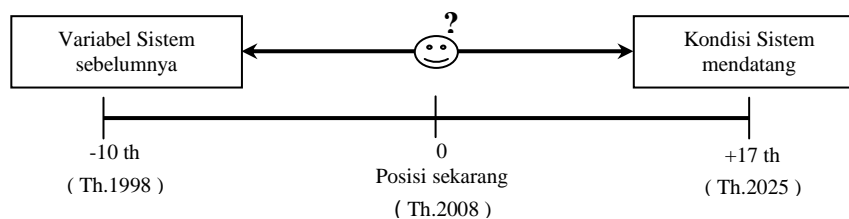
Analisis kebijakan yaitu menyusun alternatif tindakan atau keputusan (*policy*) yang akan diambil untuk mempengaruhi proses nyata (*actual transformation*) sebuah sistem dalam menciptakan kejadian nyata (*actual state*). Keputusan tersebut dimaksudkan untuk mencapai kejadian yang diinginkan (*desired state*). Alternatif tersebut dapat berupa satu atau kombinasi bentuk-bentuk intervensi baik yang bersifat struktural maupun fungsional. Intervensi struktural artinya mempengaruhi mekanisme interaksi pada sistem, sedangkan intervensi fungsional artinya mempengaruhi fungsi unsur dalam sistem. Gambar di bawah menunjukkan pola analisis kebijakan.



Gambar 2.9. Analisis Kebijakan

2.5.2. Variabel Penentu

Variabel penentu merupakan komponen paling penting dalam analisis sistem dinamik dan menjadi bahan kajian utama untuk mengetahui sistem tersebut. Penentuan kebijakan transportasi dengan menggunakan metode sistem dinamik merupakan proses yang membutuhkan variabel-variabel penentu sebagai data yang akan dianalisis. Sistem dinamik membutuhkan variabel yang bermacam-macam dilihat dari pengaruh variabel tersebut terhadap proyeksi kondisi sistem yang akan diamati. Data yang dibutuhkan berupa data sekunder dengan peninjauan beberapa tahun kebelakang. Hal ini dimaksudkan apabila perencanaan kebijakan ditentukan beberapa tahun kedepan, maka tinjauan variabel harus mengacu pada tahun sebelumnya, sehingga sistem yang akan dihasilkan mencerminkan perilaku mirip sebenarnya.



Gambar 2.10. Kerangka Berpikir Sistem Dinamik

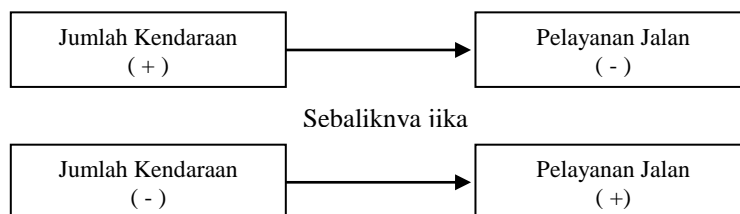
Data (variabel) dikelompokkan menurut kategori masing-masing. Di dalam satu jenis kategori terdiri dari beberapa variabel yang saling berinteraksi. Variabel transportasi merupakan variabel utama dalam sistem yang meliputi data jumlah kendaraan (mobil penumpang, mobil bus, mobil beban, sepeda motor), panjang jalan di Kota Bogor. Sedangkan data sosial ekonomi meliputi data Produk Domestik Regional Bruto/ PDRB, data jumlah penduduk, luas wilayah Kota Bogor. Berdasarkan data tersebut dihitung pertumbuhan selama rentang waktu sepuluh tahun serta pengaruhnya terhadap perkembangan jumlah kendaraan di kota Bogor. Variabel-variabel tersebut di atas akan berpengaruh terhadap keadaan transportasi di kota Bogor khususnya jumlah kendaraan. Melalui pendekatan sistem dinamik tersebut pengambilan kebijakan transportasi di kota Bogor dapat dilakukan.

2.5.3. Diagram Simpal Kausal

Studi sistem dinamik akan menghasilkan diagram kausalitas berulang (*causal-loop*) untuk pemetaan proses umpan balik dan penggambaran perilaku umum dari suatu sistem. Perilaku yang dihasilkan dari struktur tiruan tersebut akan ditampilkan oleh model sehingga asumsi-asumsi dan gagasan-gagasan yang ada dapat lebih mudah disimulasikan terhadap pertambahan waktu. Metoda pemodelan memang tidak bisa dipakai untuk menggantikan gagasan-gagasan kritis, tetapi dapat digunakan sebagai alat untuk meningkatkan kualitas intuisi dan pengambilan keputusan sehingga tercipta sistem yang sangat handal (Sterman, 2000, 39).

Diagram simpal kausal adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab-akibat (*causal relationship*) ke dalam bahasa gambar tertentu. Bahasa gambar tersebut merupakan panah yang saling mengait menghubungkan dua variabel terikat sehingga membentuk sebuah diagram simpal kausal (*kausal loop*). Garis panah menyatakan

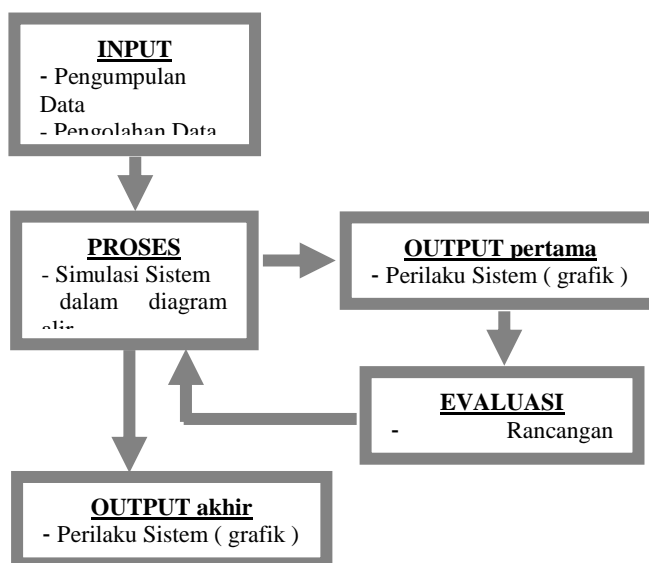
hubungan interaksi dari kedua variabel tersebut, dimana hulu panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat. Gambar 2.11 menunjukkan contoh diagram simpal kausal.



Gambar 2.11. Diagram Simpal Kausal

Dimana dinyatakan apabila jumlah kendaraan bertambah maka tingkat pelayanan jalan akan berkurang atau menyatakan hubungan terbalik sehingga dilambangkan dengan tanda negatif (-). Sedangkan apabila jumlah kendaraan menurun karena disebabkan sesuatu hal maka tingkat pelayanan jalan akan meningkat (+).

Gambar di bawah ini menunjukkan alur kerja sistem dinamik melalui perangkat lunak *Powersim constructor 2.5*. Tahapan awal adalah input data meliputi pengumpulan data, pengolahan data, dan validasi. Kemudian dilanjutkan dengan proses simulasi sistem dengan menginput variabel-variabel pada tahap awal. Setelah itu dihasilkan output pertama dan di evaluasi dengan merancang kebijakan-kebijakan. Kemudian kembali ke simulasi sistem dengan mengaplikasikan kebijakan tersebut dan menghasilkan output akhir setelah kebijakan.



Gambar 2.12. Alur Kerja Sistem Dinamik
(Sumber : Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)

2.6. Validasi Data

Setelah data diolah maka perlu dilakukan validasi data dengan tujuan untuk mengetahui apakah data tersebut valid dan layak dijadikan variabel-variabel penentu dalam analisis sistem dinamik. Validasi data dilakukan untuk data-data yang bersifat trend seperti : jumlah penduduk, jumlah kendaraan, pertumbuhan ekonomi, panjang jalan. Validasi data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak komputer untuk perhitungan statistik.

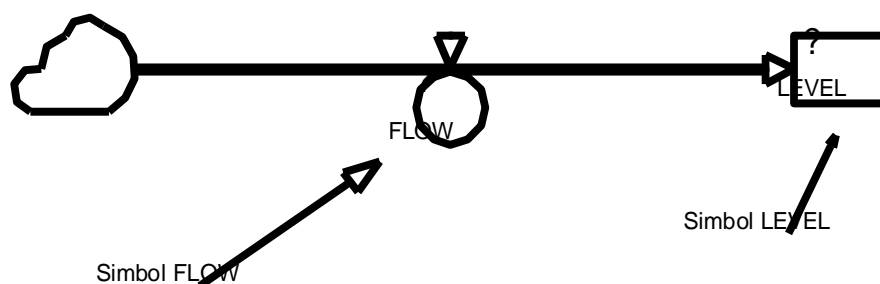
2.7. Perangkat Lunak Powersim Constructor Ver. 2.5

Powersim adalah *software* simulasi untuk sistem dinamik dengan menggunakan metodologi pemodelan berbasis komputer. Berbagai model sistem dari semua disiplin ilmu, termasuk teknik, biologi, fisika, dan ekonomi dapat disusun dan disimulasikan dengan Powersim. Simbol yang dipakai untuk mewakili parameter terukur 'Level', 'Reservoir', 'Auxiliary', dan 'Constant' serta penghubung 'Flow Rate' dan 'Link' dapat dikaitkan satu sama lain untuk menjalin sebuah sistem yang terpadu. Hubungan sebab akibat, umpan balik (*feedback*), pengulangan (*loop*), dan penundaan (*delay*) dapat diolah dan ditampilkan dalam bentuk yang mudah untuk dimengerti (Schecker, 1994, 2).

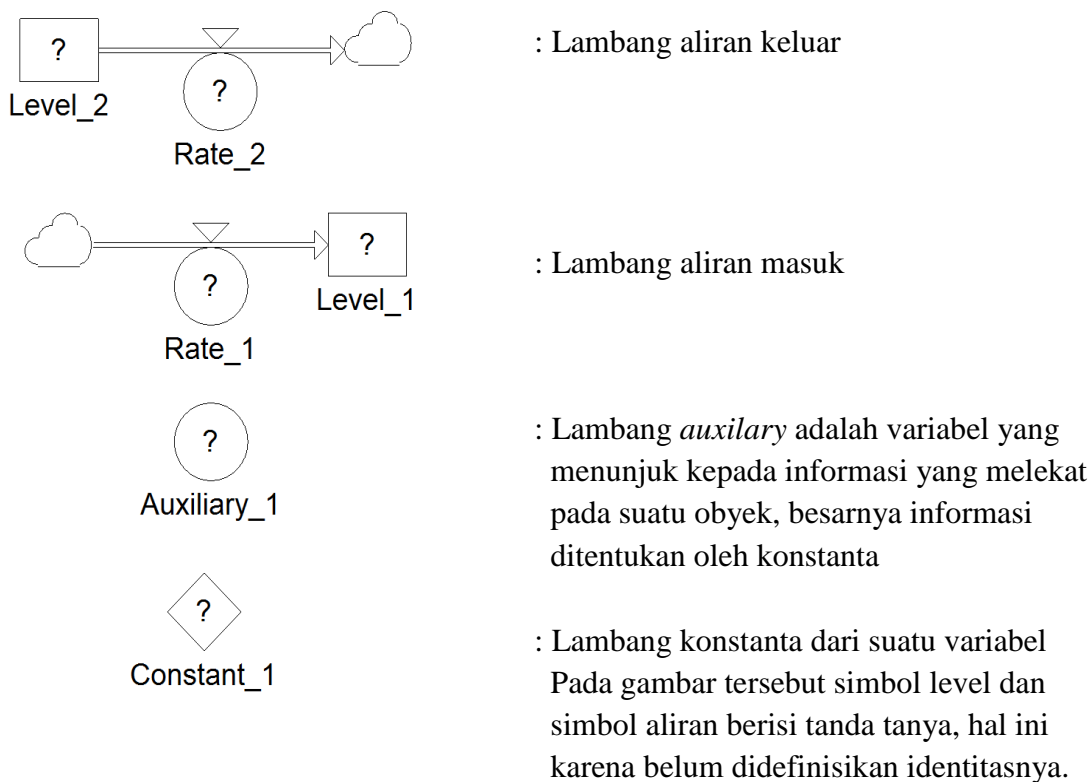
Powersim Constructor ver. 2.5 digunakan untuk membangun dan melakukan simulasi suatu model sistem dinamik. Suatu model dinamik adalah kumpulan dari variabel-variabel yang saling mempengaruhi antara satu dengan lainnya dalam suatu kurun waktu. Setiap variabel berkorespondensi dengan suatu besaran yang nyata atau dibuat sendiri. Semua variabel tersebut memiliki nilai numerik dan sudah merupakan bagian dari dirinya.

Pada waktu model disimulasikan, variabel-variabel akan saling di hubungkan membentuk suatu sistem yang dapat menirukan kondisi sebenarnya. *Powersim Constructor ver 2.5* adalah suatu perangkat lunak komputer yang menggambarkan hubungan antara variabel – variabel dalam bentuk diagram alir. Variabel tersebut akan digambarkan dalam bentuk simbol-simbol. Seperti : simbol aliran (*flow symbol*) yang selalu dihubungkan dengan simbol level (*level symbol*) melalui simbol panah tebal untuk proses aliran. Aliran benda yang dapat mengalir di sini adalah jumlah kendaraan, uang, dan orang yang dapat diamati dan diukur penambahannya dan pengurangannya dalam

level. Kemudian panah halus (*information link*) menghubungkan antara level dengan aliran. Gambar di bawah ini menunjukkan diagram alir sederhana. Pada gambar tersebut simbol level dan simbol aliran berisi tanda tanya. Hal ini karena kedua simbol tersebut belum didefinisikan identitasnya (gambar 2.13,dan 2.14).

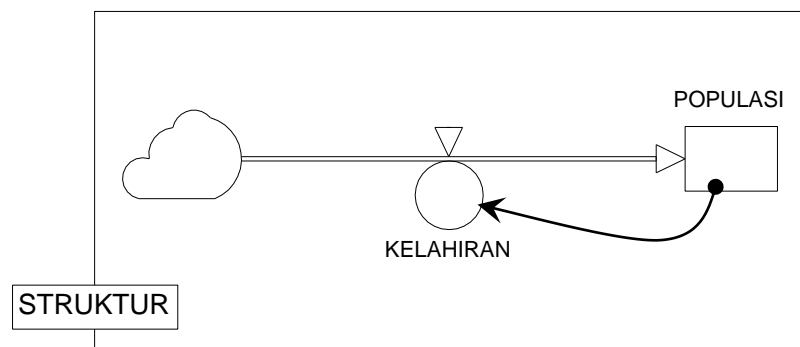


Gambar 2.13. Diagram Alir
(Sumber : Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)



Gambar 2.14. Gambar Simbol Diagram Alir Sistem Dinamik
(Sumber : Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)

Simbol level dapat dikategorikan sebagai output yang akan dihasilkan dari diagram aliran tersebut. Simbol level tersebut dapat berupa output jumlah kendaraan, jumlah penduduk, jumlah tahun dan sebagainya. Sedangkan untuk simbol aliran merupakan identitas proses yang akan mempengaruhi simbol level tersebut, sehingga menghasilkan output simbol level. Secara sederhana, dapat dilihat bahwa dalam diagram alir tersebut terdapat proses aliran yang menghasilkan suatu kondisi baru mengenai objek yang diteliti. Diagram alir menggambarkan struktur dari sebuah model sedangkan hasil simulasi berupa grafik yang menggambarkan perilaku (*behaviour*) dari sistem. Gambar di bawah menunjukkan diagram alir dimana untuk simbol aliran (*flow symbol*) dan simbol level (*level symbol*) telah didefinisikan menjadi kelahiran dan populasi.

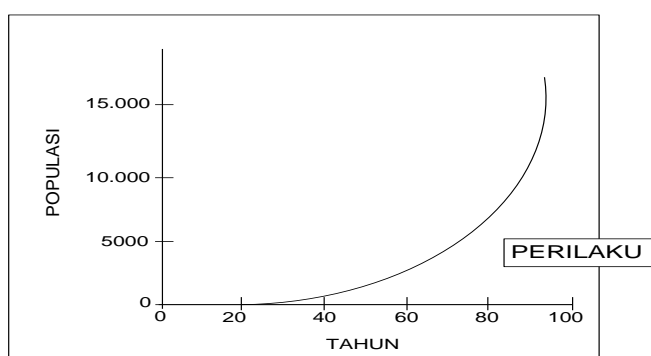


Gambar 2.15. Diagram Alir Untuk Sistem Kelahiran
(Sumber : Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)

Melalui struktur sistem kelahiran di atas, dapat diketahui bahwa setiap kelahiran akan berpengaruh terhadap jumlah populasi penduduk sehingga apabila kelahiran meningkat maka populasi pun meningkat. Sedangkan apabila tingkat kelahiran menurun maka populasi menurun. Populasi sendiri dapat mempengaruhi variabel kelahiran (lihat panah hitam di bawah populasi yang menghubungkan ke variabel kelahiran pada gambar 2.15). Panah halus (*information link*) tersebut menunjukkan bahwa populasi mempengaruhi kelahiran. Artinya, semakin tinggi tingkat populasi maka tidak menutup kemungkinan akan mempengaruhi tingkat kelahiran. Hal ini dimungkinkan karena dengan meningkatnya populasi maka akan membuka peluang proses perkawinan.

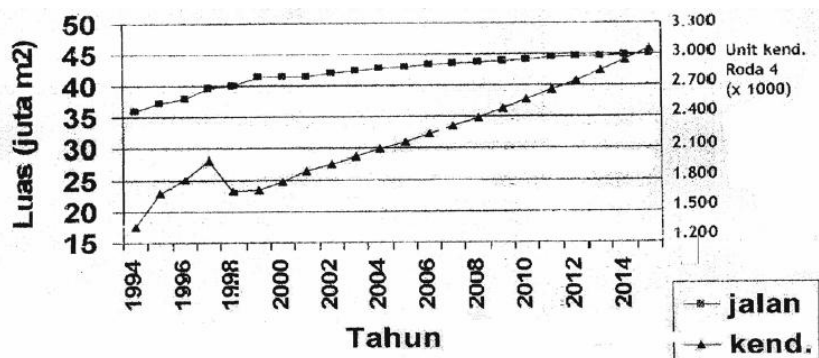
Setelah model struktur sistem disimulasikan maka akan didapat hasil simulasi berupa grafik hubungan waktu yang disebut perilaku sistem. Diagram perilaku merupakan output akhir dari model sistem sehingga melalui diagram tersebut dapat kita

pelajari mengenai kecenderungan variabel tersebut hubungannya dengan waktu. Gambar 2.16 di bawah ini menunjukkan perilaku dari sebuah model populasi. Dimana melalui grafik tersebut dapat diketahui perilaku variabel populasi tersebut bahwa pada rentang waktu 0 – 20 tahun tingkat populasi belum signifikan. Pada rentang waktu 20 – 80 tahun populasi mengalami peningkatan signifikan dengan kecepatan pertumbuhan konstan, sedangkan untuk rentang waktu 80 – 100 tahun peningkatan populasi sangat signifikan dan mengalami percepatan pertumbuhan. Setelah mempelajari perilaku tersebut maka dirumuskan kebijakan-kebijakan yang dianggap tepat mengenai peningkatan populasi tersebut sebagaimana arahan kebijakan yang dikehendaki.



Gambar 2.16. Perilaku Suatu Model
(Sumber : Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)

Pada gambar 2.17 ilustrasi perbandingan pertumbuhan jumlah kendaraan terhadap luas jalan di DKI Jakarta, dimana grafik menunjukkan ketidak seimbangan laju pertumbuhan jalan dengan laju pertumbuhan kendaraan hingga tahun 2008, dan apabila tidak ada kebijakan terhadap perubahan tersebut pada tahun 2014 akan mengalami stagnasi lalu lintas di DKI Jakarta. Berdasarkan ilustrasi tersebut dengan tujuan yang sama dapat dilakukan penelitian terhadap dinamika laju pertumbuhan kendaraan dengan laju pertumbuhan jalan pada kota lainnya.



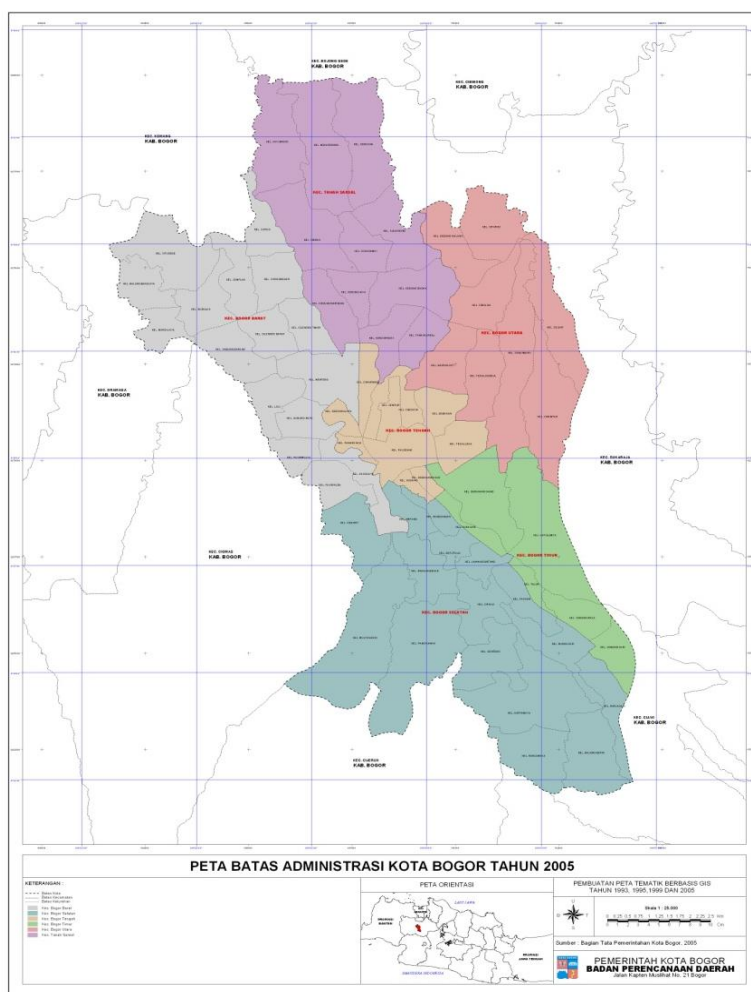
Gambar 2.17. Ilustrasi Perbandingan Pertumbuhan Jumlah kendaraan Terhadap Luas Jalan di DKI Jakarta

(Sumber : Direktorat Lalu Lintas Polda Metro Jaya, Data Jumlah Kendaraan Bermotor, Februari 2008 dari Hendratno, 2009)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kota Bogor, yang secara geografis terletak pada $106^{\circ} 48'$ Bujur Timur dan $6^{\circ} 36'$ Lintang Selatan. Wilayah administratif Kota Bogor terdiri atas 6 kecamatan, 68 kelurahan dengan luas keseluruhan wilayah 11.850 Ha (Gambar 3.1).



Gambar 3.1. Peta Batas Administrasi Kota Bogor Tahun 2005

Sebelum penelitian dilakukan terlebih dahulu telah dilakukan pengumpulan data sekunder serta data yang diambil dari daftar pustaka yang diharapkan dari hasil ini mendapatkan keluaran berupa :

- Dinamika perubahan *landcover* sejak tahun 1972 s/d 2005 meliputi; hutan, kebun campuran, permukiman, lahan terbuka, semak, air, dan sawah.

- Dinamika pola perubahan jumlah penduduk di Kota Bogor.
- Identifikasi terhadap *landcover*, penduduk, jenis kendaraan, ekonomi (PDRB), dan panjang jalan.

Jumlah penduduk Kota Bogor pada tahun 2008 sebesar 928.612 jiwa (Bogor dalam angka 2008).

3.2. Tahapan Penelitian

Untuk mencapainya tujuan sebagaimana yang diharapkan dari penelitian ini telah diuraikan dalam tujuan penelitian, maka secara umum penelitian ini dilaksanakan dalam 5 (lima) tahapan yaitu :

1) Tahapan studi literatur

Pada tahapan ini dilaksanakan dengan mengumpulkan tulisan ilmiah yang berkaitan dengan penelitian.

2) Tahapan pengumpulan data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan input bagi penelitian.

3) Tahapan pengolahan data

Pada tahapan ini dilakukan dengan teknis analisis data yang telah ditetapkan, sehingga outputnya dapat menjadi bahan rujukan dalam menindaklanjuti penilaian ini.

4) Tahap pembahasan hasil olahan data

Tahapan ini merupakan penyusunan implementasi hasil atau proses perumusan hasil analisis yang melahirkan sebuah solusi dari pemecahan permasalahan yang telah dikemukakan, disamping itu tahapan ini juga merupakan sebagai bahan penyusunan tulisan.

5) Tahap penyusunan tulisan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan tulisan yang merupakan hasil kegiatan yang dilakukan selama penelitian dan menuangkan dalam bentuk tulisan semua konsep-konsep kegiatan sebagai rekomendasi dari pemecahan masalah.

3.3. Bahan dan Alat Penelitian

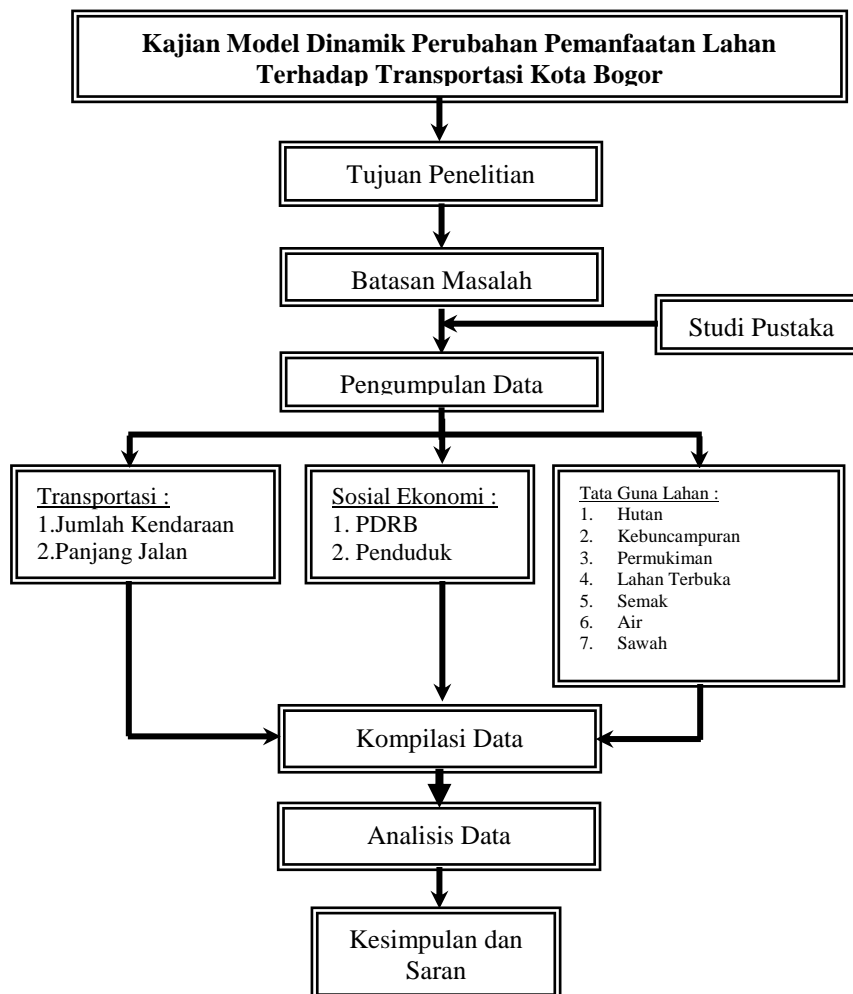
3.3.1. Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah : 1) Peta penggunaan lahan Kota Bogor tahun 1972, 1983, 1990, 2000 dan 2005; 2) UU No. 26 tahun 2007 tentang penataan ruang; 3) Perda No. 1 tahun 2001 tentang Tata Ruang Kota Bogor; 4) Keputusan WaliKota Bogor No.1 tentang RDTRK tahun 2002; 5) Data Jumlah Penduduk ; 6) Jumlah kendaraan; 9) Panjang jalan; 10) PDRB Kota Bogor.

3.3.2. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah seperangkat komputer, alat tulis dan perangkat lunak (*Software*). Sedangkan perangkat lunak yang digunakan *Excell*, *SPSS 12* dan *Powersim Constructor* versi 2.5.

3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

3.5. Analisis Data

Untuk dapat melihat perubahan penggunaan lahan di Kota Bogor, dengan memanfaatkan data sekunder peta berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah peta pada tahun 1972, 1983, 1990 dan peta perubahan penggunaan lahan sesudah perluasan adalah peta pada tahun 1995, 2000 dan 2005 di Kota Bogor berdasarkan peta hasil citra *landsat* (Suryadi, 2008).

Model pertumbuhan digunakan dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1). *Discrete Time Model*.

Dasar asumsi adalah pertumbuhan terjadi dengan laju pertumbuhan yang relatif konstan, dengan persamaan sebagai berikut (Rustiadi, 2005) :

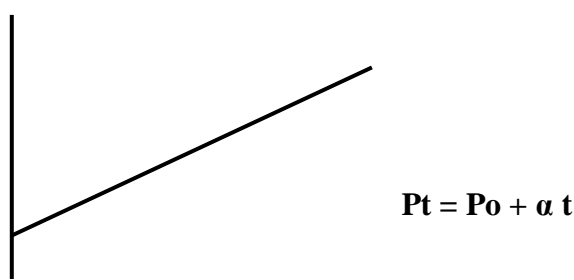
$$P_t = P_o (1 + r)^t$$

2)

Dimana :

P_t	= Proyeksi pada tahun t	
P_o	= Nilai tahun dasar	
r	= Rata-rata pertumbuhan (%)	rtumbuhan relatif
t	= Jumlah tahun proyeksi	P_t dan t diketahui.

Parameter yang diduga adalah α Nilai P_o dapat diasumsikan bernilai 0, bernilai tertentu, apapun dari pendugaan model, pada dasarnya penentuan P_o harus didasarkan pada konsep yang jelas. Persamaan dan grafik untuk *Continuous Time Model* adalah (Rustiadi, 2005),:

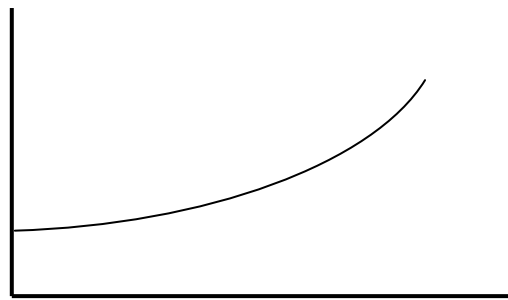


Dimana :

P_t	= Proyeksi pada tahun t
P_o	= Nilai tahun dasar
α	= Koefisien pertumbuhan
t	= Jumlah tahun proyeksi

- *Exponensial*

Model ini didasarkan atas asumsi bahwa % laju berubah-ubah. Dalam kasus exponensial, semakin lama kecenderungan laju akan semakin tinggi. Kondisi ini akan ditentukan pada wilayah yang masih terus berkembang. Persamaan dan grafik untuk *Continuous Time Model* yang exponensial adalah:



Exponensial

$$P_t = P_0 \exp^{(\alpha t)}$$

Dimana :

P_t = Proyeksi pada tahun t

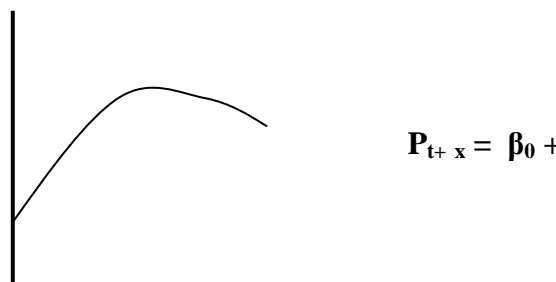
P_0 = Nilai tahun dasar

α = Koefisien pertumbuhan

t = Jumlah tahun proyeksi

3). *Non Linier Regression*

Model ini adalah merupakan model pertumbuhan dengan teknik yang berdasarkan data masa lampau dengan penggambaran kurva polinomial akan dapat digambarkan sebagai suatu garis regresi yang disebut sebagai metode selisih kuadrat minimum. Metode ini dianggap penghalusan cara ekstrapolasi garis lurus. Persamaan dan grafik untuk polinomial pangkat dua (Warpani,1984) adalah :



$$P_{t+x} = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$$

Dimana :

P_{t+x} = Proyeksi pada tahun $t + x$

X = Tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ = Tetapan

Model-model yang akan pakai/digunakan dalam penelitian ini ditentukan setelah melihat perbandingan nilai koefisien determinasi (R^2) pada masing-masing *trend* pertumbuhan variabel-variabel di wilayah penelitian. Berdasarkan perbandingan tersebut diambil nilai yang besar untuk koefisien determinasinya.

3.5.1. Variabel dan Parameter yang Diamati

Variabel dalam kajian ini adalah perubahan tata guna lahan, sosial ekonomi, dan transportasi. Dengan atribut yang digunakan jumlah penduduk, jumlah dan jenis kendaraan, panjang jalan, dan PDRB Kota Bogor.

3.6. Analisis Sistem Dinamik

Analisis ini untuk mengukur tingkat pengendalian pemanfaatan lahan terhadap perkembangan transportasi kota yang keberlanjutan di Kota Bogor, dengan melihat perilaku dan kapan terjadinya optimasi. Data yang diperlukan untuk melihat transportasi kota keberlanjutan Kota Bogor, diperlukan data sekunder berupa time series dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2008, kemudian data tersebut dihitung laju pertumbuhannya.

a. Pendekatan Sistem

Pendekatan sistem digunakan sebagai dasar untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks dan melibatkan berbagai pihak yang berkepentingan, sehingga menghasilkan sesuatu yang lebih bermanfaat (Lucas 1993). Permasalahan yang diselesaikan dengan pendekatan sistem seyogyanya memenuhi kriteria ; 1) kompleks, dalam arti interaksi antar elemen cukup rumit; 2) dinamik, dalam arti faktornya ada yang berubah menurut waktu dan ada pendugaan ke masa depan; 3) probabilistik, yaitu diperlukannya fungsi peluang dalam inferensi kesimpulan maupun rekomendasi (Eriyatno, 2003).

Sedangkan menurut Senge (1990), berpikir sistem melihat hubungan saling-bergantung (dipengaruhi dan dapat mempengaruhi atau umpan-balik), bukan hubungan sebab-akibat yang searah dan adanya proses-proses perubahan (proses yang berlanjut, *ongoing processes*), bukan potret-potret sesaat.

b. Identifikasi Sistem.

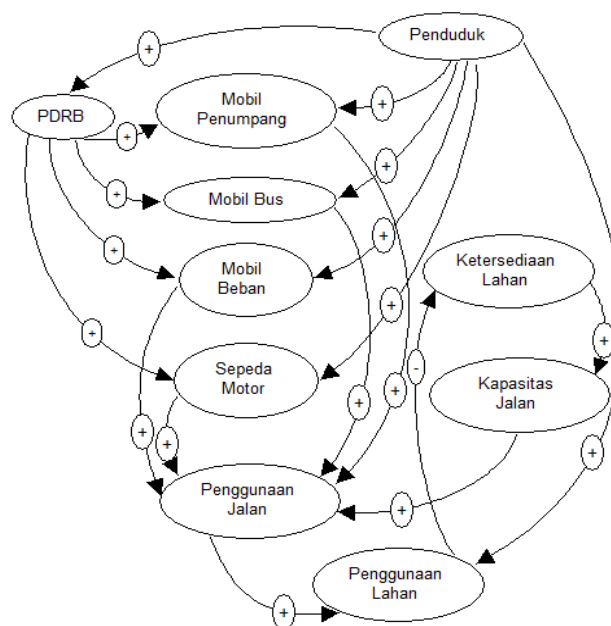
Konsep identifikasi sistem merupakan suatu rantai hubungan antara pernyataan dari kebutuhan-kebutuhan dengan pernyataan khusus dari masalah yang akan diselesaikan untuk mencukupi kebutuhan tersebut, yang sering digambarkan dalam bentuk diagram lingkaran sebab akibat (*causal-loop*). Diagram lingkaran sebab akibat adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab akibat (*causal relationships*) ke dalam bahasa gambar tertentu. Bahasa gambar tersebut dibuat dalam bentuk garis panah yang saling mengait, sehingga membentuk sebuah diagram sebab akibat (*causal-loop*), dimana pangkal panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat. Diagram sebab akibat (*causal-loop*) yang merupakan gambaran dari struktur model sistem pengendalian pemanfaatan lahan dibuat berdasarkan diagram *input-output*.

Mengacu pada definisi tersebut di atas, variabel operasional penelitian ini berdasarkan kerangka sistem dengan unsur-unsur adalah sebagai berikut:

- 1) Gugus sistem (lahan, penduduk, panjang jalan, jumlah dan jenis kendaraan, PDRB)
- 2) Elemen sistem terdiri atas:
 - ketersediaan lahan (hutan, kebun campuran, permukiman, lahan terbuka, semak, air (badan air) dan sawah.
 - penduduk (laju pertumbuhan)
 - ekonomi (laju pertumbuhan ekonomi)
 - panjang jalan (laju pertumbuhan)
 - Jumlah dan jenis kendaraan (laju pertumbuhan kendaraan)
- 3) Hubungan antara gugus
 - A - hubungan ketersediaan lahan dengan penduduk
 - hubungan ketersediaan lahan dengan pertumbuhan ekonomi
 - hubungan ketersediaan lahan dengan kendaraan
 - hubungan ketersediaan lahan dengan panjang jalan
 - B - hubungan penduduk dengan ketersediaan lahan
 - hubungan penduduk dengan pertumbuhan ekonomi
 - hubungan penduduk dengan kendaraan
 - hubungan penduduk dengan panjang jalan

- C - hubungan pertumbuhan ekonomi dengan ketersediaan lahan
 - hubungan pertumbuhan ekonomi dengan penduduk
 - hubungan pertumbuhan ekonomi dengan kendaraan
 - hubungan pertumbuhan ekonomi dengan panjang jalan
 - D - hubungan panjang jalan dengan ketersediaan lahan
 - hubungan panjang jalan dengan penduduk
 - hubungan panjang jalan dengan pertumbuhan ekonomi
 - hubungan panjang jalan dengan kendaraan
 - E - hubungan kendaraan dengan penduduk
 - hubungan kendaraan pertumbuhan ekonomi
 - hubungan kendaraan dengan panjang jalan
- 4) Ada hubungan antara gugus dalam sistem
- a) saling terkait, b) saling tergantung, c) aliran balik

Adapun model diagram lingkaran sebab-akibat sistem pengendalian pemanfaatan ruang terhadap transportasi di Kota Bogor disajikan pada gambar dibawah ini.

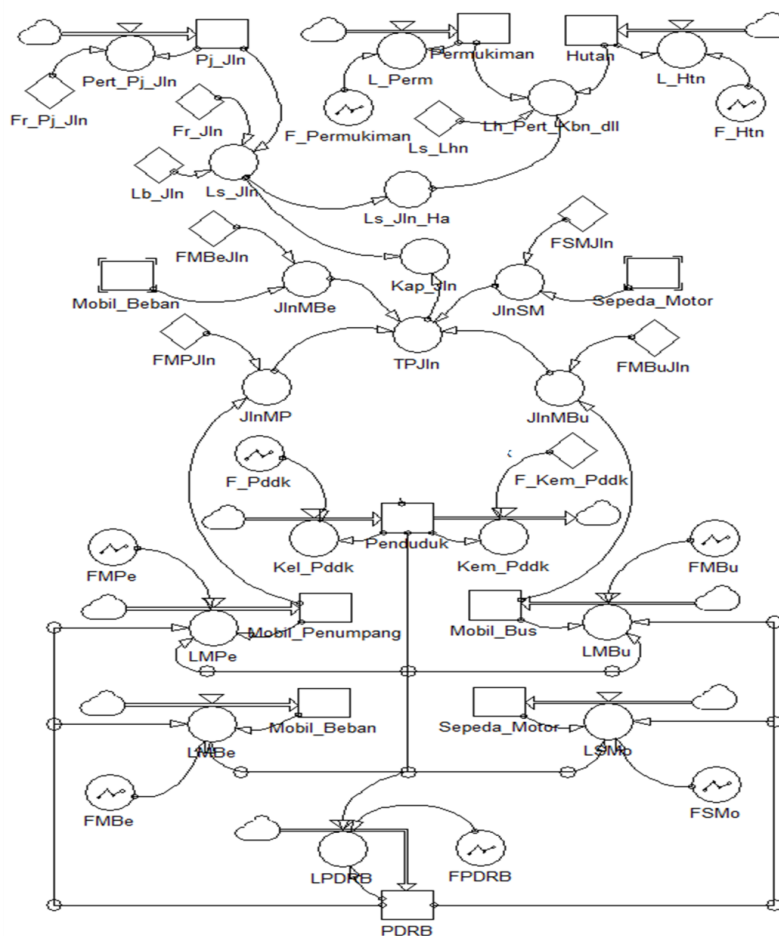


Gambar 3.3. Diagram Lingkaran Sebab Akibat Sistem Pengendalian Pemanfaatan Lahan Terhadap Transportasi Kota Bogor

Berdasarkan gambar di atas dapat dijelaskan bahwa dalam sistem pengendalian pemanfaatan ruang di Kota Bogor memiliki beberapa variabel utama pembentuk

sistem yang saling berhubungan, saling terkait dan akan menghasilkan suatu perilaku tertentu. Misalnya, variabel peningkatan jumlah penduduk akan menyebabkan kebutuhan lahan perumahan meningkat, yang berarti lahan *landcover* akan berkurang. Sementara jumlah penduduk itu sendiri dipengaruhi oleh tingkat kelahiran dan kematian serta laju emigrasi dan imigrasi penduduk di Kota Bogor.

Di sisi lain, peningkatan pertumbuhan ekonomi akan meningkatkan jumlah kendaraan sehingga akan mengakibatkan menurunnya pelayanan jalan dan kualitas lingkungan. Dengan baiknya kualitas lingkungan maka jumlah penduduk akan baik pula, sehingga kebutuhan berupa fasilitas umum dan fasilitas sosial serta meningkatkan aktivitas perekonomian. Variabel ini akan mempengaruhi jumlah luas lahan yang tersedia, yaitu akan semakin sempit. Model diagram alir fungsi dinamik antara lahan, penduduk, PDRB, panjang jalan, dan kendaraan di Kota Bogor pada gambar di bawah ini sebagai berikut :



Gambar 3.4. Struktur Model Dinamik Keterkaitan Antar Variabel

Dari gambar di atas diagram alir dapat diturunkan fungsi-fungsi model matematik dengan asumsi 1) dalam penulisan model matematik ditulis dalam bentuk linear, 2) dalam pengolahan penggunaan powersim seluruh variabel akan saling berinteraksi secara holistik, 3) seluruh variabel juga dipengaruhi oleh waktu, 4) dalam pengolahan sistem, model yang linear akan berubah menjadi model sigmoid berbentuk kurva S untuk model pertumbuhan (Djojmartono, 2000). Model-model tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Model umum

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i) \text{ (Hasibuan, 1989)}$$

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$ merupakan variabel-variabel dalam model sistem dinamik

2. Model persamaan sistem dalam bentuk matematik (modifikasi) sebagai berikut :

a) Model persamaan jumlah penduduk

$$\text{Jumlah Penduduk} = f(P_1, P_2, P_3)$$

$$P_t = P_0 + P_1 - P_2 \dots (1) \quad P_3 = P_t / \text{Ketersediaan Lahan} \dots (2)$$

Keterangan :

Penduduk : jumlah penduduk saat (t)

(P_t)

Penduduk : jumlah penduduk saat (t = 0)

(P_0)

Laju pertambahan penduduk : jumlah penduduk x fraksi pertambahan

(P_1) penduduk

Laju pengurangan penduduk : jumlah penduduk x fraksi pengurangan

(P_2) penduduk

Kepadatan penduduk : Jumlah penduduk / ketersediaan lahan

(P_3)

Artinya bahwa jumlah penduduk dipengaruhi oleh laju pertambahan penduduk, laju pengurangan penduduk dan kepadatan penduduk ditentukan oleh jumlah penduduk dan ketersediaan lahan.

b) Model persamaan jumlah kendaraan

$$\text{Jumlah kendaraan} = f(K_1, K_2)$$

$$K_t = K_0 + K_1 - K_2 \dots (1)$$

Keterangan :

Kendaraan : Kendaraan saat (t)

(K_t)

Kendaraan : Kendaraan saat (t=0)

(K_0)

Laju penambahan kendaraan: faktor penentu penambahan kendaraan x

(K_1) fraksi penambahan kendaraan

Laju pengurangan kendaraan: jumlah kendaraan x fraksi pengurangan

(K_2) kendaraan

Artinya bahwa jumlah kendaraan dipengaruhi oleh Laju penambahan

Kendaraan dan Laju pengurangan kendaraan

c) Model persamaan luas ketersediaan lahan

$$\text{Ketersediaan lahan} = f(L_1)$$

$$L_t = L_0 - L_1$$

Keterangan :

Lahan : Ketersediaan lahan saat (t)

(L_t)

Lahan : Ketersediaan lahan saat (t=0)

(L_0) Penduduk

Pengurangan lahan tersedia : Ketersediaan lahan x fraksi penduduk per

(L_1) Lahan / 9 m²

Artinya luas ketersediaan lahan dipengaruhi oleh Pengurangan lahan tersedia,

Tabel 3.1. Tujuan Penelitian, Peubah, Sumber Data, Teknis Analisis dan Output yang Diharapkan

No	Tujuan penelitian	Peubah	Sumber data	Teknis analisis	Output yang diharapkan
1	Menganalisis perubahan penutupan lahan yang berlangsung, khususnya yang terkait dengan perkembangan Kota Bogor	Data Penggunaan lahan tahun 1972, 1983, 1990, 2000, dan 2005	Peta sekunder pengguna lahan Kota Bogor tahun 1972, 1983, 1990, 2000, 2005 (hasil <i>Citra Landsat</i>) dari Biotrop.	- Berbasis SIG - Pertumbuhan/ peluruhan	- Model spasial perubahan <i>landcover</i> (hutan, lahan terbuka, permukiman/lahan tertutup) - Model perubahan jumlah penduduk.
2	Menganalisis model hubungan kuantitatif dengan sistem dinamik perubahan pemanfaatan lahan terhadap transportasi di Kota Bogor	<i>Landcover</i> , Penduduk, Kendaraan, Jalan, PDRB (Data tahun 1998-2008)	BAPPEDA, BPS, DLHK, DLLAJ, PU Binamarga dan Pengairan Kota Bogor,	Analisis regresi dan Sistem dinamik	Hubungan dinamik antara pengendalian pemanfaatan lahan terhadap perubahan <i>landcover</i> penduduk, PDRB, jumlah dan jenis kendaraan serta panjang jalan.

3.7. Terminologi

Dalam menghindari pemahaman yang berbeda pada penelitian ini maka batasan operasional untuk masing-masing parameter sebagai berikut:

1) Ruang :

Wadah yang meliputi ruang daratan, lautan, dan udara sebagai satu kesatuan wilayah, tempat manusia dan makhluk lainnya hidup dan melakukan kegiatan serta memelihara kelangsungan hidupnya (UU No 26 tahun 2006).

2) Wilayah :

Ruang yang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait padanya yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek administratif dan atau aspek fungsional (UU No 28 tahun 2006).

3) Lahan :

Merupakan lingkungan fisik dan biotik yang berkaitan dengan daya dukungnya terhadap perikehidupan dan kesejahteraan hidup manusia.

Lingkungan fisik meliputi relief-relief (topografi), iklim tanah dan air, Sedangkan lingkungan biotik meliputi hewan, tumbuhan dan manusia.

4) Penduduk :

Semua orang yang berdomisili di wilayah geografis republik indonesia selama enam bulan atau lebih dan atau mereka yang berdomisili kurang dari enam bulan tetapi bertujuan untuk menetap.

5) Ekonomi :

Sebagai ilmu terapan tentang produksi dan penggunaan kekayaan.

6) Transportasi :

Kegiatan untuk memindahkan sesuatu (orang/ barang) dari suatu tempat ketempat lain, baik dengan atau tanpa sarana (kendaraan, pipa, dan lain-lain).

7) Ketersediaan lahan :

Lahan potensial yang dikaitkan dengan fungsinya bagi kehidupan manusia misal suatu lahan tidak potensial untuk pertanian tapi potensial untuk perumahan, pariwisata atau kegiatan lainnya

8) Luas lahan :

Lahan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

9) Lahan atau ruang terbuka :

Bagian dari lahan kota baik yang alami maupun binaan (*man made*) yang tidak tertutup oleh bangunn atau struktur beratap permanen seperti sungai jalur lalu lintas, lapangan parkir.

10) Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota :

Bagian dari lahan terbuka kota yang ditumbuhi oleh tanaman atau tumbuhan secara alami atau budidaya, untuk berbagai kepentingan lingkungan perkotaan, seperti hutan kota, jalur hijau, pekarangan, lahan pertanian

11) RTH milik publik :

RTH yang dimiliki dan dikelola oleh dan untuk kepentingan publik dan peningkatan kualitas lingkungan kota.

12) Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) :

Merupakan salah satu indikator pertumbuhan ekonomi suatu negara/ wilayah/ daerah. Pertumbuhan tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya infrastruktur ekonomi.

13) Landcover :

Mengacu pada wilayah vegetasi atau nonvegetasi dari sebagian permukaan bumi, yang merupakan alokasi lahan berdasarkan tutupan lahannya, seperti sawah, semak, lahan terbangun, lahan terbuka, dan sebagainya.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Letak Administrasi

Secara geografis Kota Bogor dekat dengan ibukota pemerintahan pusat Jakarta lebih kurang berjarak 56 Km, dimana dikelilingi oleh pegunungan, mulai dari Gunung Pancar, Gunung Gede, Gunung Pangrango, Gunung Salak dan Gunung Halimun yang menyerupai huruf U. Kota Bogor berbatasan dengan :

- Sebelah Utara : Wilayah Kecamatan Kemang, Kecamatan Bojong Gede dan Kecamatan Sukaraja Kabupaten Bogor.
- Sebelah Barat : Wilayah Kecamatan Dramaga kabupaten Bogor dan Kecamatan Ciomas Kabupaten Bogor.
- Sebelah Timur : Wilayah Kecamatan Sukaraja dan Kecamatan Ciawi Kabupaten Bogor.
- Sebelah Selatan : Wilayah Kecamatan Cijeruk dan Kecamatan Caringin Kabupaten Bogor.

Berdasarkan luas administrasi Kota Bogor dibagi dalam enam Kecamatan dengan luas dan presentase yang terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Luas Wilayah Administratif Kota Bogor Menurut Kecamatan

No.	Kecamatan	Luas (Ha)	%
1	Bogor Utara	1,772	14.95
2	Bogor Barat	3,285	27.72
3	Bogor Timur	1,015	8.57
4	Bogor Selatan	3,081	26.00
5	Bogor Tengah	813	6.86
6	Tanah Sareal	1,884	15.90
Jumlah		11,850	100.00

Sumber : Bappeda Kota Bogor ,2008

Kota Bogor terletak pada ketinggian antara 190 sampai dengan 350 meter diatas permukaan laut dengan curah hujan rata-rata 4.000 mm/Tahun. Tingginya curah hujan menyebabkan Kota Bogor mendapat julukan Kota Hujan.

Berdasarkan Peraturan Daerah Nomor 1 Tahun 2001 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bogor (Tahun 1999-2009), fungsi Kota Bogor adalah :

Sebagai kota perdagangan, kota industri, kota permukiman, wisata ilmiah dan kota pendidikan. Dalam konteks regional Kota Bogor adalah :

- 1) Kabupaten Bogor, Bahwa Kota Bogor sebagai pusat pengembangan di Wilayah VII yang melayani areal Kota Bogor dan areal sekitar Kota Bogor.
- 2) Jabodetabek, bahwa Kota Bogor merupakan kota yang diarahkan untuk menampung 1,5 juta jiwa pada tahun 2009.
- 3) Negara, bahwa Kota Bogor merupakan kota yang menampung kegiatan yang jenuh di ibu kota.

Kota Bogor diarahkan untuk menyiapkan diri menjadi kota jasa yang siap melayani kebutuhan-kebutuhan, event-event nasional dan internasional yang akan diselenggarakan.

Pelayanan yang ekstra bagi pemenuhan kebutuhan warga, juga menjadi tuntutan utama karena semakin berkembang dan beragamnya kebutuhan seluruh warga terhadap barang dan jasa. Implikasi dari semua ini adalah meningkatnya kebutuhan pengadaan sarana transportasi masyarakat kota, timbulnya kemacetan, meningkatnya jumlah pedagang kaki lima secara berlebihan, rusaknya tata kota, semakin menurunnya kualitas kebersihan kota sebagai akibat dari kelebihan penduduk dan segala aktivitasnya yang melebihi daya dukung lingkungan. Dengan posisinya yang strategis sebagai salah satu penyangga lainnya, menjadikan Kota Bogor menjadi pilihan bagi penduduk baik yang datang dari sekitar Bogor maupun para perantau dari daerah-daerah lainnya yang menjadikan Bogor atau Jakarta sebagai sumber mencari mata pencaharian. Kondisi tersebut memberikan dampak yang luas bagi Kota Bogor baik dalam tatanan kependudukan, kemasyarakatan maupun perekonomian, dan kondisi lainnya.

4.2. Penggunaan Lahan Kondisi Fisik Dasar

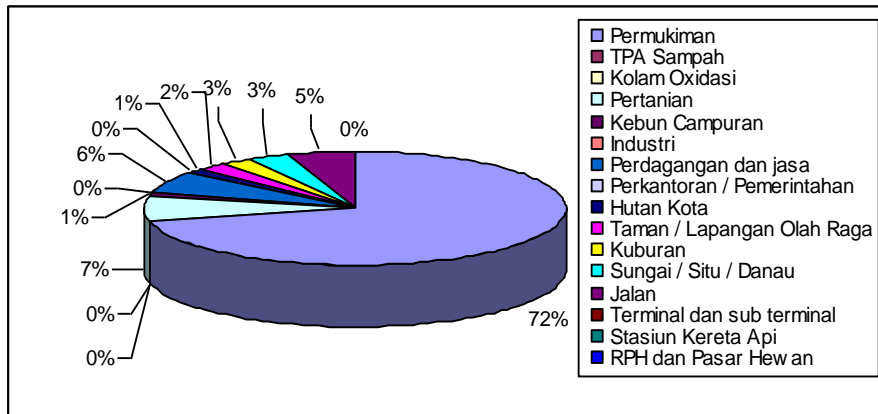
4.2.1. Penggunaan Lahan

Pola penggunaan lahan identik dengan struktur penggunaan lahan dimana wilayah Kota Bogor memiliki luas 11.850 Ha. Dari luas wilayah tersebut terdistribusi ke dalam lahan permukiman seluas 8.300, 00 Ha atau 70,042% dan pada umumnya wilayah permukiman ini berkembang secara linier mengikuti jaringan jalan yang ada, sehingga berpotensi dalam menambah laju tingkat perkembangan wilayah Kota Bogor. Penggunaan lahan untuk pertanian baik sawah maupun ladang seluas 854,67 Ha atau 7,212% dan penggunaan kebun campuran mencapai 85,00 Ha atau 0,717 %. Sedangkan penggunaan lahan untuk hutan kota seluas 141,50 atau 1,194 Ha dan sisanya untuk kegiatan lainnya seperti fasilitas sosial, perdagangan dan jasa, perkantoran, kuburan, taman dan lapangan olah raga berlokasi menyebar di wilayah Kota Bogor. Penggunaan lahan terlihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.2. Penggunaan Lahan di Kota Bogor Tahun, 2003

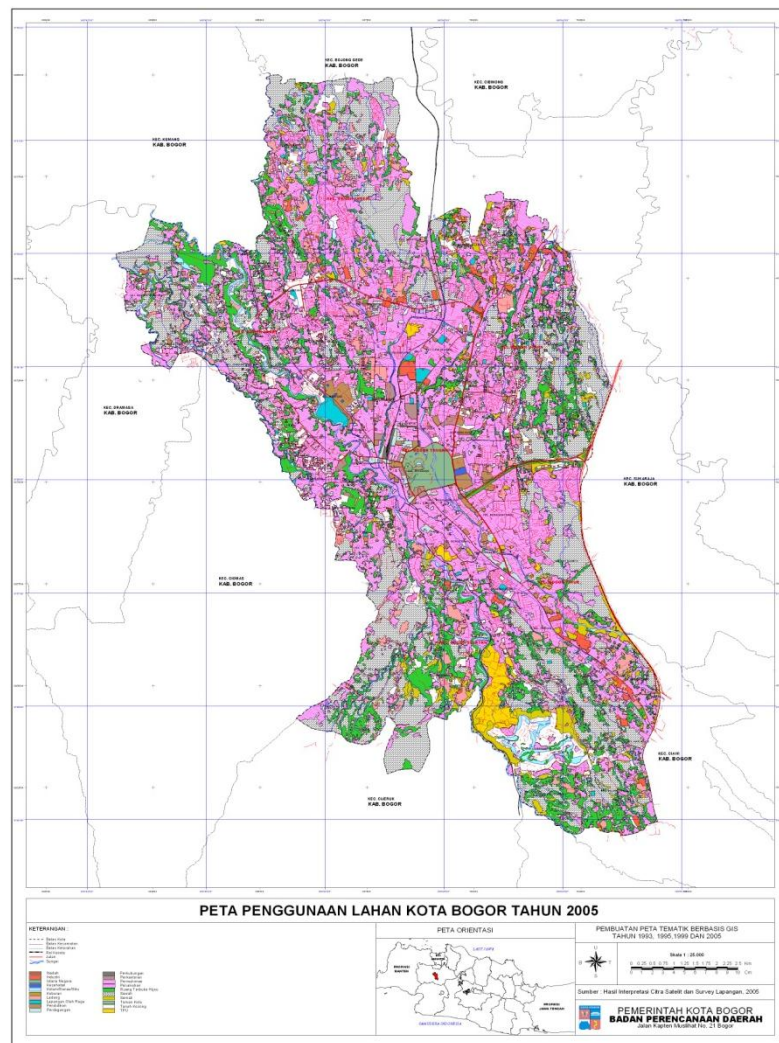
No.	Jenis Penggunaan	Luas (Ha) Tahun 2003	Persentase (%)
1.	Permukiman	8.300,00	70,042
2.	TPA Sampah	-	-
3.	Kolam Oxidasi	1,50	0,013
4.	Pertanian	854,67	7,212
5.	Kebun Campuran	85,00	0,717
6.	Industri	115,03	0,971
7.	Perdagangan dan jasa	726,80	6,133
8.	Perkantoran / Pemerintahan	98,00	0,827
9.	Hutan Kota	141,50	1,194
10.	Taman / Lapangan Olah Raga	250,48	2,114
11.	Kuburan	299,28	2,526
12.	Sungai / Situ / Danau	337,07	2,845
13.	Jalan	629,37	5,311
14.	Terminal dan sub terminal	2,70	0,023
15.	Stasiun Kereta Api	5,60	0,047
16.	RPH dan Pasar Hewan	3,00	0,025
	Jumlah	11.850,00	100,00

Sumber: Dinas Permukiman, 2003



Gambar 4.1. Penggunaan Lahan di Kota Bogor, 2003

Peta penggunaan lahan Kota Bogor tahun 2006 terlihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut :



Gambar 4.2. Peta Penggunaan Lahan Kota Bogor Tahun 2006

4.3. Sosial Ekonomi

4.3.1. Jumlah Penduduk.

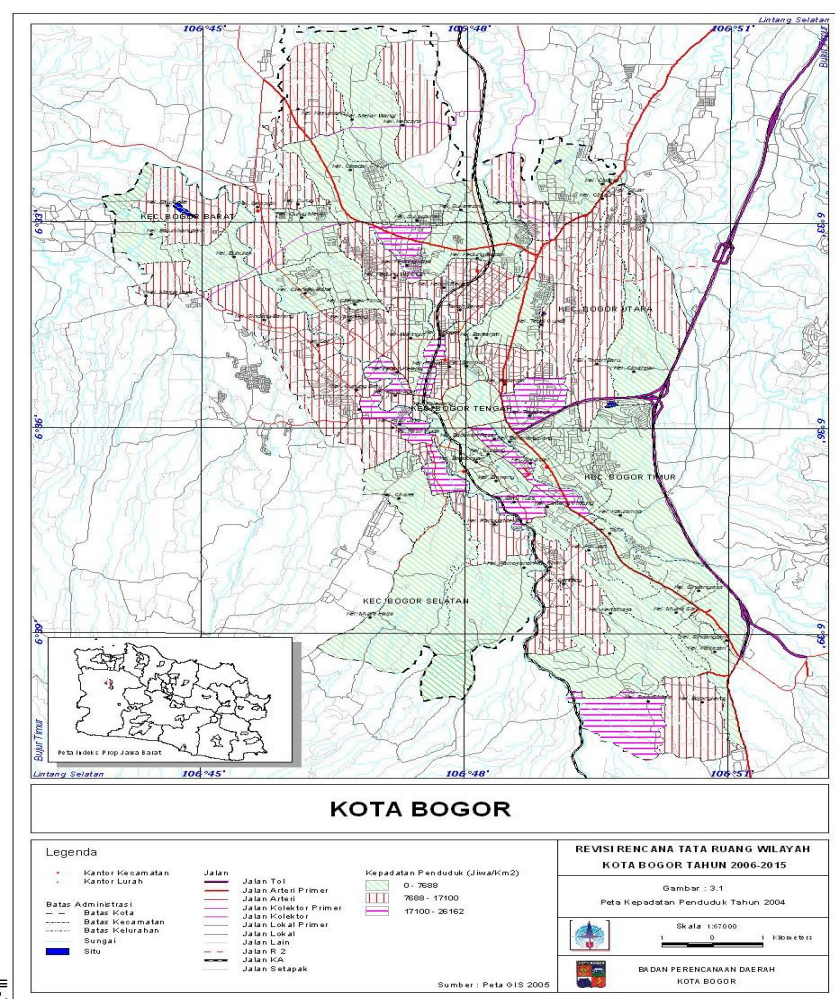
Sebagai kota yang terletak dekat dengan Jakarta, maka Kota Bogor menjadi salah satu alternatif para komuter untuk tinggal. Jumlah penduduk Kota Bogor pada pada Tabel 4.3 tahun 1998 mencapai 680.514 jiwa pada tahun 2008 menjadi sekitar 928.612 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk rata-rata pertahun 2.961 %. Setiap hari diperkirakan 200.000 penduduk Kota Bogor melakukan perjalanan ulang-alik Bogor-Jakarta-Bogor setiap hari. Bogor sebagai kota transit bagi pekerja yang tinggal di wilayah selatan dari Kota Bogor (Cibeduk, Cijeruk, Ciomas, Leuwiliang, Jasinga, dll) yang bekerja di Jakarta, menjadikan Kota Bogor sebagai simpul pergerakan manusia, sehingga mobilitas penduduk terlihat sangat tinggi. Sebagai gambaran, jumlah penduduk yang menggunakan kereta api selama setahun mencapai 18.000.000 orang dan jumlah kendaraan yang menggunakan tol Jagorawi dari/ke Kota Bogor mencapai 30.000 kendaraan/hari.

Meskipun Bogor merupakan kota tua, namun tidak demikian dengan masyarakatnya. Sebagian besar penduduk Kota Bogor adalah pendatang dan tinggal secara turun temurun di kota ini disamping para pendatang yang belum terlalu lama tinggal di Kota Bogor. Para pendatang yang dimaksud umumnya adalah pendatang yang juga berasal dari wilayah Jawa Barat, khususnya dari *hinterland* Kota Bogor melalui proses urbanisasi yang sangat panjang. Jumlah dan laju pertumbuhan penduduk di Kota Bogor menunjukkan perkembangan yang pesat dan pola penyebarannya sangat bervariasi, hal ini dapat dilihat pada peta sebaran penduduk Kota Bogor tahun 2006 yang disajikan pada Gambar 4.3.

Tabel 4.3. Jumlah Penduduk Kota Bogor

No. Kecamatan	Jumlah Penduduk Per Tahun (Laki-laki dan Perempuan)										
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1 Bogor Selatan	133.598	134.595	136.152	150.300	154.622	160.007	163.295	166.745	170.909	175.010	179.210
2 Bogor Timur	67.443	69.004	77.257	77.025	80.747	83.924	83.907	86.978	89.237	91.548	93.919
3 Bogor Utara	101.964	109.556	110.569	136.294	138.370	144.590	148.107	149.578	153.843	158.150	162.578
4 Bogor Tengah	103.545	104.390	103.414	92.436	95.690	99.790	101.162	103.176	106.075	109.045	112.098
5 Bogor Barat	151.638	157.041	164.222	166.853	175.342	181.995	184.464	190.421	195.808	201.290	206.926
6 Tanah Sareal	122.326	128.908	123.098	137.421	144.652	150.401	150.636	158.187	163.266	168.490	173.881
Kota Bogor	680.514	703.494	714.712	760.329	789.423	820.707	831.571	855.085	879.138	903.533	928.612

Sumber : Kota Bogor Dalam Angka, Tahun 2009



Gambar 4.3. Peta Sebaran Penduduk Kota Bogor Tahun 2006

4.3.1. Struktur Mata Pencaharian

Dilihat dari struktur pekerjaan, menurut hasil survei sosial ekonomi nasional 2007 yang dilaksanakan oleh Badan Pusat Statistik Kota Bogor sektor yang paling banyak menyerap tenaga kerja secara keseluruhan adalah sektor industri, perdagangan, dengan proporsi kurang lebih 34.79 persen. Sektor ke dua yang menyerap tenaga kerja terbesar adalah jasa, angkutan, industri, konstruksi dan keuangan sebesar 62,30 persen kemudian sektor terbesar ketiga pertanian, serta gas listrik dan air sebesar 2.91 persen seperti tertera pada Tabel 4.4. berikut :

Tabel 4.4. Persentase Penduduk yang Bekerja Menurut Lapangan Usaha Berada.

Jenis Usaha	Persentase
1. Pertanian	2.53
2. Pertambangan & Galian	0.00
3. Industri	13.30
4. Gas, Listrik dan Air	0.38
5. Kontruksi	6.84
6. Perdagangan	34.79
7. Angkutan	12.24
8. Keuangan	3.35
9. Jasa	26.57

Sumber : Kota Bogor Dalam Angka, Tahun 2007

Berdasarkan struktur penduduk menurut pendidikan jumlah penduduk yang terbesar berada pada segmen lulusan SD (34%) dan lulus SLTP (27%) sementara yang lulus perguruan tinggi baru mencapai 4% dan yang buta huruf sebesar 0,1%. Secara keseluruhan indeks pendidikan di Kota Bogor mencapai 88,86 dengan rata-rata lama sekolah 9,74 tahun. Kualitas SDM masyarakat Kota Bogor secara umum relatif cukup tinggi dan mempunyai jaringan (daya hubungan) yang cukup luas, baik dalam dan luar negeri (Bapeda, 2006).

4.4. Kondisi Perekonomian

Secara umum keadaan ekonomi Kota Bogor sudah relatif stabil dengan pertumbuhannya yang cukup baik, namun tentunya memerlukan perhatian yang lebih dikarenakan struktur ekonomi Kota Bogor yang didominasi oleh sektor perdagangan, hotel dan restoran sebesar 30,04 % dan sektor industri pengolahan sebesar 28,07 % dimana sektor ini sangat dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan daya beli masyarakat (BPS, tahun 2008)

Potensi sektor-sektor ekonomi dapat dilihat dari kontribusi sektor-sektor ekonomi dalam Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Bogor. Dari data tersebut terlihat kecenderungan meningkatnya kontribusi sektor perdagangan, hotel, dan restoran dan sektor industri. Sektor pengangkutan dan komunikasi memperlihatkan kontribusi yang stabil, sedangkan sektor lainnya cenderung menurun. Kontribusi sektor industri meningkat dari 20,74 % pada tahun 1993 menjadi 24,13 % pada tahun 2006. Sedangkan kontribusi sektor perdagangan, hotel dan restoran adalah sebesar 28,75 pada Tahun 1993 kemudian menjadi 41,08 %. Data PDRB dari tahun 1993—2006 memperlihatkan bahwa komponen penyumbang PDRB Kota Bogor terbesar adalah sektor perdagangan, hotel, dan restoran dengan persentase per tahunnya mencapai kisaran 28,75—41,08 persen terhadap PDRB. Sektor industri pengolahan menempati posisi kedua kontribusinya terhadap PDRB Kota Bogor dengan rata-rata kontribusi per tahun 20,74 — 24,13 persen. Dari data tersebut, maka jelas bahwa Kota Bogor memiliki potensi pertumbuhan yang tinggi pada sektor perdagangan, hotel, dan restoran (Bappeda, tahun 2008). Sedangkan dari tahun 1985 sampai dengan tahun 2008 laju pertumbuhan Produk Domestik Bruto dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Jumlah dan Laju Pertumbuhan PDRB (Harga Konstan dan Berlaku) di Kota Bogor.

Tahun	PDRB			
	Harga Konstan	Laju Pertumbuhan (%)	Harga Berlaku	Laju Pertumbuhan (%)
1985	120,601.63	0	110,634.51	0
1986	131,705.68	0.09	185,614.22	0.68
1987	142,158.56	0.08	203,163.72	0.09
1988	155,216.13	0.09	233,142.11	0.15
1989	164,366.66	0.06	260,861.73	0.12
1990	176,323.53	0.07	300,697.47	0.15
1991	130,343.33	(0.26)	356,801.36	0.19
1992	152,924.72	0.17	412,905.25	0.16
1993	531,025.00	2.47	531,025.00	0.29
1994	581,297.00	0.09	663,093.00	0.25
1995	940,030.31	0.62	1,091,405.74	0.65
1996	1,045,309.40	0.11	1,281,444.81	0.17
1997	1,098,515.66	0.05	1,463,794.41	0.14
1998	915,583.24	(0.17)	1,935,010.94	0.32
1999	954,633.75	0.04	2,062,764.18	0.07
2000	990,397.67	0.04	2,256,915.82	0.09
2001	1,209,942.71	0.22	2,954,164.95	0.31
2002	2,986,837.37	1.47	3,459,398.26	0.17
2003	3,168,185.54	0.06	4,165,569.13	0.20
2004	3,361,438.93	0.06	5,245,746.82	0.26
2005	3,567,230.91	0.06	6,191,918.90	0.18
2006	3,782,273.71	0.06	7,257,742.09	0.17
2007	4,012,743.18	0.06	8,558,035.70	0.18
2008	4,252,821.78	0.06	9,564,033.34	0.18
2009	3,738,009.76	(0.12)	11,904,599.66	0.18
2010	3,923,234.67	0.05	10,438,606.58	(0.12)
2011	4,108,459.58	0.05	11,233,065.97	0.08

Sumber : - Biro Pusat Statistik Kota Bogor, 2008.
 - Hasil olahan data, 2012.

4.6. Sarana Transportasi Jalan

Sarana transportasi darat berupa Angkutan Umum terdiri dari mobil penumpang, mobil bus, angkutan mobil barang (beban), dan sepeda motor, dapat terlihat perkembangan dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2008, serta rata-rata laju pertumbuhan sebesar 13,90 persen dapat terlihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Jumlah Kendaraan Berdasarkan Jenis Kendaraan dan Laju Pertumbuhan

Tahun	Jenis Kendaraan				Jumlah	Laju Pertumbuhan (%)
	Mobil penumpang	Mobil Bus	Mobil Beban	Sepeda Motor		
1998	11565	9871	6939	20433	48808	0.00
1999	12349	9859	6834	20911	49953	2.35
2000	13524	10872	7117	23783	55296	10.70
2001	14417	12541	7632	28979	63569	14.96
2002	15060	13846	8230	37055	74191	16.71
2003	15952	15043	8992	50589	90576	22.08
2004	16481	16425	9853	68573	111332	22.92
2005	17120	18406	10542	90154	136222	22.36
2006	18771	19971	10769	107881	157392	15.54
2007	19425	21972	11090	126480	178967	13.71
2008	19972	22973	11791	144902	199638	11.55
2009	20938	24094	12325	370560	427917	11.34
2010	21782	25508	12867	383749	443906	3.73
2011	22626	26922	13410	396938	459896	3.60
Rata-rata						13.17

Sumber : - Biro Pusat Statistik Kota Bogor, 2008
 - Hasil olahan data 2012

Prasarana transportasi darat berupa jalan di Kota Bogor seperti terlihat pada tabel panjang jalan di Kota Bogor dari tahun ke tahun dapat dilihat pada Tabel 4.7. Dapat terlihat pada tahun 1996 terdapat penambahan panjang jalan dikarenakan pemekaran wilayah Kota Bogor hampir 127,01 %. Bila dihitung dari tahun 1997 sampai dengan tahun 2008 laju pertumbuhan rata-rata sebesar 6,99 %.

Salah satu prasarana transportasi yang ada di Kota Bogor adalah terminal penumpang. Terminal Kota Bogor terdiri dari Terminal Regional Baranangsiang dan Terminal Bubulak. Terminal Baranangsiang merupakan terminal Tipe A dengan daya tampung 102 unit AKAP/AKDP dan luas lahan sekitar 22.100 m². Selain terminal tipe A, Kota Bogor juga memiliki terminal tipe C, yaitu terminal Bubulak dan terminal Merdeka yang menampung angkutan kota. Khusus untuk Bus Damri yang sejak tahun 1999/2000 telah melayani route Bandara Soekarno Hatta sampai dengan Bogor dimana frekuensi keberangkatannya setiap setengah jam telah menempati areal di parkir Bus wisata. Selain jalan salah satu jaringan penunjang sistem transportasi Kota Bogor adalah jaringan rel kereta api. Moda kereta api telah menjadi moda penting dalam pergerakan penduduk terutama bagi para komuter menuju Jakarta. Sistem jaringan rel di Kota Bogor menghubungkan Kota Bogor

dengan Kota Jakarta di sebelah Utara dan Kota Sukabumi di sebelah Selatan. Saat ini, pergerakan satu hari ke Jakarta sebesar 30.000 penumpang/hari dengan frekuensi kereta setiap 6 menit, yang pada jam-jam sibuk akan terlihat sangat padat. Dengan semakin tingginya permintaan akan moda kereta api maka tidak menutup kemungkinan adanya penambahan jumlah rel serta peningkatan frekuensi kereta api yang menghubungkan Kota Bogor dan Jakarta. Di Kota Bogor terdapat 6 titik persimpangan jalan dengan rel kereta api menuju arah Jakarta dan 4 titik persimpangan menuju arah Sukabumi. Saat ini baru 1 titik persimpangan yang sudah tidak sebidang yaitu jalur yang melintasi Jalan Soleh Iskandar (jalur *underpass*) Mengingat frekuensi pergerakan kereta api yang tinggi hampir di semua perlintasan kereta api menimbulkan antrian kendaraan yang panjang terutama pada waktu sibuk. Untuk menghindari permasalahan tersebut maka perlu direncanakan dan dibangun perlintasan tidak sebidang untuk semua perlintasan kereta api.

Tabel 4.7. Panjang Jalan di Kota Bogor

Tahun	Panjang jalan (Km)	Laju Pertumbuhan (%)
1985	140.31	0
1986	140.31	0.00
1987	141.68	0.98
1988	141.68	0.00
1989	144.00	1.64
1990	150.99	4.85
1991	151.46	0.31
1992	154.62	2.09
1993	155.82	0.78
1994	155.82	0.00
1995	155.82	0.00
1996	353.74	127.01
1997	357.53	1.07
1998	617.59	72.74
1999	617.59	0.00
2000	620.59	0.49
2001	621.15	0.09
2002	624.13	0.48
2003	624.13	0.00
2004	624.13	0.00
2005	658.52	5.51
2006	773.41	17.45
2007	783.41	1.29
2008	800.30	2.16
2009	834.72	0.04
2010	869.14	0.04
2011	903.56	0.04

Sumber : - Biro Pusat Statistik Kota Bogor, 2008
 - Hasil olahan data 2012

4.8. Tata Guna Lahan Kota Bogor

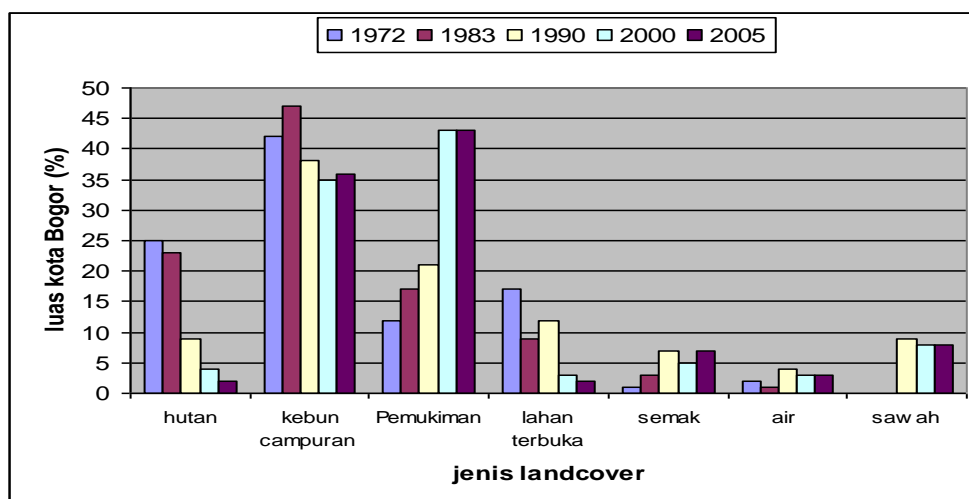
Luas Kota Bogor sebelum adanya perluasan wilayah administrasi untuk jenis *landcover* hutan dari 2.927,54 ha tahun 1972 menjadi 1.107,36 ha pada tahun 1990, setelah mengalami perluasan luas *landcover* hutan sebesar 422,30 ha pada tahun 2000 menjadi 187,15 ha tahun 2005. selanjutnya untuk jenis *landcover* lainnya disajikan pada Tabel 4.8 sebagai berikut (Suryadi 2008) :

Tabel 4.8. Luas Total Kota Bogor Sebelum dan Sesudah Perluasan (Ha)

Tahun	Luas Landcover (Ha)							Jumlah
	Hutan	Kebun Campuran	Permukiman	Lahan terbuka	Semak	Air	Sawah	
1972	2,927.54	5,031.96	1,464.84	2,070.26	100.59	254.81	-	11,850.00
1983	2,677.87	5,606.03	2,018.21	1,110.52	375.96	61.41	-	11,850.00
1990	1,107.36	4,472.18	2,505.90	1,426.11	870.25	439.56	1,028.63	11,850.00
2000	422.30	4,111.88	5,037.33	371.58	593.34	374.76	938.81	11,850.00
2005	187.15	4,250.87	5,068.25	258.02	866.28	317.38	902.05	11,850.00

Sumber: Data olahan, 2012

Dari data terlihat bahwa kebun campuran pada tahun 1972, 1983, 1990 (sebelum terjadi perluasan) memiliki luas terbesar masing-masing 5,031.96 Ha (42%), 5,606.03 Ha (47%), 4,472.18 Ha (38%). Pada tahun 2000 dan 2005 (setelah terjadi perluasan) pemukiman memiliki luas *landcover* terbesar masing-masing 5,037.33 Ha dan 5,068.25 Ha. Kondisi di atas dapat digambarkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Grafik Luas Total Kota Bogor Sebelum dan Sesudah Perluasan (%)

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Koefisien Determinasi Landcover, Penduduk, PDRB, Kendaraan dan Panjang Jalan

Untuk menyimpulkan model pertumbuhan yang paling baik digunakan dalam memproyeksi atribut-atribut dalam penelitian ini, dapat dilakukan dengan membandingkan nilai R^2 (koefisien determinasi) pada masing-masing *Type Trendline* grafik perkembangan masing-masing atribut. Berdasarkan dari hasil pengujian dapat dikelompokkan *trend* perkembangan jumlah penduduk terdiri atas 3 kelompok model yaitu; 1) *Linear Continuous Time* 2) *Exponensial Continuous Time*, 3) *Non Linier Regression*.

5.1.1. Analisis Koefisien Determinasi Landcover Kota Bogor

Hasil perbandingan nilai R^2 (koefisien determinasi) pada masing – masing jenis *landcover* dimana tahun variabel tidak bebas (y) dan jenis *landcover* sebagai variabel bebas (x) dengan menggunakan 3 model pertumbuhan (*linier, exponensial continuous time, dan non linier regression*) dapat dilihat pada Tabel.5.1 berikut.

Tabel 5.1. Perbandingan Model Nilai Koefisien Determinasi (R^2) Masing-Masing Jenis Lancover di Kota Bogor

No.	Jenis Landcover	Linier Continous Time	Exponensial Continous Time	Non Linier Regression
1	Permukiman	$y = 1021.x + 191.6$ $R^2 = 0.951$	$y = 1295.e^{0.24x}$ $R^2 = 0.901$	$y = -56.16x^2 + 1583.x - 838.1$ $R^2 = 0.966$
2	Lahan terbuka	$y = -420x + 4060$ $R^2 = 0.543$	$y = 6102.e^{-0.28x}$ $R^2 = 0.281$	$y = 249.1x^2 - 3658.x + 13858$ $R^2 = 0.951$
3	Kebun campuran	$y = -351.6x + 5608.$ $R^2 = 0.974$	$y = 6087.e^{-0.09x}$ $R^2 = 0.934$	$y = -24.35x^2 - 108.1x + 5161.$ $R^2 = 0.998$
4	Hutan	$y = -224.1x + 1788.$ $R^2 = 0.772$	$y = 2285.e^{-0.34x}$ $R^2 = 0.828$	$y = 51.82x^2 - 742.4x + 2738.$ $R^2 = 0.984$
5	Semak	$y = -35.72x + 789.7$ $R^2 = 0.677$	$y = 803.6e^{-0.05x}$ $R^2 = 0.748$	$y = -1.014x^2 - 25.57x + 771.1$ $R^2 = 0.779$
6	Air	$y = -38.76x + 517.5$ $R^2 = 0.995$	$y = 609.0e^{-0.13x}$ $R^2 = 0.979$	$y = -0.081x^2 - 37.86x + 515.5$ $R^2 = 0.996$
7	Sawah	$y = -41.72x + 1107.$ $R^2 = 0.998$	$y = 1135.e^{-0.04x}$ $R^2 = 0.997$	$y = 0.092x^2 - 42.74x + 1109.$ $R^2 = 0.999$

Sumber: Hasil Analisis, 2012

5.1.2. Analisis Koefisien Determinasi Jumlah Penduduk Kota Bogor

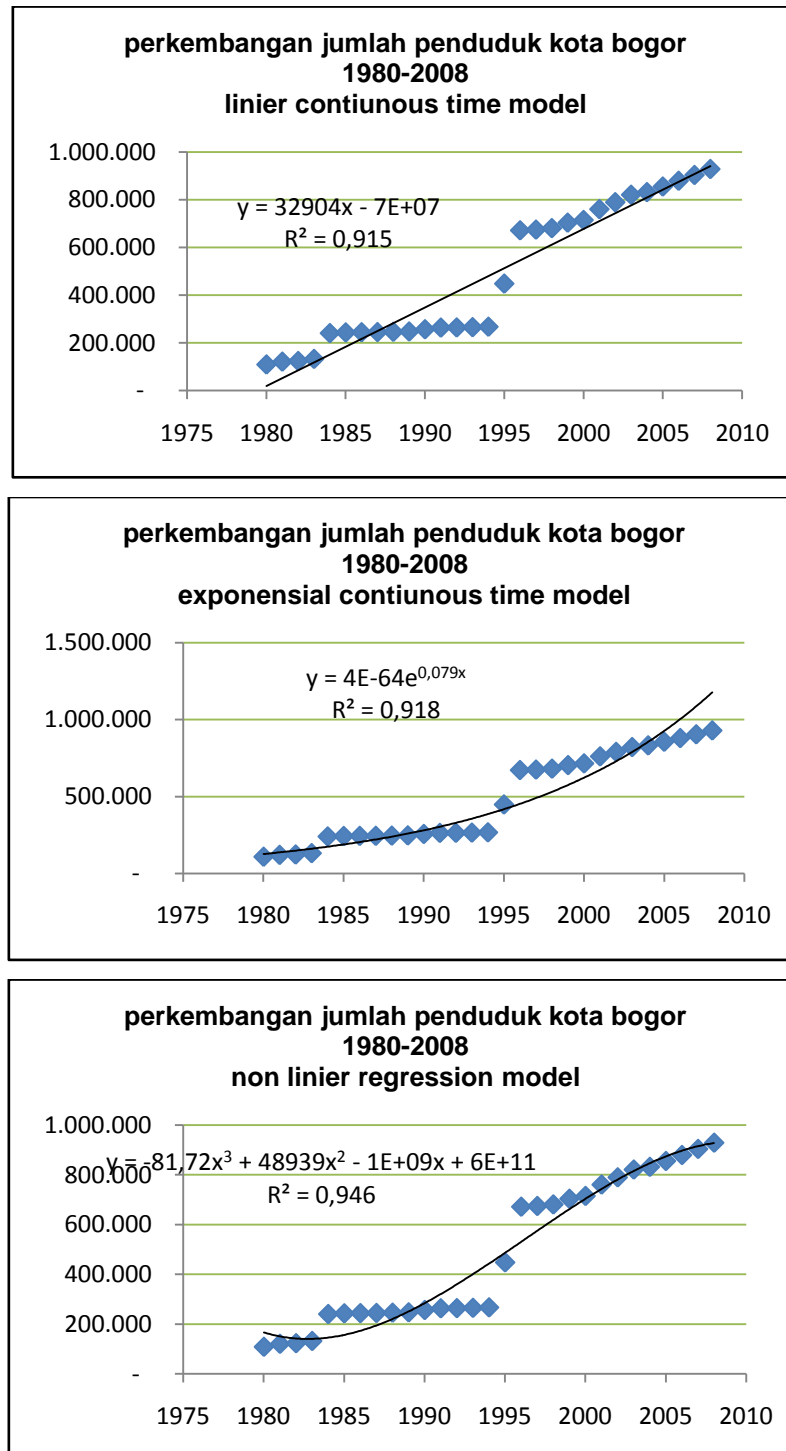
Model pertumbuhan yang memungkinkan untuk digunakan dalam penelitian perkembangan jumlah penduduk ini diadopsi dari konsep Rustiadi (2005) dan Warpani (1980) ; 1) *Discrete Time* 2) *Continuous Time (linear, Exponensial)* dan 3) *Non Linier Regression*. Model mana yang paling tepat akan digunakan dalam penelitian ini ditetapkan setelah melihat *trend* pertumbuhan di wilayah penelitian berdasarkan data yang ada. Untuk mendapatkan *trend* pertumbuhan penduduk, berikut ini pada tabel disajikan perkembangan jumlah penduduk Kota Bogor dari tahun 1980 s/d tahun 2011.

Tabel 5.2. Perkembangan Jumlah Penduduk Kota Bogor Tahun 1980 s/d 2011

Tahun	Jumlah Penduduk
1980	108,654
1981	120,515
1982	123,085
1983	132,005
1984	240,291
1985	243,115
1986	243,855
1987	244,465
1988	245,655
1989	247,094
1990	256,361
1991	263,301
1992	263,939
1993	265,086
1994	266,994
1995	447,912
1996	671,405
1997	674,388
1998	680,514
1999	703,494
2000	714,712
2001	760,329
2002	789,423
2003	820,707
2004	831,571
2005	855,085
2006	879,138
2007	903,533
2008	928,612
2009	976,756
2010	1.009.810
2011	1.042.864

Sumber: Hasil Analisis 2012

Berikut ini pada Gambar disajikan nilai R^2 pada masing-masing *Type Trendline* sebagai pertimbangan untuk menentukan model pertumbuhan yang paling tepat digunakan untuk proyeksi jumlah penduduk pada masa datang di Kota Bogor.

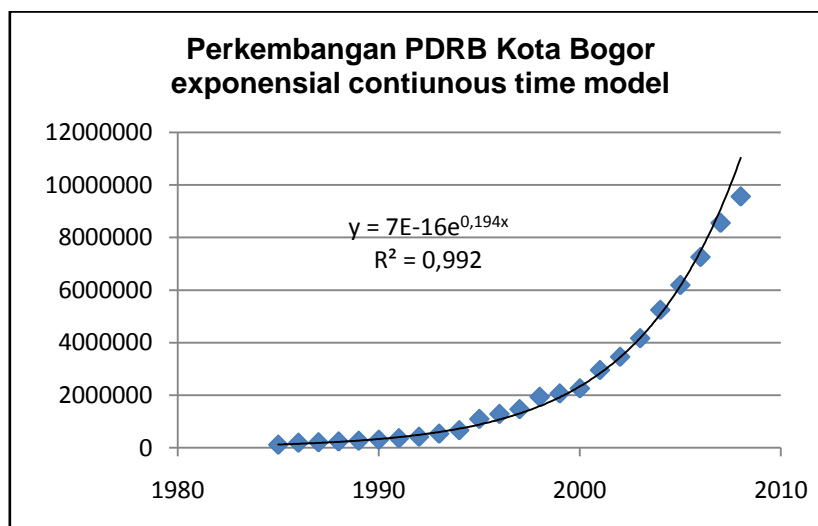
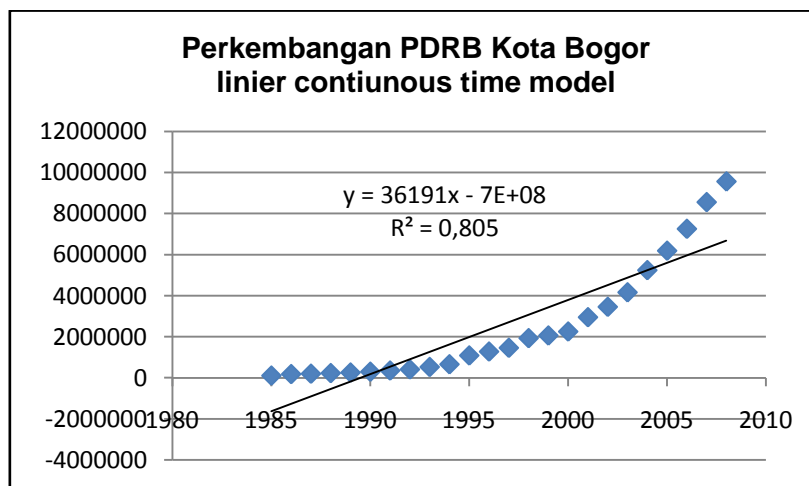


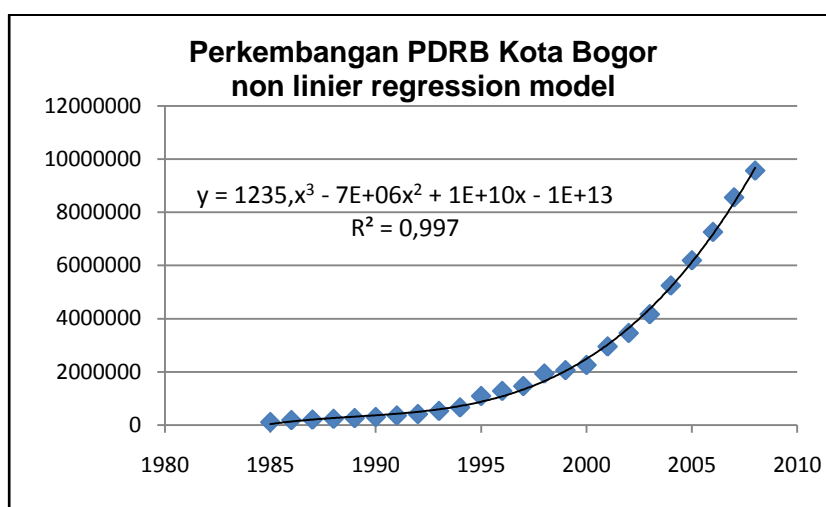
Gambar 5.1. Grafik Perbandingan R- Square Value on Chart pada Type Trendline

Berdasarkan perbandingan *R-squared Value on Chart* pada *Type Trendline* dapat disimpulkan bahwa nilai R^2 yang tertinggi adalah pada model pertumbuhan yang paling tepat digunakan dalam proyeksi perkembangan jumlah penduduk Kota Bogor adalah *Non Linier Regression*.

5.1.3. Analisis Koefisien Determinasi PDRB Kota Bogor

Nilai R^2 pada masing-masing *Type Trendline* sebagai pertimbangan untuk menentukan model pertumbuhan yang paling tepat digunakan untuk proyeksi PDRB Kota Bogor, disajikan pada gambar berikut:





Gambar 5.2. Grafik Perbandingan R-Square Value on Chart pada Type Trendline PDRB

Dari perbandingan *R-squared* dapat disimpulkan bahwa nilai R^2 yang tertinggi adalah *Non Linier Regression Model*.

5.1.4. Analisis Koefisien Determinasi Kendaraan Kota Bogor

Hasil perbandingan nilai R^2 (koefisien determinasi) pada masing – masing jenis kendaraan dimana tahun variabel tidak bebas (y) dan jenis kendaraan sebagai variabel bebas (x) dengan menggunakan kelompok pertumbuhan di Kota Bogor dapat dilihat pada tabel berikut.

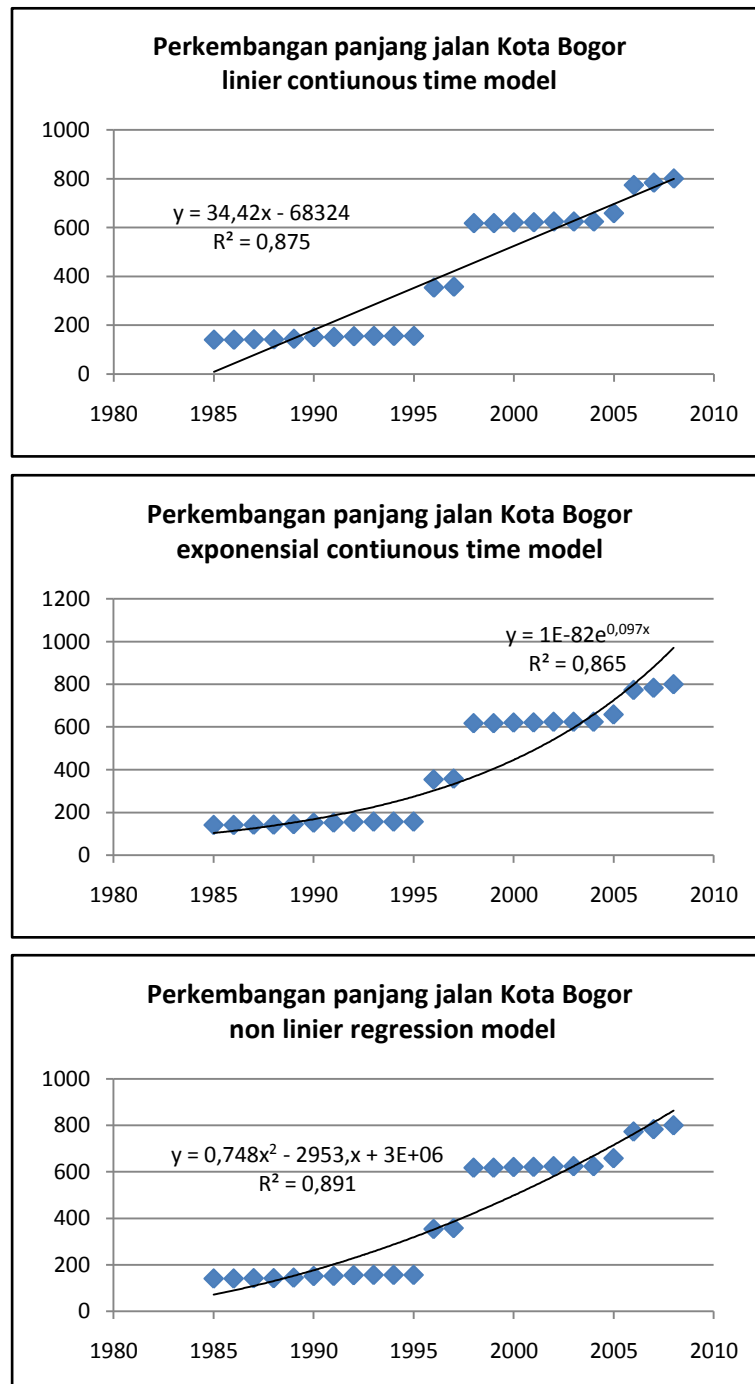
Tabel 5.3. Perbandingan Model Nilai Koefisien Determinasi (R^2) Masing-Masing Jenis Kendaraan di Kota Bogor

No.	Jenis Kendaraan	Model Linier Continous Time	Exponensial Continous Time	Non Linier Regression
1	Mobil penumpang	$y = 844.6x - 2E+06$ $R^2 = 0.991$	$y = 1E-43e^{0.054x}$ $R^2 = 0.986$	$y = -1.406x^2 + 6480.x - 7E+06$ $R^2 = 0.993$
2	Mobil Bus	$y = 1414.x - 3E+06$ $R^2 = 0.984$	$y = 4E-77e^{0.092x}$ $R^2 = 0.991$	$y = 51.57x^2 - 20519x + 2E+08$ $R^2 = 0.994$
3	Mobil Beban	$y = 542.5x - 1E+06$ $R^2 = 0.972$	$y = 2E-49e^{0.060x}$ $R^2 = 0.971$	$y = 10.36x^2 - 40997x + 4E+07$ $R^2 = 0.975$
4	Sepeda Motor	$y = 13189x - 3E+07$ $R^2 = 0.930$	$y = 2E-49e^{0.060x}$ $R^2 = 0.971$	$y = 1237x^2 - 5E+06x + 5E+09$ $R^2 = 0.994$

Sumber: Hasil analisis 2012

5.1.5. Analisis Koefisien Determinasi Panjang Jalan Kota Bogor

Nilai R^2 pada masing-masing *Type Trendline* sebagai pertimbangan untuk menentukan model pertumbuhan yang paling tepat digunakan untuk proyeksi panjang jalan Kota Bogor, disajikan pada gambar berikut:



Gambar 5.3. Grafik Perbandingan R-Square Value on Chart pada Type Trendline Panjang Jalan

5.2. Analisis Luas Kota Bogor Sebelum dan Sesudah Perluasan

Luas Kota Bogor sebelum adanya perluasan wilayah administrasi untuk jenis *landcover* hutan dari 2,927.54 ha tahun 1972 menjadi 1,107.36 ha pada tahun 1990, setelah mengalami perluasan luas *landcover* hutan sebesar 422.30 ha pada tahun 2000 menjadi 187.15 ha tahun 2005. selanjutnya untuk jenis *landcover* lainnya disajikan pada tabel 5.4 sebagai berikut (Suryadi, 2008) :

Tabel 5.4. Luas Total Kota Bogor Sebelum dan Sesudah Perluasan (Ha)

Tahun	Luas Landcover (Ha)							Jumlah
	Hutan	Kebun Campuran	Permukiman	Lahan terbuka	Semak	Air	Sawah	
1972	2,927.54	5,031.96	1,464.84	2,070.26	100.59	254.81	-	11,850.00
1983	2,677.87	5,606.03	2,018.21	1,110.52	375.96	61.41	-	11,850.00
1990	1,107.36	4,472.18	2,505.90	1,426.11	870.25	439.56	1,028.63	11,850.00
2000	422.30	4,111.88	5,037.33	371.58	593.34	374.76	938.81	11,850.00
2005	187.15	4,250.87	5,068.25	258.02	866.28	317.38	902.05	11,850.00

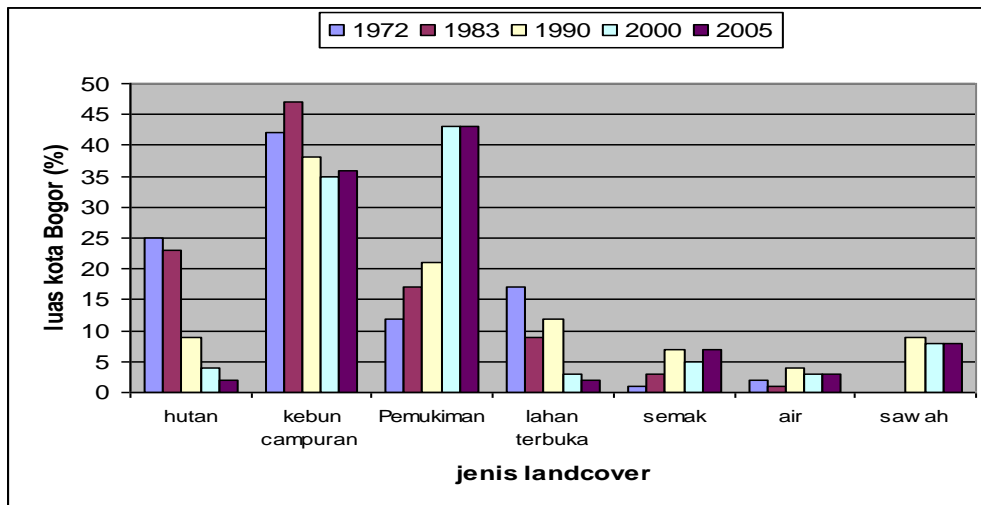
Sumber: Data analisis, 2012

Dari data terlihat bahwa kebun campuran pada tahun 1972, 1983, 1990 (sebelum terjadi perluasan) memiliki luas terbesar masing-masing 5,031.96 Ha (42%), 5,606.03 Ha (47%), 4,472.18 Ha (38%). Pada tahun 2000 dan 2005 (setelah terjadi perluasan) pemukiman memiliki luas *landcover* terbesar masing-masing 5,037.33 Ha dan 5,068.25 Ha. Kondisi di atas dapat digambarkan pada Gambar 5.4.

Tabel 5.5. Luas Total Kota Bogor Sebelum dan Sesudah Perluasan (%)

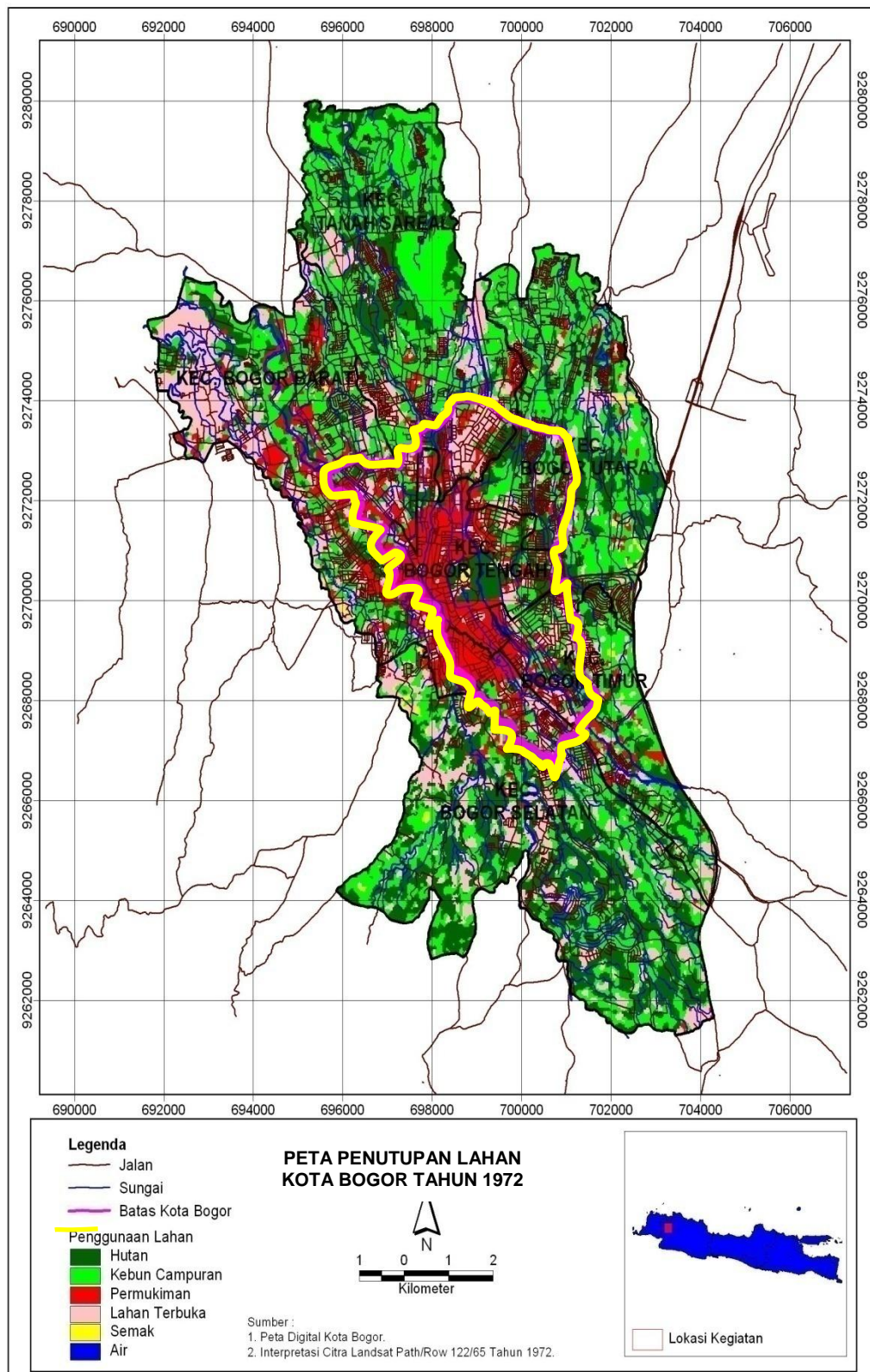
Tahun	Luas Landcover (%)							Jumlah
	Hutan	Kebun Campuran	Permukiman	Lahan Terbuka	Semak	Air	Sawah	
1972	24.7	42.5	12.4	17.5	0.8	2.2	0.0	100
1983	22.6	47.3	17.0	9.4	3.2	0.5	0.0	100
1990	9.3	37.7	21.1	12.0	7.3	3.7	8.7	100
2000	3.6	34.7	42.5	3.1	5.0	3.2	7.9	100
2005	1.6	35.9	42.8	2.2	7.3	2.7	7.6	100

Sumber: Data analisis, 2012

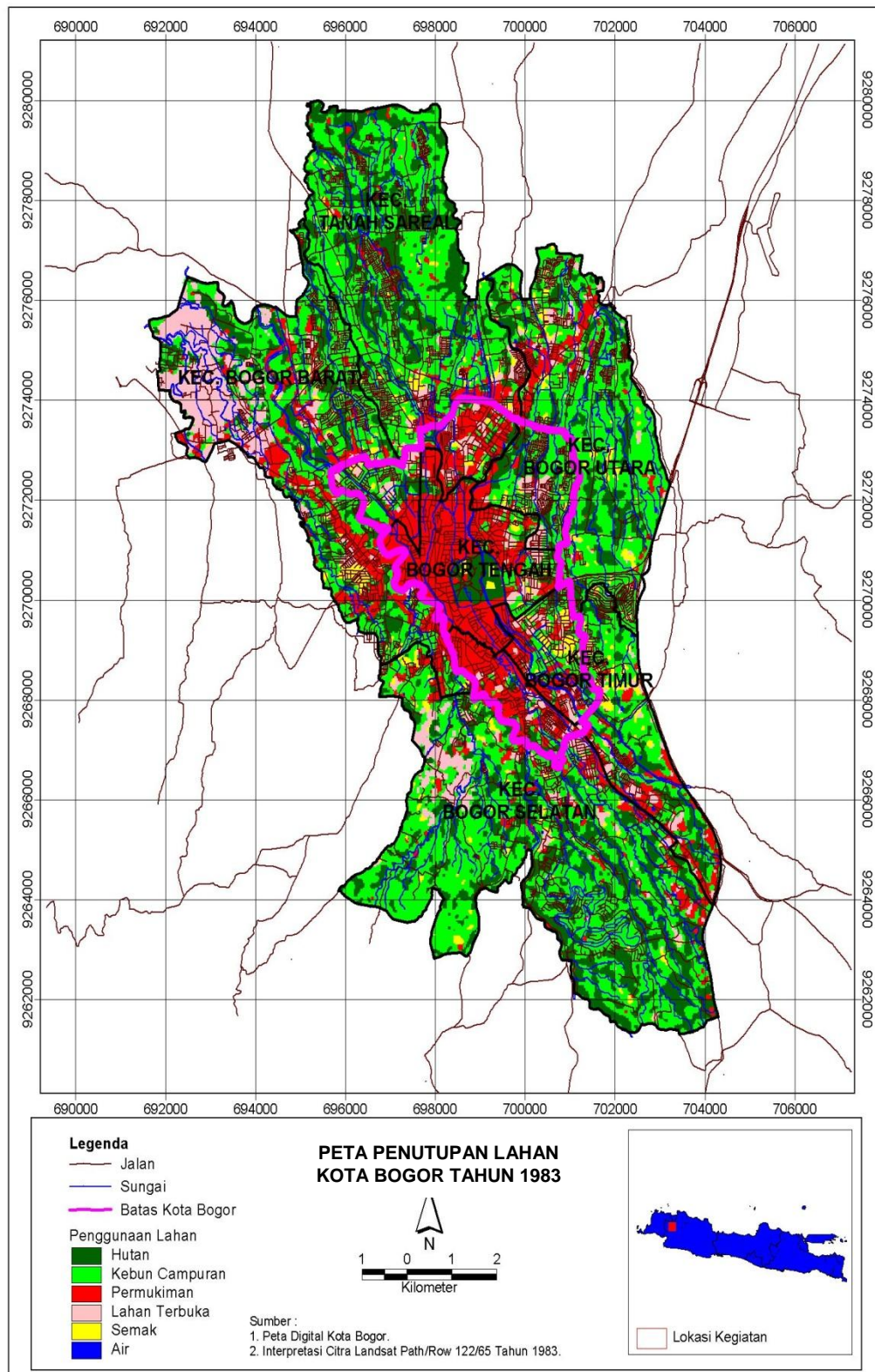


Gambar 5.4. Grafik Luas Total Kota Bogor Sebelum dan Sesudah Perluasan (%)

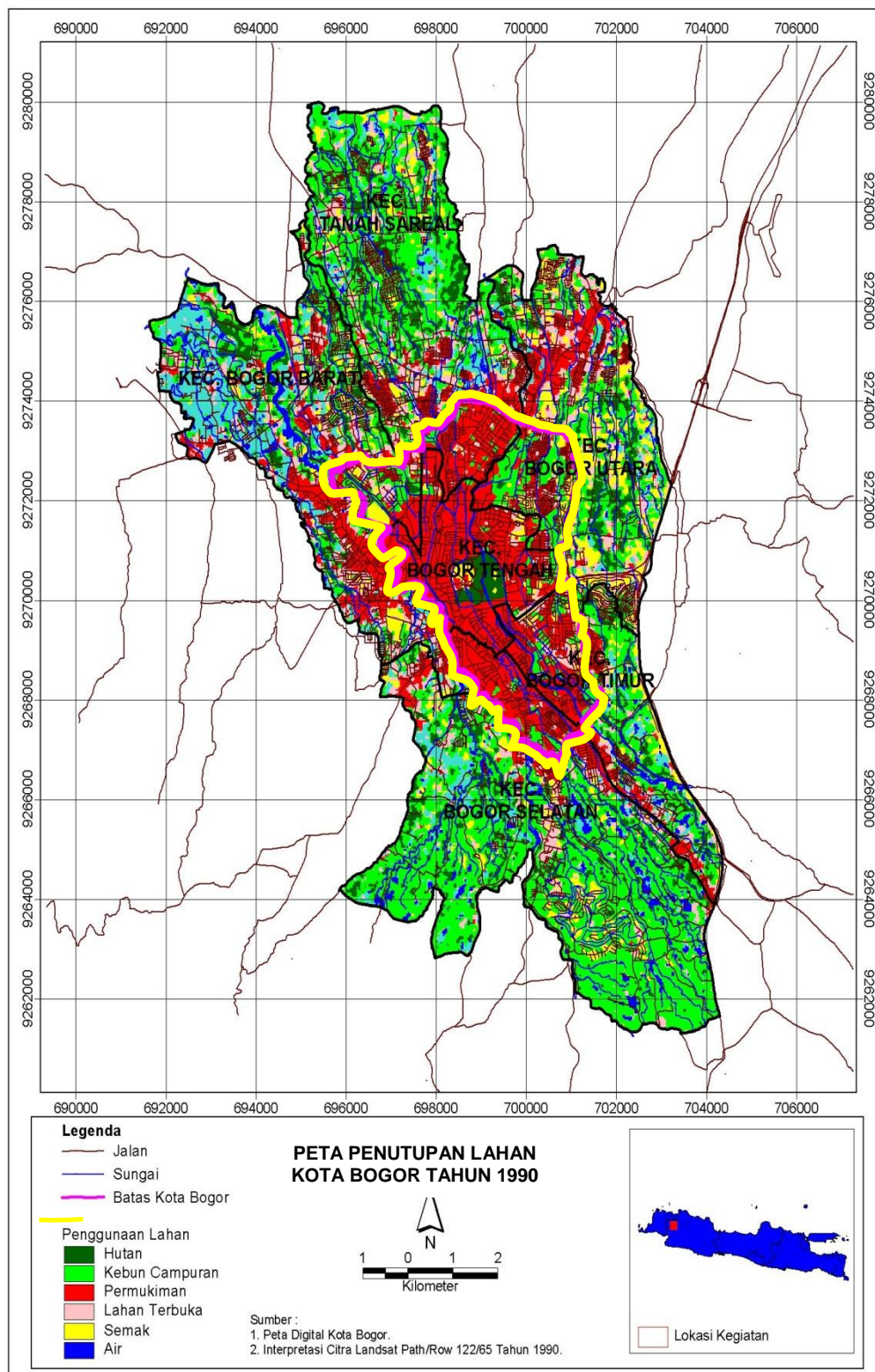
Berdasarkan hasil analisis GIS, perubahan pemanfaatan lahan pada tahun 1972, 1983, 1990, 2000 dan 2005 masing-masing dapat disajikan pada gambar berikut :



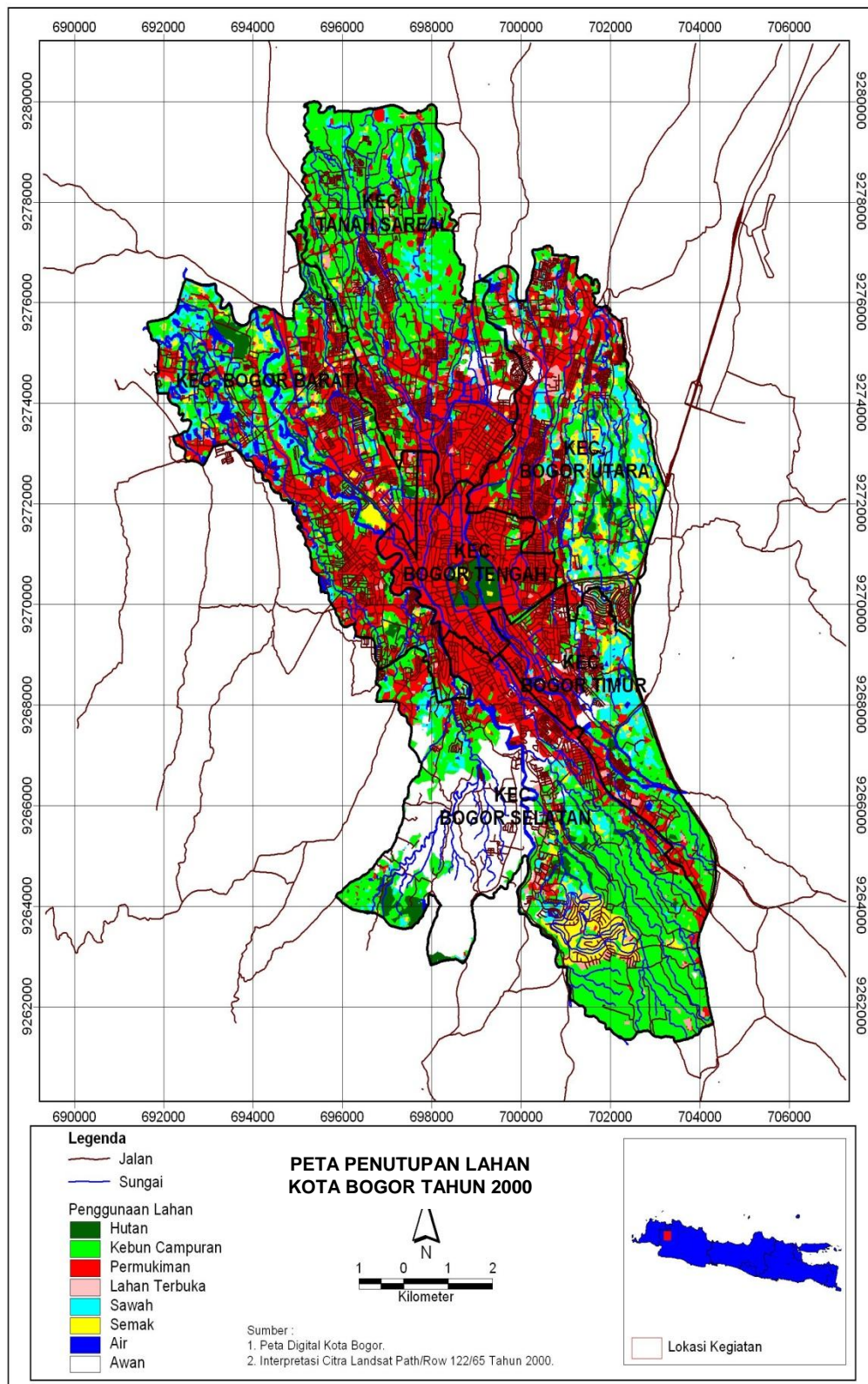
Gambar 5.5. Peta Pemanfaatan Lahan Kota Bogor Tahun 1972
Sumber : Data olahan, 2012



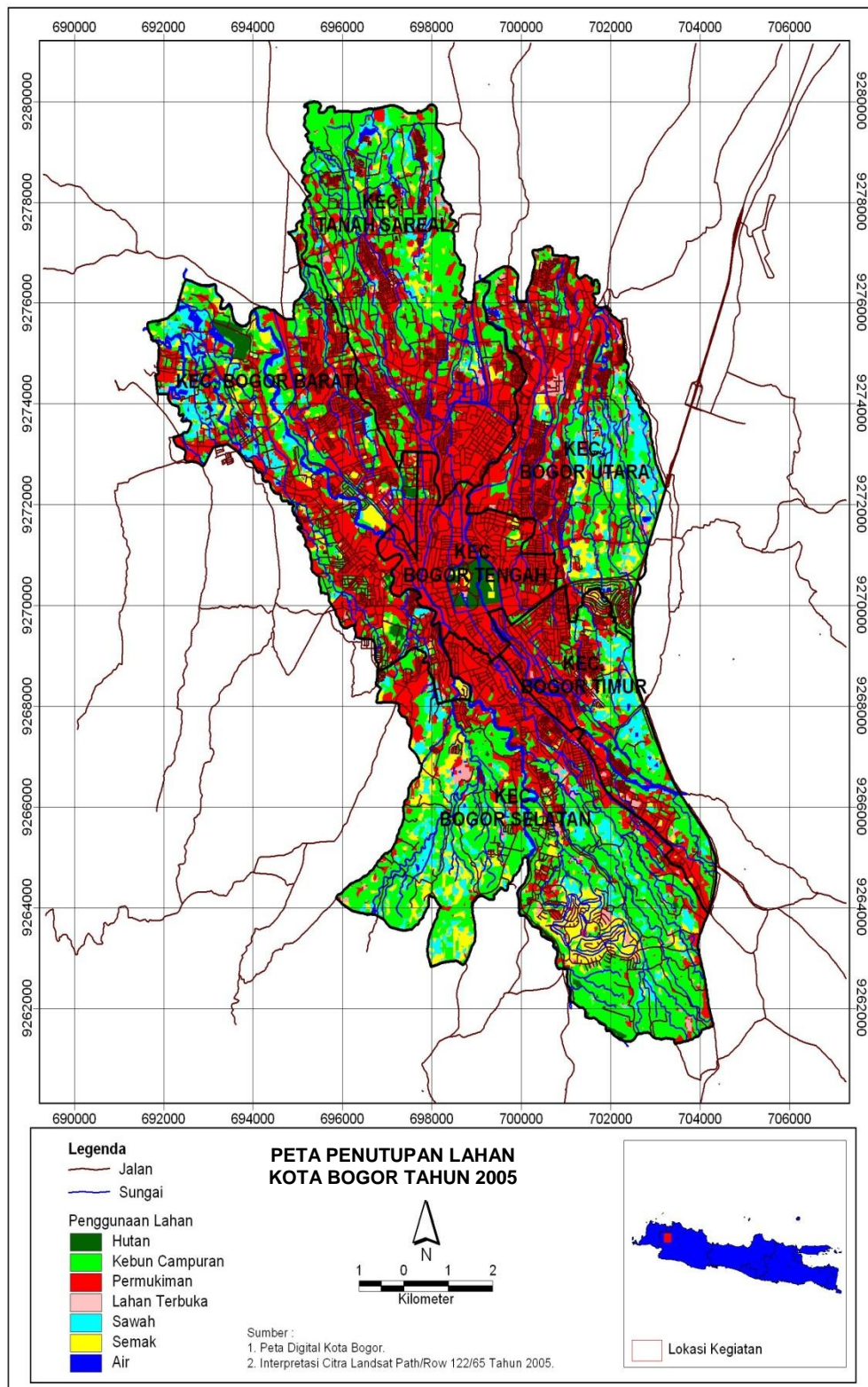
Gambar 5.6. Peta Pemanfaatan Lahan Kota Bogor Tahun 1983
Sumber : Data olahan, 2012



Gambar 5.7. Peta Pemanfaatan Lahan Kota Bogor Tahun 1990
 Sumber : Data olahan, 2012



Gambar 5.8. Peta Pemanfaatan Lahan Kota Bogor Tahun 2000
Sumber : Data olahan, 2012



Gambar 5.9. Peta Pemanfaatan Lahan Kota Bogor Tahun 2005
Sumber : Data olahan, 2012

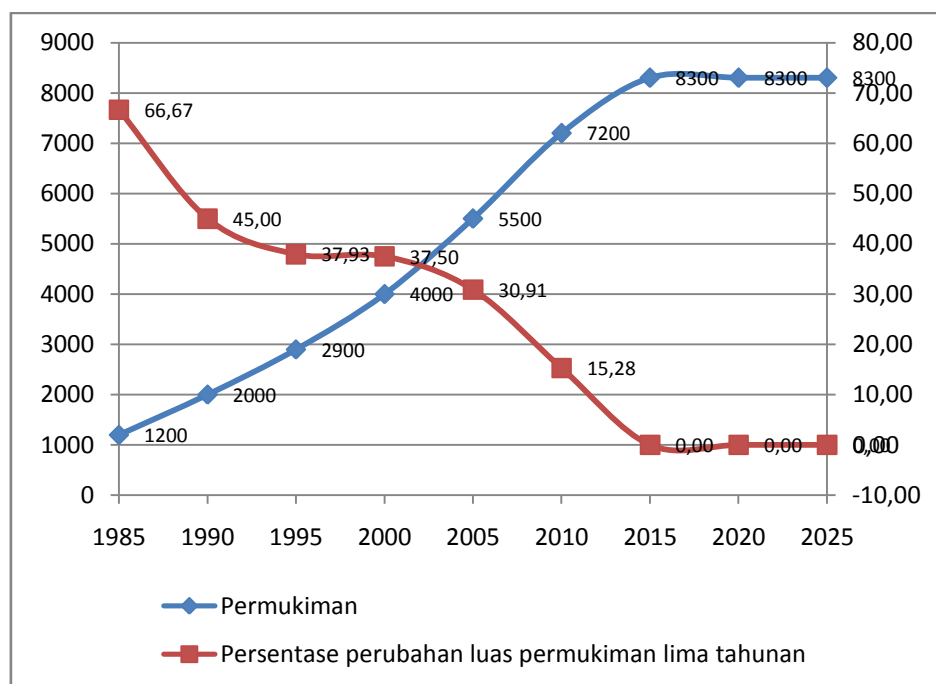
5.3. Analisis Dinamika dan Proyeksi Pemanfaatan Lahan Kota Bogor

5.3.1. Dinamika dan Proyeksi Luas Permukiman Kota Bogor

Model non linier regresi model dinamika luas permukiman Kota Bogor hasil analisis regresinya adalah sebagai berikut :

$$y = -56.16x^2 + 1583.x - 838.1 ; R^2 = 0.966$$

Berdasarkan model tersebut proyeksi luas permukiman Kota Bogor menurut RTRW 2001 (1999-2009) akan tercapai sebelum tahun 2015 karena luas permukiman yang terbangun sudah mencapai 8300 ha. Untuk mengantisipasi dinamika luas permukiman yang demikian diperlukan revisi terhadap RTRW dalam hal luas permukiman, sebelum tahun 2015. Hasil analisis menunjukkan bahwa penurunan jumlah pemukiman pada tahun 2015 sebesar 0.00%. Dinamika luas permukiman Kota Bogor dapat di lihat pada Gambar 5.10.



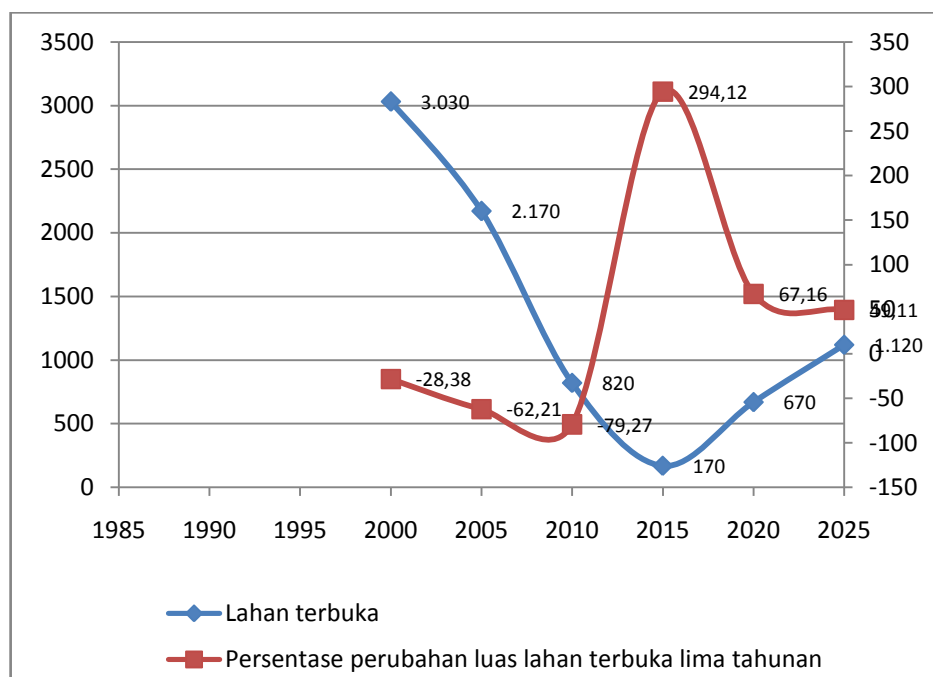
Gambar 5.10. Dinamika dan Proyeksi Luas Permukiman Kota Bogor

5.3.2. Dinamika dan Proyeksi Luas Lahan Terbuka Kota Bogor

Model non linier regresi dinamika luas lahan terbuka Kota Bogor hasil analisis regresinya adalah sebagai berikut :

$$y = 249.1x^2 - 3658.x + 13858 ; R^2 = 0.951$$

Berdasarkan model tersebut proyeksi luas lahan terbuka Kota Bogor pada tahun 2010 adalah 820 ha, pada tahun 2015 luas lahan terbuka menurun menjadi 170 ha, namun pada tahun 2020 luas lahan terbuka meningkat menjadi 670 ha, dan pada tahun 2025 adalah 1120 ha. Perubahan luas lahan terbuka dikarenakan luas kebun campuran menjadi berkurang luasannya. Dinamika luas permukiman Kota Bogor pada Gambar 5.11.



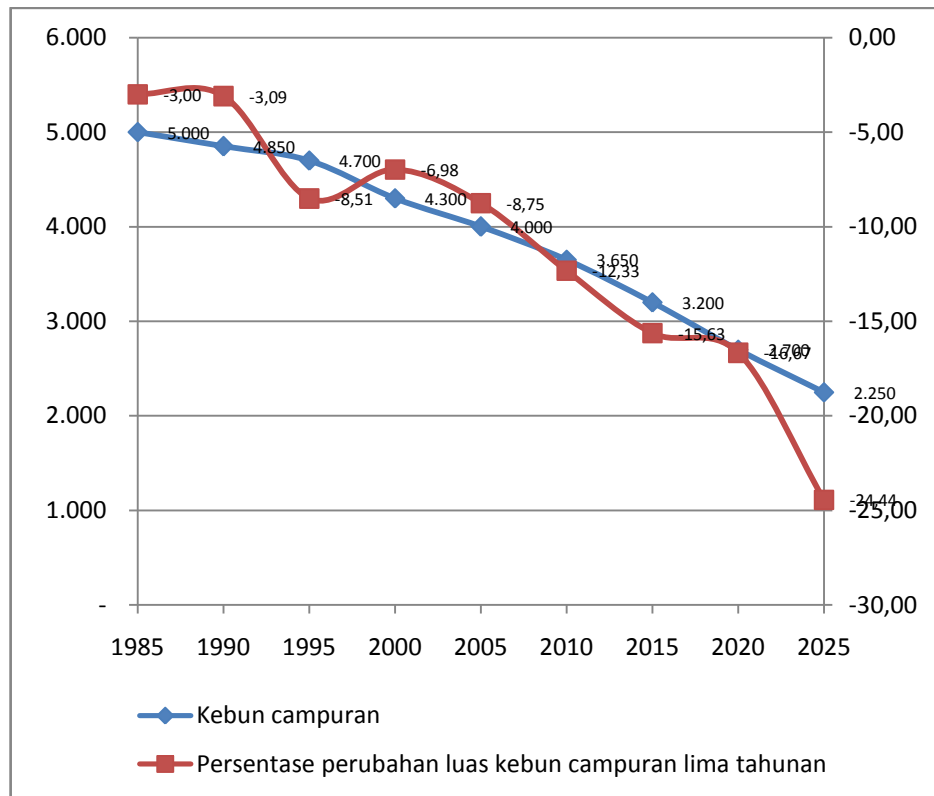
Gambar 5.11. Dinamika dan Proyeksi Luas Lahan Terbuka Kota Bogor

5.3.3. Dinamika dan Proyeksi Luas Kebun Campuran Kota Bogor

Model non linier regresi dinamika kebun campuran di Kota Bogor hasil analisis regresinya adalah sebagai berikut :

$$y = -24.35x^2 - 108.1x + 5161 ; R^2 = 0,998$$

Model tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi pengurangan luas kebun campuran di Kota Bogor selama kurun waktu 40 tahun, dari tahun 1985 sampai dengan 2025. Diperkirakan penurunan terbesar akan terjadi pada tahun 2025 dengan luas kebun campuran sebesar 225 ha atau sebesar 22.44% dari luas kebun campuran sebesar 5.000 ha pada tahun 1985 gambar berikut.



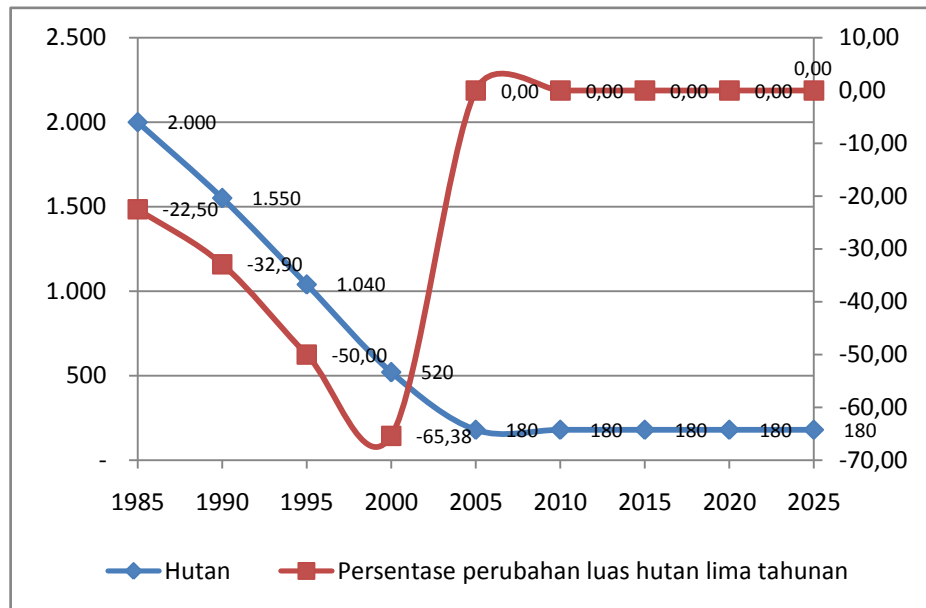
Gambar 5.12. Dinamika dan Proyeksi Luas Kebun Campuran di Kota Bogor.

5.3.4. Dinamika dan Proyeksi Luas Hutan Kota Bogor

Model non linier regresi dinamika luas hutan Kota Bogor hasil analisis regresinya adalah sebagai berikut :

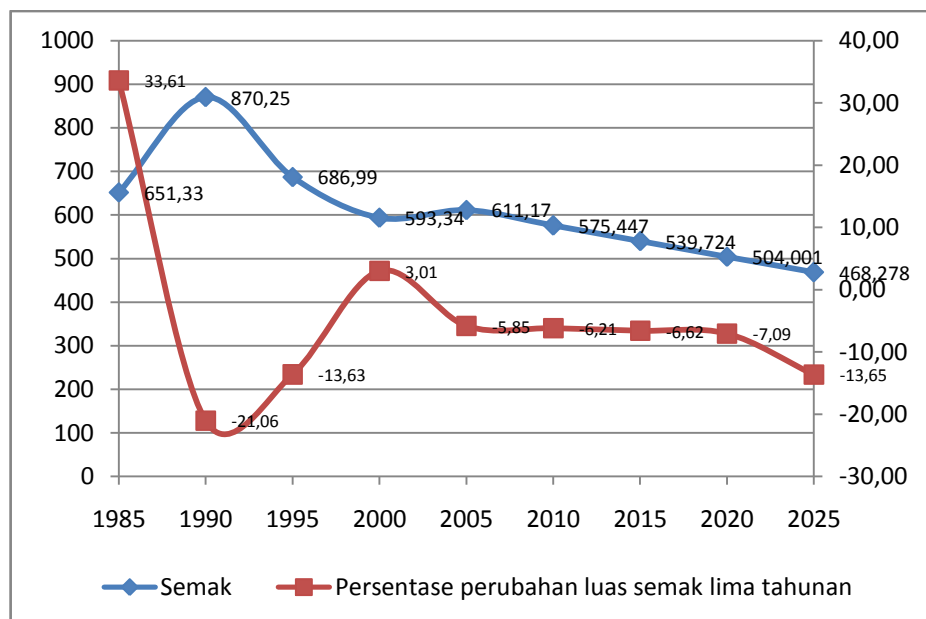
$$y = 51.82x^2 - 742.4x + 2738 ; R^2 = 0.984$$

Berdasarkan model tersebut proyeksi hutan Kota Bogor pada tahun 2005 sudah kritis, dan pada tahun berikutnya Kota Bogor sudah tidak ada hutan lagi Kecuali hutan yang mendapat perlindungan ketat seperti Cifor dan Kebun Raya. Dari hasil analisis diketahui bahwa penurunan hutan pada tahun 2005 sebesar 65.38% dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.13. Dinamika dan Proyeksi Luas Hutan Kota Bogor

5.3.5. Dinamika dan Proyeksi Luas Semak Kota Bogor



Gambar 5.14. Dinamika dan Proyeksi Luas Semak Kota Bogor

Model non linier regresi dinamika semak Kota Bogor hasil adalah sebagai berikut :

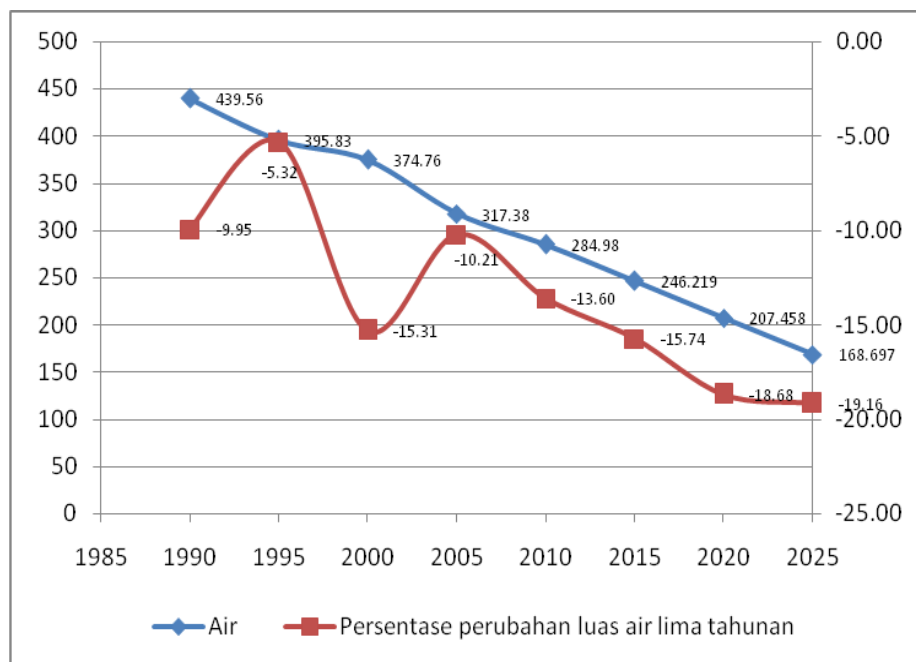
$$y = -1.014x^2 - 25.57x + 771.1 ; R^2 = 0.779$$

Dari model dinamika perubahan luasan semak di Kota Bogor menunjukkan bahwa terlihat pada tahun 2005 luasan semak sudah mulai terjadi penurunan dengan persentase sebesar 5.85%. Hal ini juga seiring dengan menurunnya luasan kebun campuran dan hutan serta peningkatan jumlah permukiman di Kota Bogor.

5.3.6. Dinamika dan Proyeksi Air Kota Bogor

Model non linier regresi dinamika air Kota Bogor hasilnya sebagai berikut :

$$y = -0.081x^2 - 37.86x + 515.5 ; R^2 = 0.996$$



Gambar 5.15. Dinamika dan Proyeksi Air Kota Bogor

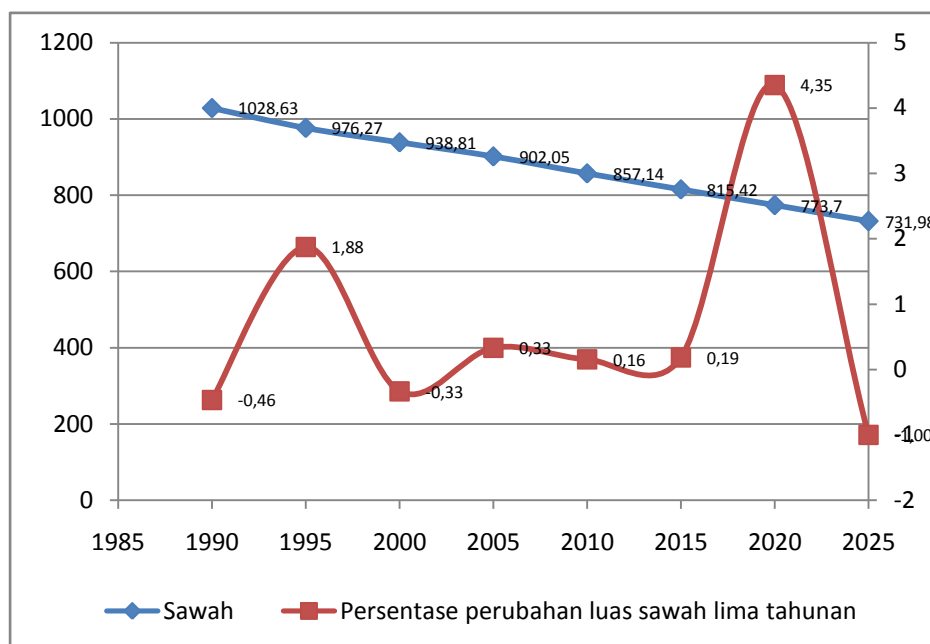
Dari grafik di atas diprediksi ketersediaan air di Kota Bogor terus mengalami penurunan, dan pada tahun 2025 penurunan tersebut akan mencapai 19,16%. Hal ini disebabkan semakin sedikitnya jumlah resapan yang menampung pasokan air seperti hutan, dan kebun campuran.

5.3.7. Dinamika dan Proyeksi Luas Sawah Kota Bogor

Dengan model non linier regresi dinamika sawah Kota Bogor hasilnya adalah sebagai berikut :

$$y = 0.092x^2 - 42.74x + 1109 ; R^2 = 0.999$$

Prediksi kebutuhan luas sawah di Kota Bogor dari hasil prediksi terus mengalami penurunan.



Gambar 5.16. Dinamika dan Proyeksi Luas Sawah Kota Bogor

5.3.8. Dinamika dan Proyeksi Pemanfaatan Lahan Terhadap Jumlah Penduduk Kota Bogor

5.3.8.1. Dinamika dan Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Bogor

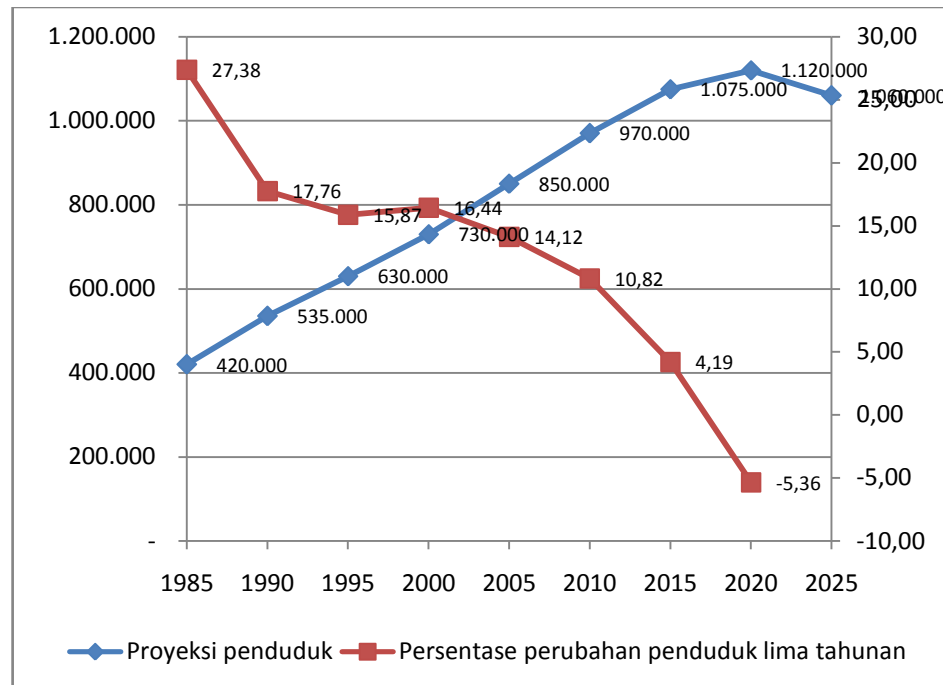
Menurut Yunus (2005), ada dua faktor yang dikenal sebagai determinan sifat dinamika kehidupan Kota yang sangat tinggi yaitu, faktor kependudukan dan faktor kegiatan penduduk. Ditinjau dari jumlah penduduk, yang dimaksud dengan Kota adalah daerah tertentu dalam wilayah negara yang mempunyai aglomerasi jumlah penduduk minimal yang telah ditentukan dan penduduk tersebut bertempat tinggal pada satuan permukiman yang kompak. Perkembangan jumlah penduduk merupakan salah-satu gambaran dinamika Kota yang perlu dikaji untuk mendapatkan kondisi perkembangan jumlah penduduk pada masa yang akan datang.

Berdasarkan perkembangan penduduk Kota Bogor dengan luas wilayah 11.850 ha dapat kita lihat *trend* pertumbuhannya. Untuk menyimpulkan model pertumbuhan yang paling tepat digunakan untuk proyeksi jumlah penduduk pada masa datang di Kota Bogor, dapat dilakukan dengan membandingkan nilai R^2 (koefisien determinasi) pada masing-masing *Type Trendline* Grafik perkembangan

jumlah penduduk Kota Bogor. Model non linier regresi dinamika penduduk Kota Bogor hasilnya adalah sebagai berikut :

$$y = -7050.x^2 + 16125x + 23809 ; R^2 = 0.977$$

Berdasarkan model tersebut kecenderungan jumlah penduduk Kota Bogor tahun 1985 hingga 2025 dengan interval 5 (lima) tahunan adalah 420.000, 535.000, 630.000, 730.000, 850.000, 970.000, 1.075.000, 1.120.000 jiwa dan terjadi penurunan menjadi 1.060.000 jiwa pada tahun 2025 atau sebesar 5.36 % gambar dibawah. Dapat disimpulkan bahwa laju pertumbuhan penduduk Kota Bogor relatif konstan, akan tetapi sampai dengan tahun 2025 jumlah penduduk Kota Bogor akan selalu mengalami penurunan sebagaimana ciri dari wilayah yang berkembang.



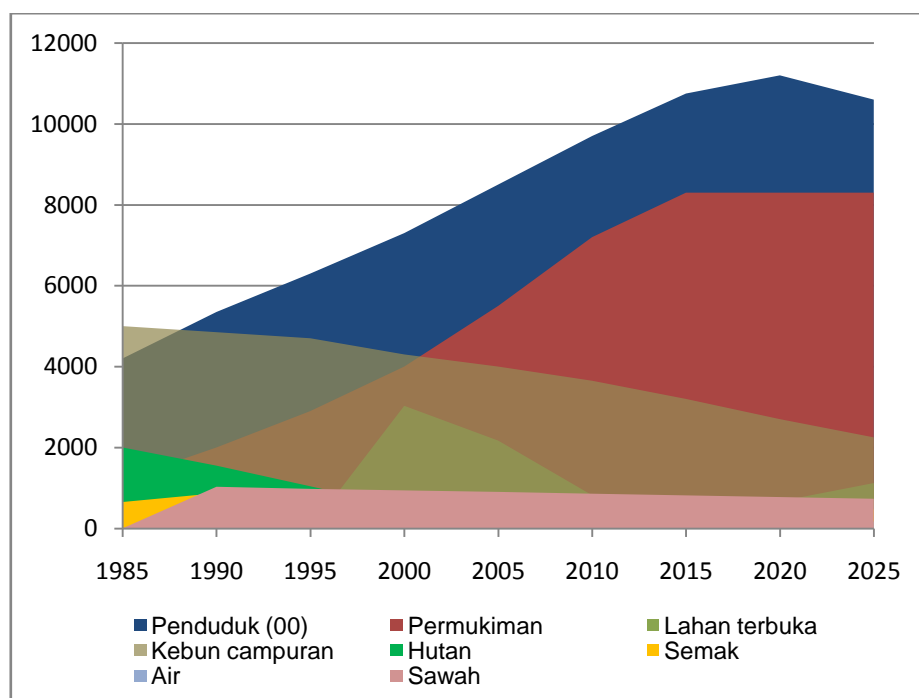
Gambar 5.17. Dinamika Jumlah Penduduk Kota Bogor

Dengan demikian jumlah penduduk Kota Bogor jika dihubungkan dengan tipe-tipe Kota menurut jumlah penduduknya yaitu Kota besar (penduduk lebih besar dari 700 ribu jiwa), Kota sedang penduduk lebih dari 200 ribu jiwa sampai 700 ribu jiwa, dan Kota kecil penduduk kurang dari 200 ribu jiwa, maka Kota Bogor tergolong kedalam kelompok Kota Besar (PU, 2008). Sehubungan dengan itu Kota Bogor Memiliki kecenderungan menjadi Kota mempunyai tingkat kepadatan yang tinggi, yang akan berdampak pada defisitnya ruang-ruang publik di perkotaan. Setelah terjadi puncak optimal, akan terjadi dampak ekonomi, sosial, budaya,

kemiskinan dan kriminalitas. Menurut Thomas Robert Malthus (1766-1834), pada kondisi kepadatan penduduk tinggi akan terjadi persaingan yang meningkat, sehingga pada suatu ketika akan ada kelompok masyarakat yang kalah. Kelompok yang kalah akan menderita bahkan akan ada kelaparan dan mati.

5.3.8.2. Dinamika Landcover Terhadap Jumlah Penduduk Kota Bogor

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa dalam mengukur proyeksi jumlah penduduk pada suatu wilayah Kota, kita tidak akan mendapatkan kondisi yang mendekati kenyataan yang sebenarnya, jika kita menerapkan formulasi pengukuran setelah kita mendapatkan total jumlah penduduk pada suatu wilayah, kemudian kita mengetahui *trend* dari perkembangan jumlah penduduk Kota tersebut, dan kita menganggap bahwa *trend* perkembangan jumlah penduduk Kota tersebut berlaku juga pada periode *landcover* yang diukur.



Gambar 5.18. Dinamika Landcover Terhadap Jumlah Penduduk Kota Bogor

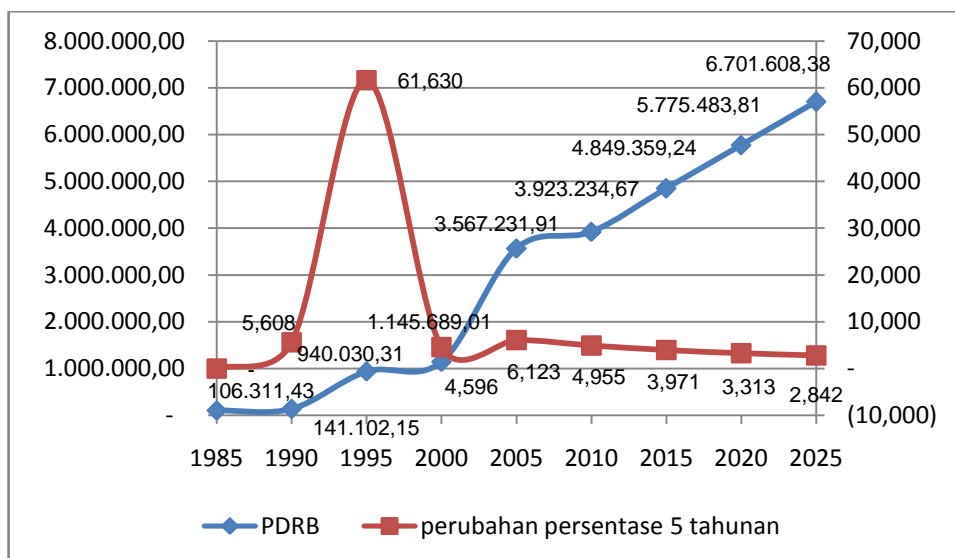
Hasil penelitian yang dilakukan ternyata *trend* perkembangan jumlah penduduk pada masing-masing titik *landcover* berbeda dengan titik *landcover* lainnya. Pertumbuhan penduduk pada masing-masing titik *landcover* sangat dipengaruhi oleh perubahan yang terbentuk secara alamiah maupun dibentuk berdasarkan aktifitas tertentu sesuai dengan perencanaan Kota.

5.3.9. Dinamika dan Proyeksi Pemanfaatan Lahan Terhadap Jumlah PDRB Kota Bogor

5.3.9.1. Dinamika dan Proyeksi PDRB Kota Bogor

Berdasarkan perkembangan PDRB Kota Bogor dapat kita lihat *trend* pertumbuhannya. Untuk menyimpulkan model pertumbuhan yang paling tepat digunakan untuk proyeksi jumlah penduduk pada masa datang di Kota Bogor, dapat dilakukan dengan membandingkan nilai R^2 (koefisien determinasi) pada masing-masing *Type Trendline* grafik perkembangan jumlah penduduk Kota Bogor. Model non linier regresi dinamika PDRB Kota Bogor hasilnya adalah sebagai berikut : $y = 642x^2 - 2E+06x + 2E+09$; $R^2 = 0.966$

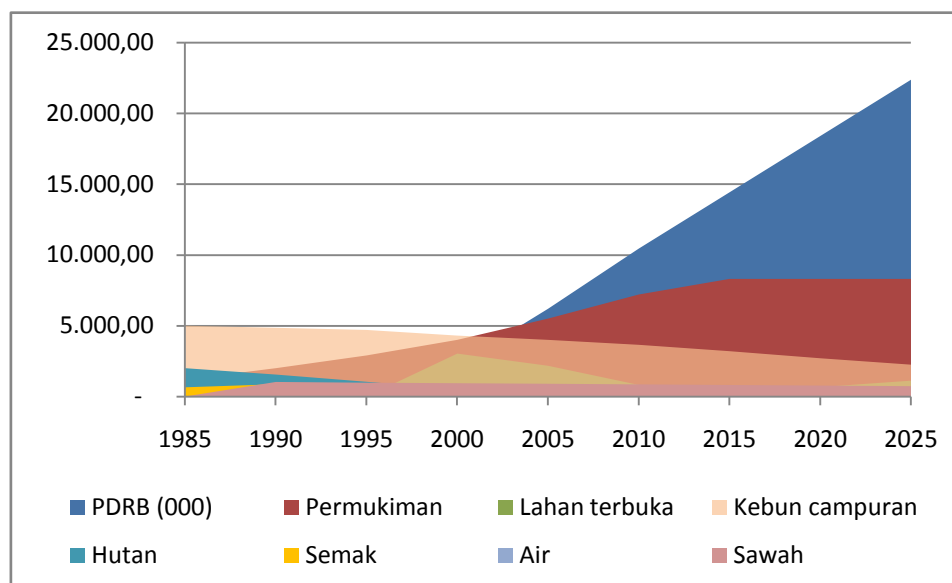
Berdasarkan model tersebut kecenderungan jumlah PDRB Kota Bogor tahun 1985 hingga 2025 dengan interval 5 (lima) tahunan adalah 106.311,43, 940.030,31, 1.145.699,01, 3.567.231,91, 3.923.234,67, 4.849.359,24, 5.775.483,81, dan pada tahun 2025 terjadi peningkatan terus menjadi 6.701.608,38 dengan laju pertumbuhan 2.842 % dapat dilihat pada gambar di bawah. Dapat disimpulkan bahwa laju pertumbuhan PDRB Kota Bogor relatif konstan.



Gambar 5.19. Dinamika dan Proyeksi PDRB Kota Bogor

5.3.9.2. Dinamika Landcover Terhadap PDRB Kota Bogor

Dinamika perubahan *landcover* terhadap pertumbuhan PDRB Kota Bogor dapat di lihat pada gambar di bawah.



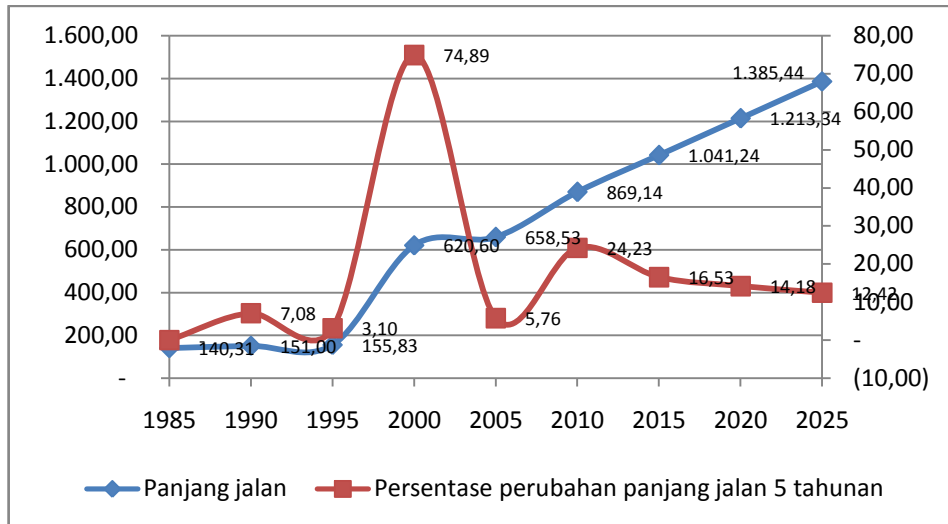
Gambar 5.20. Dinamika Landcover Terhadap PDRB Kota Bogor

Grafik tersebut diatas terlihat bahwa *trend* perubahan permukiman akan berkorelasi positif terhadap pertumbuhan PDRB namun tidak terjadi pada jenis *landcover* lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat permukiman yang cukup tinggi berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan PDRB Kota Bogor.

5.3.10. Dinamika dan Proyeksi Pemanfaatan Lahan Terhadap Panjang Jalan Kota Bogor

5.3.10.1. Dinamika dan Proyeksi Panjang Jalan Kota Bogor

Model non linier regresi dinamika panjang jalan Kota Bogor dimana hasil analisis adalah sebagai berikut : $y = 0.050x^2 - 169.8x + 13649$; $R^2 = 0.972$. Dari grafik terlihat bahwa *trend* panjang jalan Kota Bogor terus mengalami peningkatan, diprediksi pada tahun 2005 panjang jalan Kota Bogor sebesar 1,385.44 km dengan laju pertumbuhan 12.42 %.

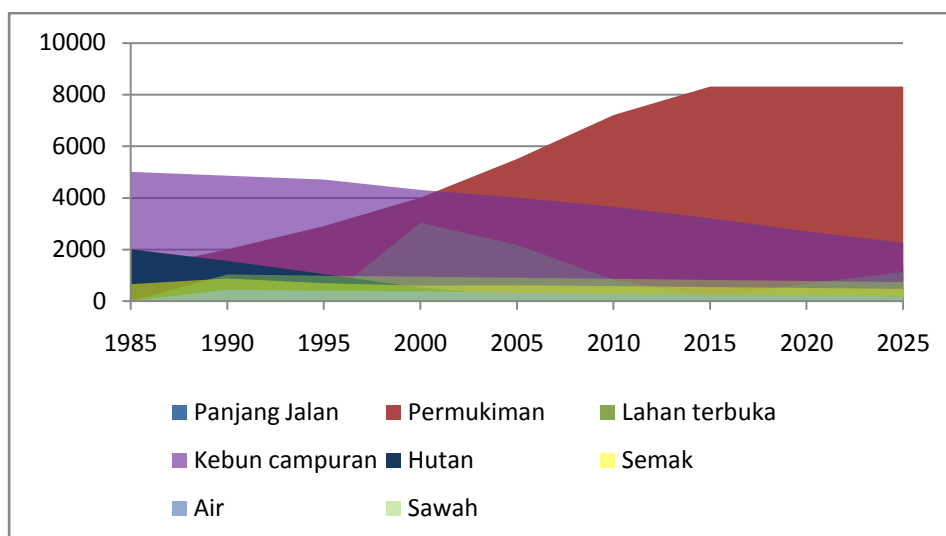


Gambar 5.21. Dinamika dan Proyeksi Panjang Jalan PDRB Kota Bogor

Sistem jaringan jalan merupakan salah satu faktor pembentuk struktur ruang Kota, sehingga upaya pengembangan jaringan jalan menjadi kebutuhan pokok dalam mewujudkan struktur ruang Kota pada masa datang. Di pihak lain, penataan yang tepat mengenai fungsi jaringan dan pembebanan lalu lintas regional dan lokal diharapkan dapat membantu dalam penataan pola pergerakan secara lebih optimal dan efisien.

5.3.10.2. Dinamika Landcover Terhadap Jalan Kota Kota Bogor

Dinamika perubahan *landcover* terhadap panjang jalan Kota Bogor dapat dilihat pada gambar di bawah.



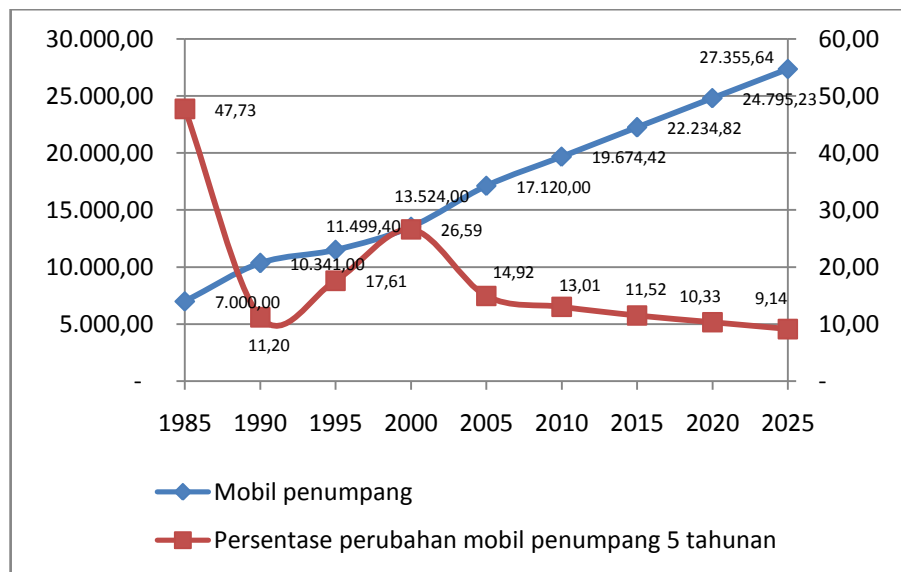
Gambar 5.22. Dinamika Landcover Terhadap Panjang Jalan Kota Bogor

Dari grafik terlihat bahwa penambahan panjang jalan Kota Bogor belum mampu mengimbangi perubahan berbagai jenis landcover yang disebabkan tingginya tingkat kebutuhan penduduk akan permukiman, untuk itu salah satu faktor dalam mengurangi kondisi tersebut adalah dengan penambahan panjang dan lebar jalan dan pembersihan kegiatan yang berlokasi di sekitar jalan utama.

5.4. Analisis Dinamika dan Proyeksi Transportasi Kota Bogor

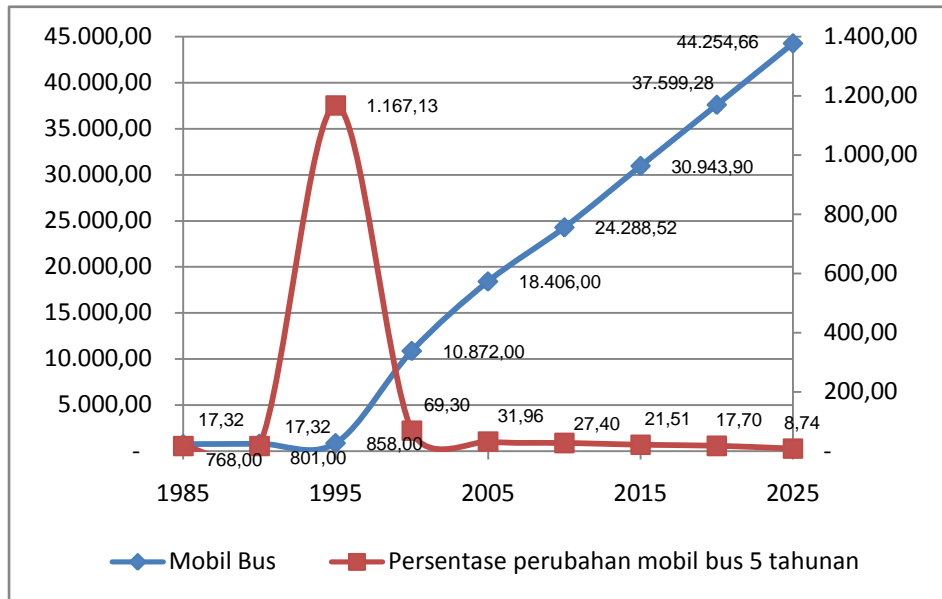
Kurangnya jalur alternatif antar wilayah yang melintasi Kota Bogor menyebabkan kemacetan dan menurunnya kualitas jaringan jalan. Saat ini jumlah kendaraan yang melintas semakin tinggi, dengan demikian dibutuhkan jalur alternatif agar seminimal mungkin jalur regional yang melintas wilayah Kota Bogor.

Hasil prediksi jumlah jenis transportasi Kota Bogor sampai tahun 2025 dapat dilihat pada gambar berikut berdasarkan analisis dengan menggunakan model non linier regresi :



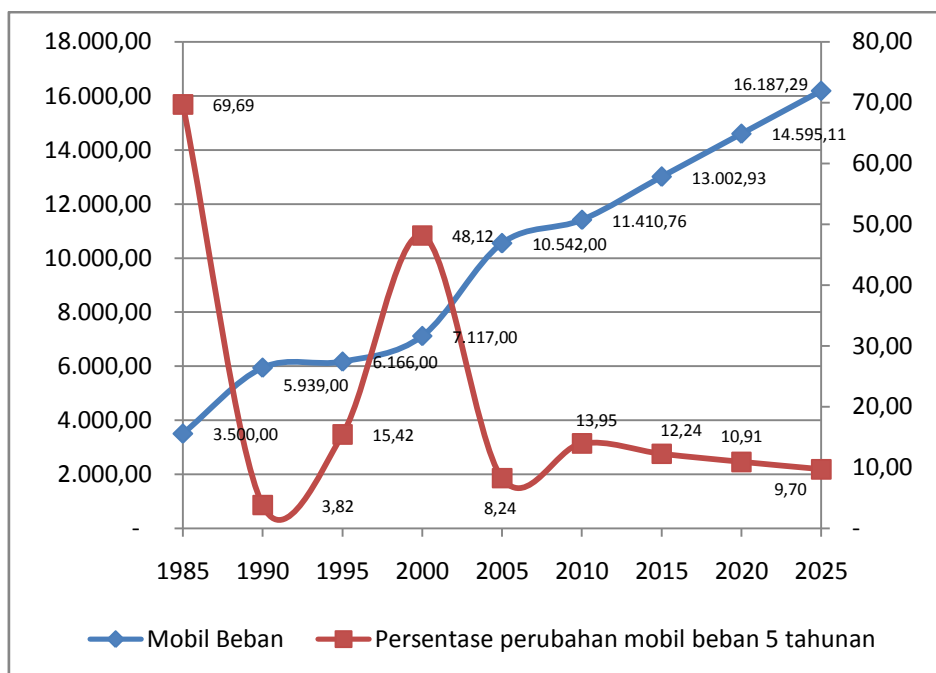
Gambar 5.23. Dinamika dan Proyeksi Mobil Penumpang Kota Bogor

$$y = 0.76x^2 - 2,527.03x + 2,039,484.91 ; R^2 = 0.99$$



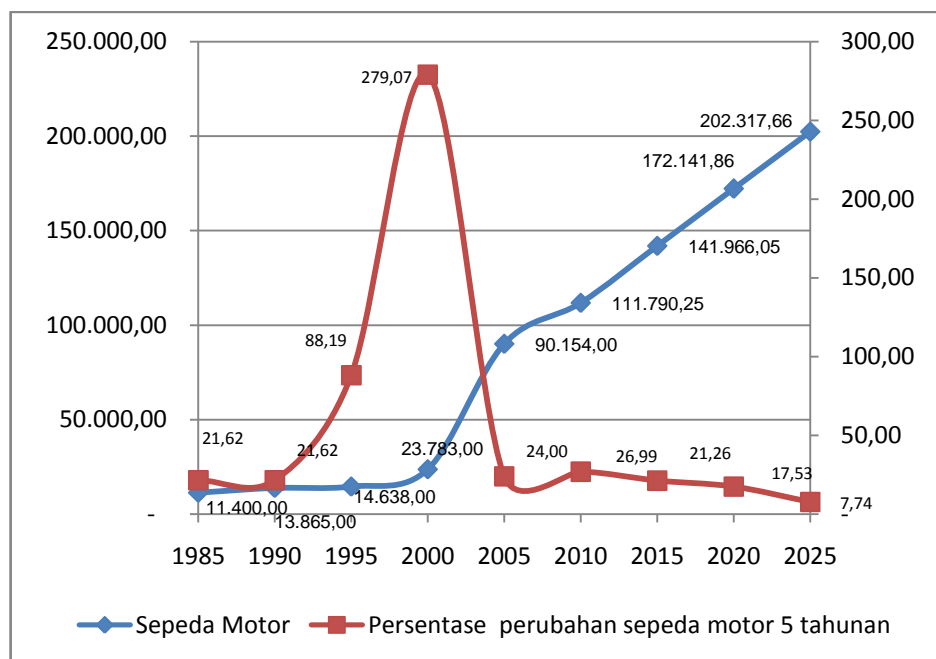
Gambar 5.24. Dinamika dan Proyeksi Mobil Bus Kota Bogor

$$y = 15.03x^2 - 59,081.20x + 58,036,932.55 ; R^2 = 0.975$$



Gambar 5.25. Dinamika dan Proyeksi Mobil Beban Kota Bogor

$$y = 0.553x^2 - 1899.x + 2E+06 ; R^2 = 0.984$$



Gambar 5.26. Dinamika dan Proyeksi Sepeda Motor Kota Bogor

$$y = 86.41x^2 - 34114x + 3E+08 ; R^2 = 0.943$$

Tabel 5.6. Proyeksi Kendaraan di Kota Bogor dari Tahun 1985–2025

Jenis Kendaraan	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Mobil penumpang	7.000	10.341	11.499	13.524	17.120	19.674	22.235	24.795	27.356
Perubahan 5 tahunan (%)	47,73	11,20	17,61	26,59	14,92	13,01	11,52	10,33	9,14
Mobil Bus	768	801	858	10.872	18.406	24.289	30.944	37.599	44.255
Perubahan 5 tahunan (%)	17,32	17,32	1.167,13	69,30	31,96	27,40	21,51	17,70	8,74
Mobil Beban	3.500	5.939	6.166	7.117	10.542	11.411	13.003	14.595	16.187
Perubahan 5 tahunan (%)	69,69	3,82	15,42	48,12	8,24	13,95	12,24	10,91	9,70
Sepeda Motor	11.400	13.865	14.638	23.783	90.154	111.790	141.966	172.142	202.318
Perubahan 5 tahunan (%)	21,62	21,62	88,19	279,07	24,00	26,99	21,26	17,53	7,74

Sumber : Hasil analisis 2012

Dari gambar proyeksi dan tabel kendaraan Kota Bogor secara umum jumlah kendaraan cenderung semakin bertambah, namun yang signifikan berpengaruh adalah perkembangan mobil penumpang yang ditandai dengan nilai koefisien korelasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis kendaraan lainnya. Jumlah mobil penumpang tahun 2010 sebanyak 19.674 unit dan diprediksi pada tahun 2025 bertambah sebanyak 27.356 unit dengan laju pertumbuhan 9.14 %, mobil bus, mobil beban, dan sepeda motor pada tahun 2010 masing-masing berjumlah 24.289, 11.411,

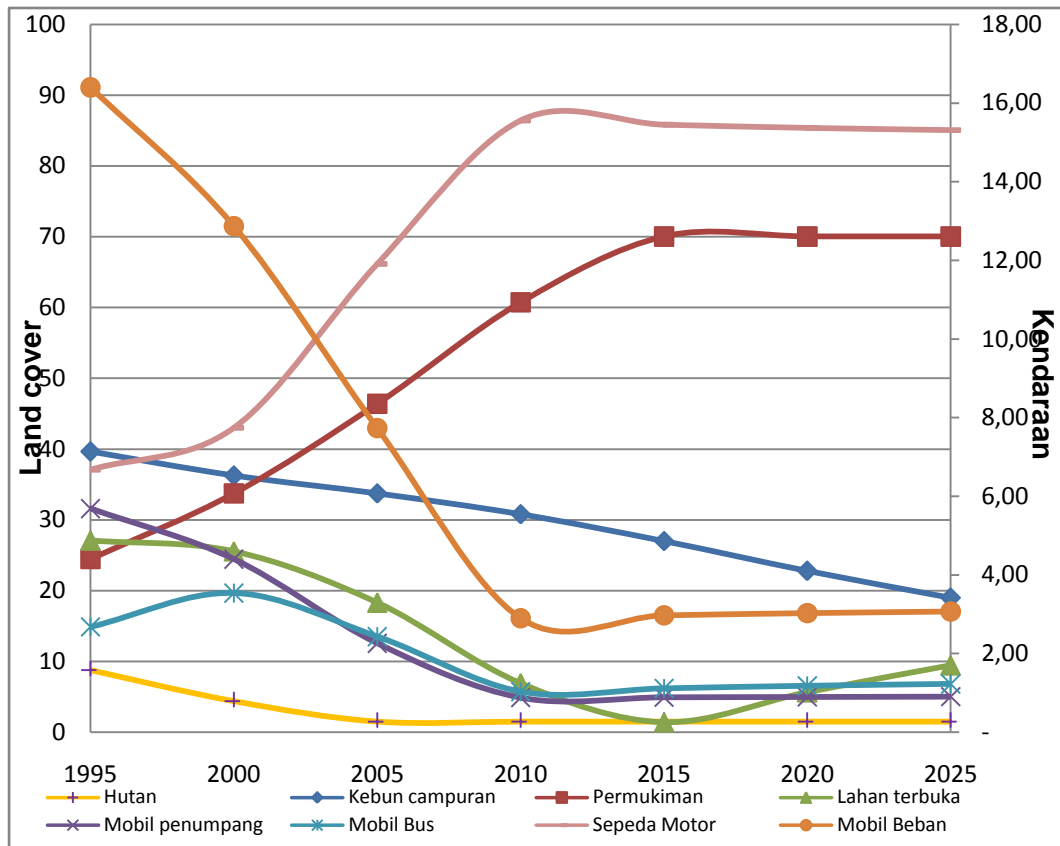
dan 111.790 dengan laju pertumbuhan masing-masing sebesar 27,40 persen, 13,95 persen dan 26,99 persen. Diprediksikan jumlah masing-masing kendaraan tersebut pada tahun 2025 sebesar 44.255 unit (laju pertumbuhan 8,74 persen), 16.187 unit (laju pertumbuhan 9,70 persen) dan 202.318 unit (laju pertumbuhan 7,74 persen).

Peningkatan kendaraan merupakan fungsi penduduk dan fungsi jalan, ketersediaan jalan artinya meskipun penduduk meningkat terus pada batas tertentu kendaraan tidak bisa menambah karena panjang jalan yang terbatas, sehingga suatu saat akan ada kebijakan misalnya: 1) perbaikan dan implementasi regulasi baik tata ruang dan transportasi yang berkelanjutan, 2) pengendalian penerapan pajak progresif, 3) rerouting dan rasionalisasi angkutan kota ke angkutan umum massal, 4) penataan dan pengaturan terhadap badan jalan dan simpang, dimana suatu saat jumlah kendaraan tidak dapat bertambah. Secara ringkas hubungan antara *landcover* terhadap kondisi transportasi Kota Bogor dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut:

Tabel 5.7. Laju Pertumbuhan Landcover Terhadap Laju Pertumbuhan Kendaraan (%)

Tahun	Hutan	Kebun campuran	Permukiman	Lahan terbuka	Mobil penumpang	Mobil Bus	Mobil Beban	Sepeda Motor
1995	8,78	39,66	24,47	27,09	31,61	14,90	16,40	37,09
2000	4,39	36,29	33,76	25,57	24,46	19,66	12,87	43,01
2005	1,52	33,76	46,41	18,31	12,57	13,51	7,74	66,18
2010	1,52	30,80	60,76	6,92	4,91	5,75	2,90	86,45
2015	1,52	27,00	70,04	1,43	4,96	6,22	2,97	85,84
2020	1,52	22,78	70,04	5,65	5,01	6,57	3,03	85,40
2025	1,52	18,99	70,04	9,45	5,04	6,83	3,07	85,06

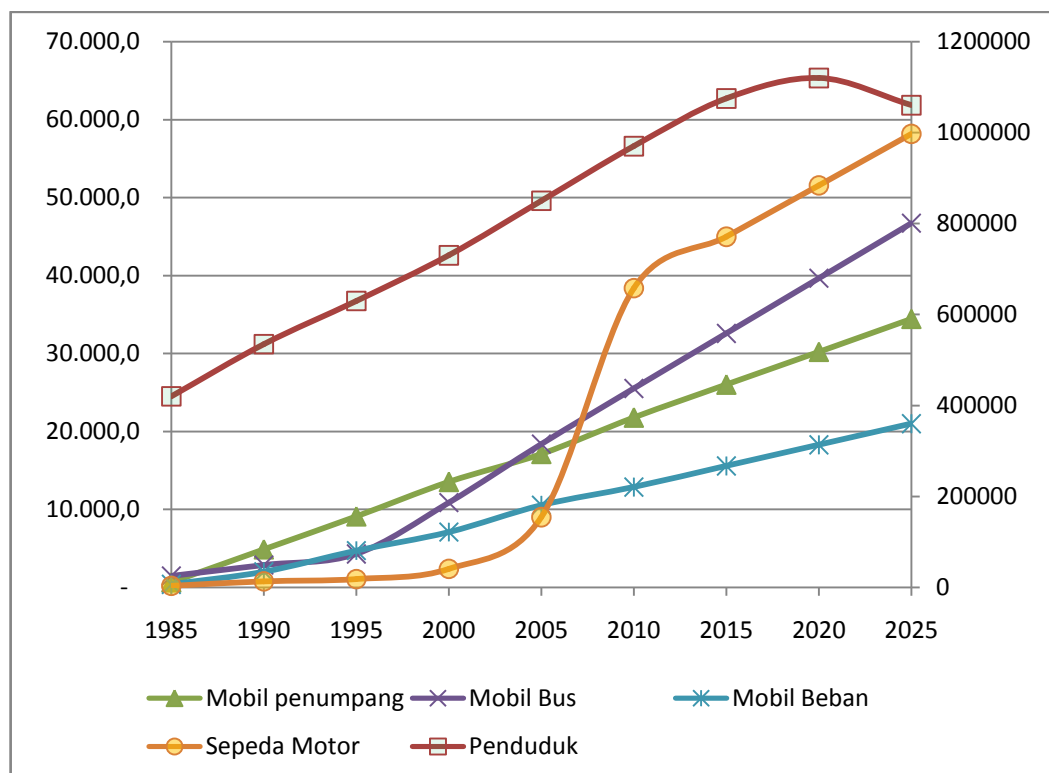
Sumber : Hasil analisis 2012



Gambar 5.27. Dinamika Landcover Terhadap Kendaraan Kota Bogor

5.4.1. Dinamika Kendaraan Terhadap Jumlah Penduduk Kota Bogor

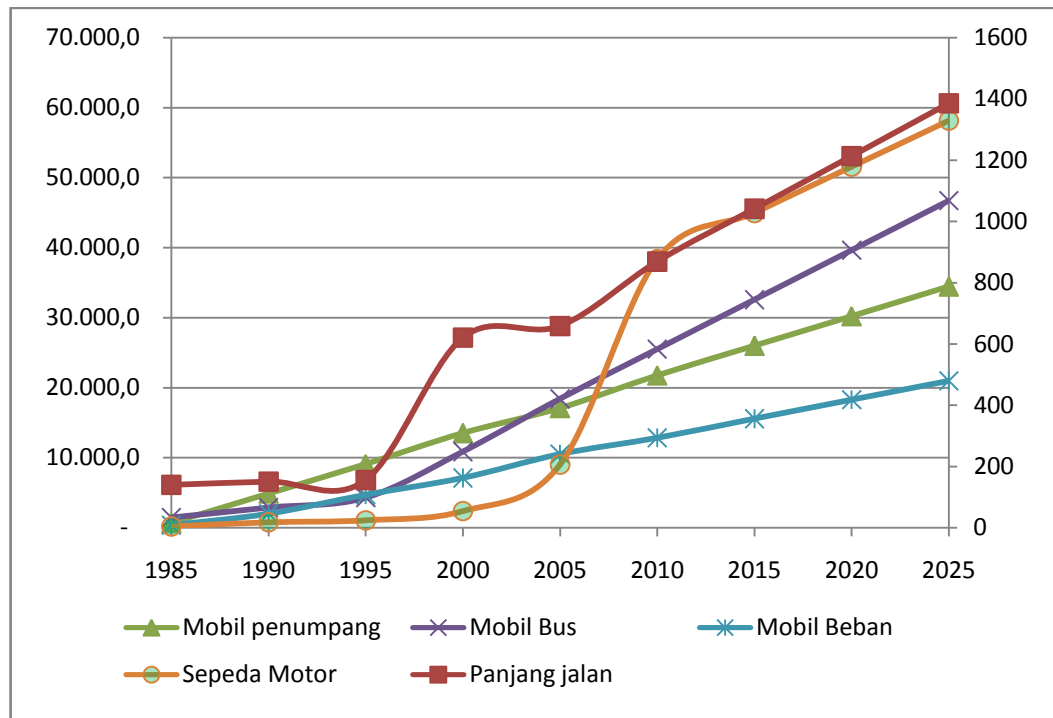
Hubungan antara jumlah kendaraan berbanding lurus dengan jumlah penduduk Kota Bogor. Peningkatan jumlah penduduk akan diikuti oleh penambahan jumlah dari kendaraan, dari grafik terlihat bahwa jumlah sepeda motor mengalami peningkatan yang paling tinggi sebagai akibat tingginya perkembangan jumlah penduduk. Hal tersebut juga diakibatkan oleh tingginya tingkat kemacetan pada kendaraan umum (roda empat).



Gambar 5.29. Dinamika Kendaraan Terhadap Penduduk Kota Bogor

5.4.2. Dinamika Kendaraan Terhadap Panjang Jalan Kota Bogor

Hubungan antara jumlah kendaraan dan panjang jalan mempunyai karakteristik tersendiri. Dengan peningkatan jumlah kendaraan yang cukup tinggi, kondisi panjang jalan dengan laju pertumbuhan tahunan yang tidak terlalu besar cenderung belum mampu menampung pergerakan jumlah kendaraan tersebut. Diprediksikan pada setiap lima tahunan jumlah kendaraan semua jenis akan mengalami pergerakan yang cenderung bertambah. Untuk itu diperlakukan pengendalian seperti penyediaan angkutan umum massal nyaman dan bersistem, pajak progresif, dan pembuatan jalan-jalan alternatif serta penegakan peraturan lalu lintas. Lebih jelasnya hubungan antara dinamika kendaraan terhadap panjang jalan dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

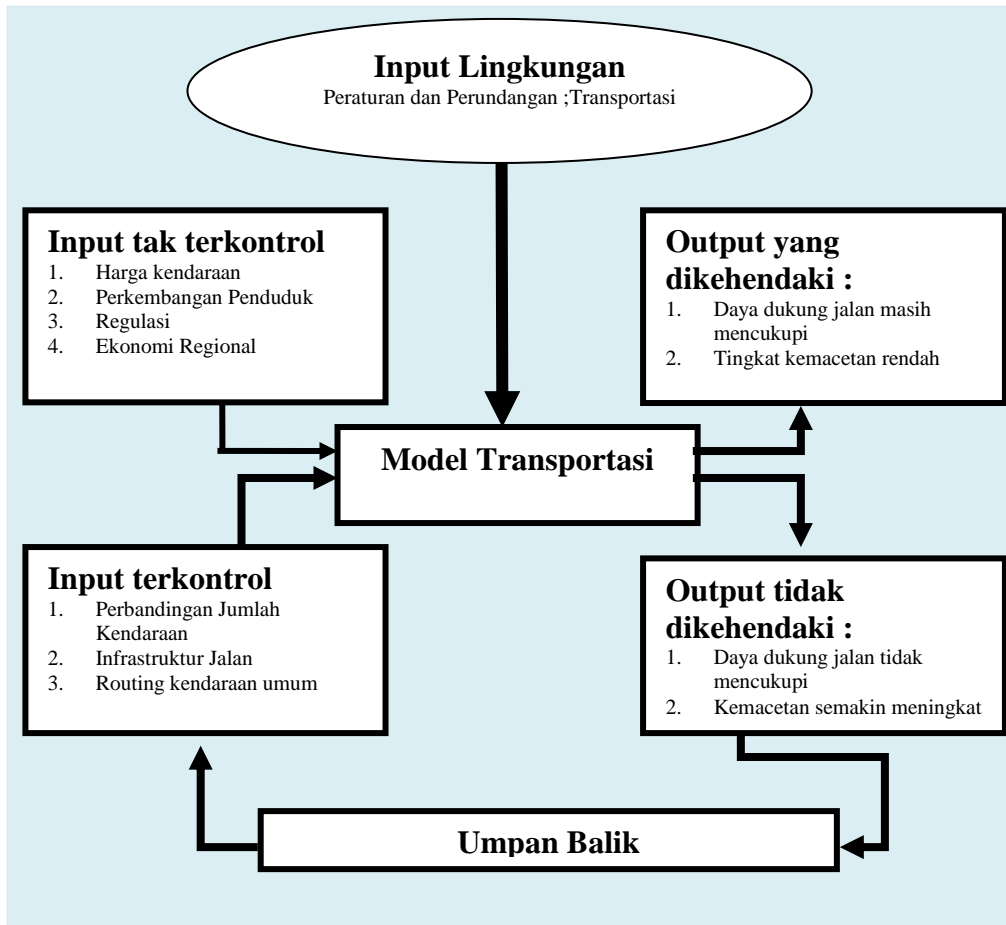


Gambar 5.30. Dinamika Kendaraan Terhadap Panjang Jalan Kota Bogor

5.5. Analisis Kebijakan Dengan Pendekatan Sistem

5.5.1. Identifikasi Sistem

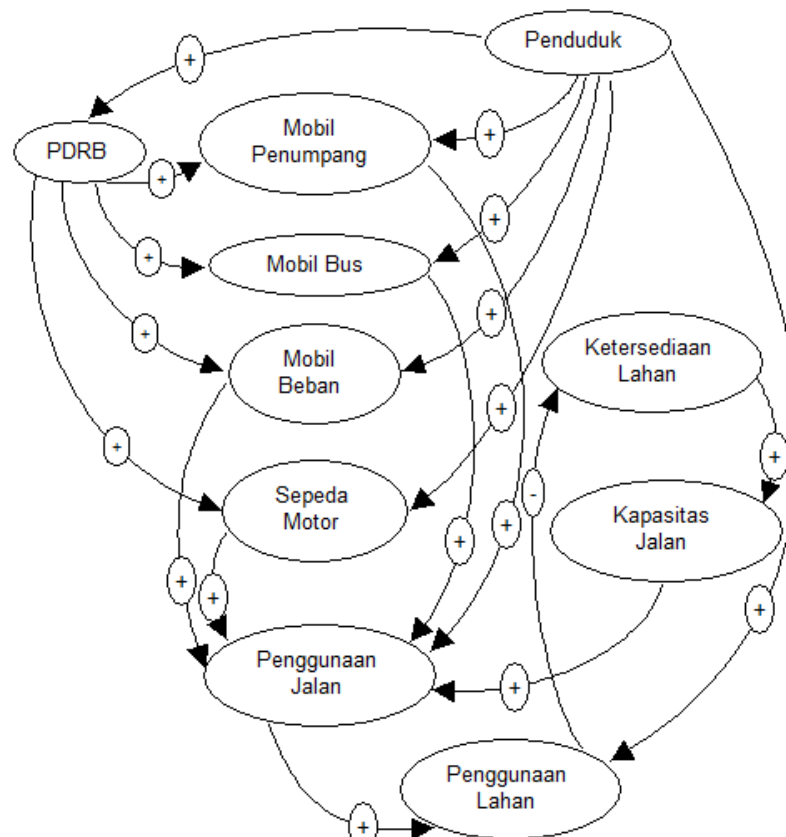
Secara garis besar ada enam kelompok variabel yang mempengaruhi kinerja suatu sistem, yaitu : (1) variabel output yang dikehendaki, yang ditentukan berdasarkan hasil analisa kebutuhan, (2) variabel output yang tidak dikehendaki, (3) variabel input yang terkontrol, (4) variabel input yang tidak terkontrol, (5) variabel input lingkungan dan (6) variabel kontrol sistem (Manecth dan Park, 1977). Pada sistem transportasi, variabel-variabel yang mempengaruhi sistem tersebut adalah sebagaimana disajikan pada Gambar 5.31



Gambar 5.31. Variabel-Variabel yang Mempengaruhi Kinerja Sistem

Untuk melihat hubungan antar variabel-variabel dalam sistem dapat digambarkan dalam bentuk diagram lingkaran sebab-akibat (*causal loop diagram*). Dari diagram sebab akibat (*causal loop*) diketahui bahwa dalam sistem pengelolaan transportasi Kota Bogor, aspek-aspek sosial, ekonomi dan ekologi ternyata memiliki peranan/pengaruh terhadap tingkat kepadatan kendaraan di Kota Bogor. Diagram lingkaran sebab akibat (*causal loop*) dapat dilihat pada Gambar 5.32.

Berdasarkan Gambar 5.32 diagram lingkaran sebab-akibat (*causal loop*), sistem pengelolaan transportasi diketahui bahwa pertumbuhan ekonomi (PDRB), berpengaruh terhadap peningkatan jumlah kendaraan. Peningkatan tersebut dapat mengurangi kapasitas jalan dalam menampung kendaraan.



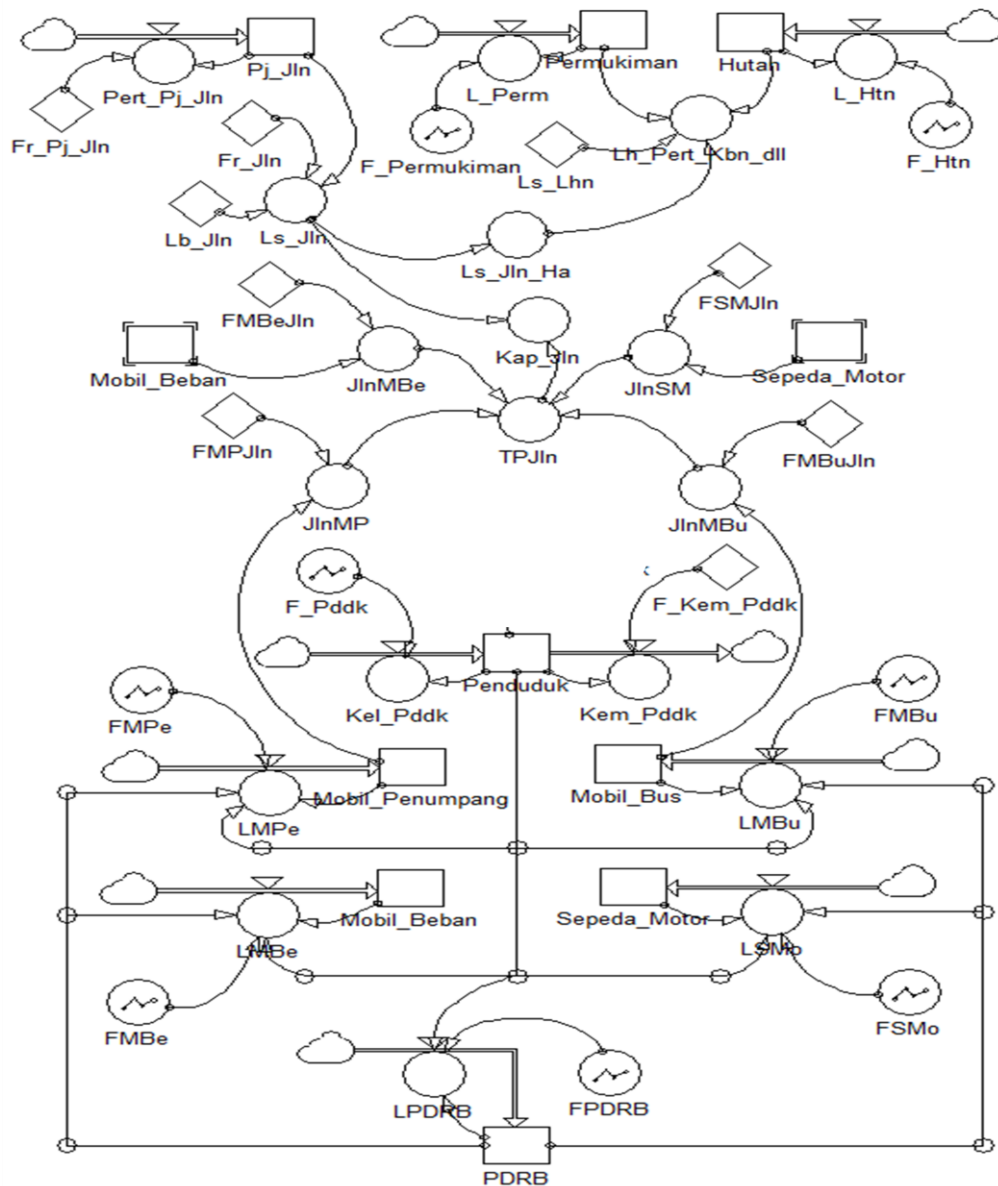
Gambar 5.32. Diagram Lingkar Sebab-Akibat (*causal loop*) Sistem Pengelolaan Transportasi

5.5.2. Simulasi Model

Simulasi dari hasil pemodelan sistemik digunakan untuk melihat pola kecenderungannya perilaku model. Hasil simulasi model dianalisis pola dan kecenderungannya, ditelusuri faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pola dan kecenderungan tersebut, dan dijelaskan bagaimana mekanisme kejadian tersebut berdasarkan analisis struktur model. Simulasi model dilakukan dengan menggunakan *Powersim Constructor versi 2.5*.

Hasil simulasi model yang memunculkan variabel-variabel yang sensitif dianalisis pola dan kecenderungannya dan hasilnya merupakan input untuk analisis prospektif. Pada tahap pertama akan dilakukan penetapan atribut-atribut sensitif yang berpengaruh terhadap sistem transportasi. Selanjutnya melalui pendekatan sistem akan dilakukan analisis kebutuhan, formulasi masalah, dan identifikasi sistem untuk membangun model kebijakan pengelolaan transportasi. Model yang dihasilkan akan

dibandingkan dengan kondisi *existing* untuk melihat adanya perbedaan (*gap*) dari keduanya. Dari perbedaan kedua kondisi tersebut akan diidentifikasi faktor strategis penting sebagai dasar untuk merumuskan alternatif kebijakan dan skenario strategi pengelolaan transportasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing *stakeholders*. Diagram alir (*stock flow diagram*) dalam pengelolaan transportasi terlihat pada gambar 5.33. berikut.



Gambar 5.33. Diagram Alir (*Stock Flow Diagram*) Dalam Pengelolaan Transportasi

5.5.3. Analisis Kecenderungan Sistem

Analisis kecenderungan sistem ditujukan untuk mengeksplorasi perilaku sistem kemasa depan, melalui simulasi model yang telah dibangun. Simulasi model ditetapkan selama 30 tahun yang dimulai pada tahun 2000 sampai dengan tahun 2030. Pemilihan kurun waktu tersebut didasarkan pada pemikiran yang merupakan jangka panjang yang disesuaikan dengan RTRW Kota Bogor baru yang berakhir tahun 2031, dimana pelaksanaan pembangunan dan perubahan yang signifikan khususnya hanya pada bidang transportasi. Berdasarkan variabel yang mempengaruhi kinerja sistem pada model pengelolaan transportasi berdasarkan kebutuhan utama para pelaku (*stakeholder*) faktor yang terkontrol kondisi saat ini yaitu (gambar 5.31) ; a). jumlah kendaraan pribadi terhadap angkutan umum, b). infrastruktur jalan meliputi hambatan samping dan geometrik jalan, c). rute kendaraan angkutan umum yang tumpang tindih. Ketiga faktor tersebut sebagai variabel dalam membuat skenario lebih lanjut dalam pengambilan kebijakan perbaikan pengelolaan transportasi di Kota Bogor.

Berdasarkan diagram alir di dalam model pengelolaan transportasi yang telah dirumuskan dapat digunakan dengan asumsi yang akan membatasi keberlakuan model. Kecenderungan yang terjadi sejak tahun 2000 akan terus berlanjut dan bersifat tetap selama periode simulasi. Serta tidak ada upaya penekanan terhadap pertumbuhan populasi. Selain itu asumsi dalam model sistem ini adalah lebar ruang jalan rata-rata 8 m serta penggunaan lahan oleh kendaraan sesuai dengan ketentuan umum yang berlaku, yaitu luasan ruang penggunaan untuk motor dengan dimensi 0,75 m kali 2 m, mobil penumpang rata-rata 2,5 m kali 5 m dan bus/mobil beban seluas 3,4 m kali 12,5 m.

5.5.4. Validasi Model

Proses validasi bertujuan untuk menilai keobyektifan dari suatu pekerjaan ilmiah, karena pengetahuan ilmiah yang bersifat obyektif harus taat fakta. Dalam dunia nyata, fakta adalah kejadian yang teramati. Rangkaian hasil pengamatan tersebut dapat bersifat terukur yang disusun menjadi data kuantitatif atau statistik dan bersifat tak terukur yang disusun menjadi data kualitatif atau informasi aktual. Dalam pemodelan, hasil simulasi adalah perilaku variabel yang diinteraksikan dengan

bantuan komputer. Tampilan perilaku variabel tersebut dapat bersifat terukur yang disusun menjadi data simulasi dan bersifat tidak terukur yang disusun menjadi pola simulasi. Keserupaan (tidak berarti harus sama) dunia model dengan dunia nyata ditunjukkan dengan sejauh mana data simulasi dan pola simulasi dapat menirukan data statistik dan informasi aktual.

5.5.4.1. Validasi Struktur Model

Validasi struktur model merupakan proses validasi utama dalam berpikir sistem. Untuk melakukan perancangan dan justifikasi seorang pembuat model dituntut untuk mengumpulkan informasi sebanyak mungkin atas sistem yang menjadi obyek penelitian. Informasi ini dapat berupa pengalaman dan pengetahuan dari orang yang memahami mekanisme kerja pada sistem atau berasal dari studi literatur. Pada proses ini bertujuan untuk melihat sejauh mana keserupaan struktur model mendekati struktur nyata, yang berkaitan dengan batasan sistem, variabel-variabel pembentuk sistem, dan asumsi mengenai interaksi yang terjadi dalam sistem. Validasi struktur dilakukan dengan 2 bentuk pengujian, yaitu; uji kesesuaian struktur dan uji kestabilan struktur.

a. Uji Konstruksi/Kesesuaian Struktur

Pada model yang telah dibangun dapat dilihat dari bertambahnya jumlah penduduk akan menambah jumlah kendaraan, tetapi dengan adanya jumlah kendaraan tersebut dapat mengurangi daya dukung jalan yang ada. Berdasarkan contoh tersebut dengan kata lain, struktur model dinamik yang dibangun adalah valid secara teoritis.

b. Uji Kestabilan Struktur

Uji kestabilan struktur model dilakukan dengan cara memeriksa keseimbangan dimensi peubah pada kedua sisi persamaan model (Sushil, 1993). Setiap persamaan yang ada dalam model harus menjamin keseimbangan dimensi antara variabel bebas dan variabel terikat yang membentuknya.

Seperti halnya untuk pengelolaan transportasi, maka uji kestabilan struktur model diperiksa dengan cara menganalisis dimensi keseluruhan interaksi peubah-peubah yang menyusun model tersebut yang terdiri dari beberapa sub model.

Dimensi tersebut meliputi tanda, bentuk respon dan satuan dari persamaan (*equation*) matematis yang digunakan.

Pemeriksaan satuan terhadap persamaan yang berkaitan dengan model pengelolaan transportasi adalah :

```

flow  Hutannya = +dt*L_Htn
flow  Mobil_Beban = +dt*LMBe
flow  Mobil_Bus = +dt*LMBu
flow  Mobil_Penumpang = +dt*LMPe
flow  PDRB = +dt*LPDRB
flow  Penduduk = -dt*Kem_Pddk
      +dt*Kel_Pddk
flow  Permukiman = +dt*L_Perm
flow  Pj_Jln = +dt*Pert_Pj_Jln
flow  Sepeda_Motor = +dt*LSMo
aux   Kel_Pddk = Penduduk*F_Pddk
aux   Kem_Pddk = Penduduk*F_Kem_Pddk
doc   Kem_Pddk = laju kematian penduduk Kota Bogor
aux   L_Htn = Hutannya*F_Htn
aux   L_Perm = Permukiman*F_Permukiman
aux   LMBe = Mobil_Beban*FMBe*(PDRB/Penduduk)
aux   LMBu = Mobil_Bus*FMBu*(PDRB/Penduduk)
aux   LMPe = Mobil_Penumpang*FMPE*(PDRB/Penduduk)
aux   LPDRB = PDRB*Penduduk*FPDRB
aux   LSMo = Sepeda_Motor*FSMo*(PDRB/Penduduk)
aux   Pert_Pj_Jln = Pj_Jln*Fr_Pj_Jln
aux   JlnMBe = Mobil_Beban*FMBeJln
aux   JlnMBu = Mobil_Bus*FMBuJln
aux   JlnMP = Mobil_Penumpang*FMPJln
aux   JlnSM = Sepeda_Motor*FSMJln
aux   Kap_Jln = Ls_Jln/TPJln
aux   Kpdt_Pddk = Penduduk/L_Lahan
aux   Lh_Pert_Kbn_dll = Ls_Lhn-(Hutannya+Permukiman+Ls_Jln_Ha)
aux   Ls_Jln = Pj_Jln*Fr_Jln*Lb_Jln
aux   Ls_Jln_Ha = Ls_Jln/10000
aux   TPJln = JlnMBe+JlnMBu+JlnMP+JlnSM

```

Tanda tambah (+) untuk +dt*Kel_Pddk dan lainnya, karena menyebabkan pertambahan nilai pada masing-masing nilai yang ada antara lain pertambahan penduduk semakin tinggi dengan semakin meningkatnya *graph* yang terbentuk pada laju pertambahan penduduk, kebutuhan permukiman semakin tinggi dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk yang ada, kebutuhan ruang untuk kendaraan semakin tinggi dengan semakin meningkatnya *graph* yang terbentuk pada laju kebutuhan jalan. Luas lahan total khususnya ruang terbuka akan semakin berkurang dengan semakin tingginya total nilai penggunaan lahan yang ada. Dengan demikian,

dimensi interaksi dari peubah-peubah yang berkaitan dengan nilai pada model tetap konsisten.

5.5.4.2. Validasi Kinerja/Output Model

Validasi perilaku model dilakukan dengan membandingkan antara besar dan sifat kesalahan dapat digunakan (Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001) : 1) *Absolute Mean Error* (AME) adalah penyimpangan (selisih) antara nilai rata-rata (*mean*) hasil simulasi terhadap nilai aktual, 2) *Absolute Variation Error* (AVE) adalah penyimpangan nilai variasi (*variance*) simulasi terhadap aktual.

Hasil uji menunjukkan bahwa keluaran model pengelolaan transportasi pada tabel dapat terlihat, masih valid karena nilai AME dan AVE masing-masing masih dibawah 10% (batas penyimpangan), berdasarkan hasil uji ini dapat disimpulkan bahwa model transportasi Kota Bogor mampu mensimulasikan perubahan-perubahan yang terjadi di Kota Bogor.

Tabel 5.8. Data Validasi Model

Data Validasi Mobil Penumpang		
Tahun	Nilai Aktual	Nilai Simulasi
2000	13524	13524
2001	14417	14413
2002	15060	15078
2003	15952	15990
2004	16481	16481
2005	17120	17147
2006	18771	18792
2007	19425	19438
Mean	16343.75	16357.875
AME	-0.000864245	
Variance	3683985.438	3704601.359
AVE	0.005596092	

Data Validasi Mobil Bus		
Tahun	Nilai Aktual	Nilai Simulasi
2000	10872	10872
2001	12541	12528
2002	13846	13823
2003	15043	15130
2004	16425	16407
2005	18406	18463
2006	19971	19926
2007	21972	21897
Mean	16134.5	16130.75
AME	0.000232421	
Variance	12634374.25	12516341.94
AVE	-0.009342157	

Data Validasi Mobil Beban		
Tahun	Nilai Aktual	Nilai Simulasi
2000	7117	7117
2001	7632	7687
2002	8230	8238
2003	8992	8923
2004	9853	9847
2005	10542	10564
2006	10769	10784
2007	11090	11062
Mean	9278.125	9277.75
AME	4.04176E-05	
Variance	1999260.359	1979634.438
AVE	-0.009816591	

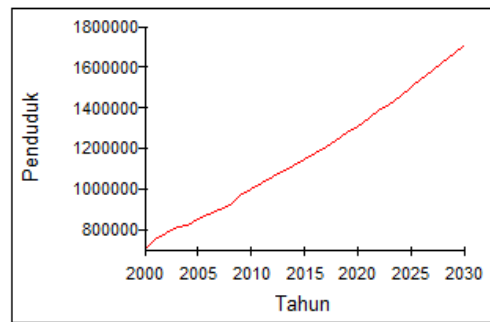
Data Validasi Sepeda Motor		
Tahun	Nilai Aktual	Nilai Simulasi
2000	23783	23783
2001	28979	28930
2002	37055	37214
2003	50589	50579
2004	68573	68048
2005	90154	90603
2006	107881	107610
2007	126480	126119
Mean	66686.75	66610.75
AME	0.001139657	
Variance	1278281635	1271888134
AVE	-0.005001637	

Sumber : Hasil analisis, 2012

5.5.5. Hasil Simulasi Model

Pada pengelolaan transportasi beberapa aspek yang dilihat perilaku sistemnya adalah penduduk, jumlah kendaraan, jalan yang terpakai oleh kendaraan, kapasitas jalan, dan penggunaan lahan.

Dalam penggunaan kendaraan dan lahan tidak terlepas dari jumlah penduduk, pertumbuhan jumlah penduduk di Kota Bogor terlihat pada Gambar berikut.



Gambar 5.34. Pertumbuhan Penduduk

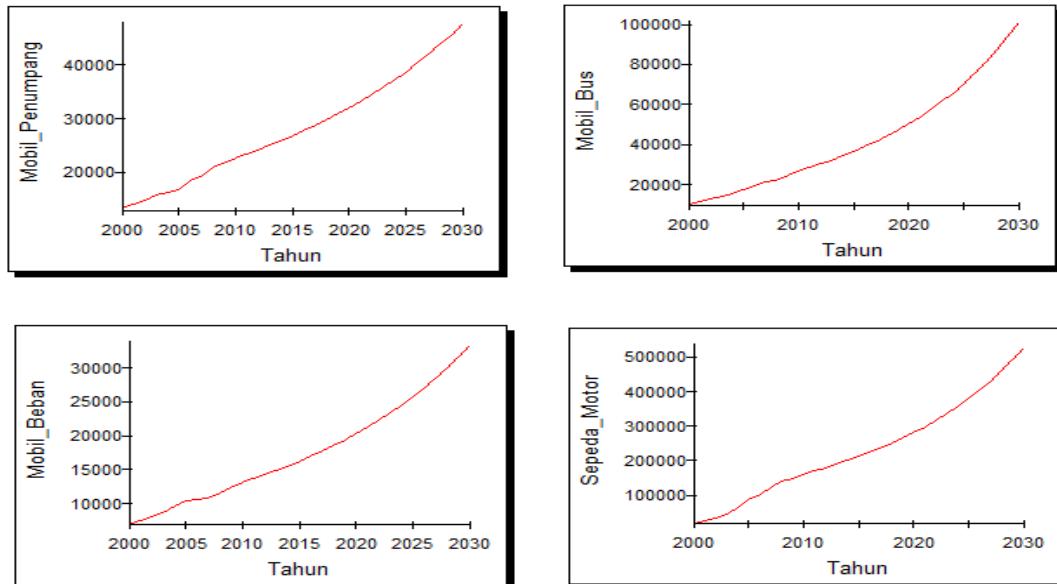
Berdasarkan Gambar 5.34 dan Tabel 5.9 jumlah penduduk Kota Bogor pada tahun 2000 sebanyak 714.712 jiwa, mengalami peningkatan pada tahun 2030 mencapai 1.720.519 jiwa. Laju pertumbuhan penduduk di Kota Bogor selain pertumbuhan rata-rata, namun dimungkinkan mulai beralihnya penduduk Jakarta dan sekitarnya ke daerah Bogor sebagai alternatif hunian tinggal.

Tabel 5.9. Pertumbuhan Penduduk Kota Bogor Tahun 2000-2030

Tahun	Penduduk
2.000	714.712,00
2.001	760.332,07
2.002	789.429,98
2.003	820.715,09
2.004	831.581,35
2.005	855.098,47
2.006	879.152,39
2.007	903.548,87
2.008	928.631,39
2.009	976.780,93
2.010	1.009.835,19
2.011	1.037.100,74
2.012	1.065.102,46
2.013	1.093.860,23
2.014	1.123.394,46
2.015	1.153.726,11
2.016	1.184.876,71
2.017	1.216.868,38
2.018	1.249.723,83
2.019	1.283.466,37
2.020	1.318.119,96
2.021	1.353.709,20
2.022	1.390.259,35
2.023	1.427.796,35
2.024	1.466.346,86
2.025	1.505.938,22
2.026	1.546.598,55
2.027	1.588.356,71
2.028	1.631.242,35
2.029	1.675.285,89
2.030	1.720.518,61

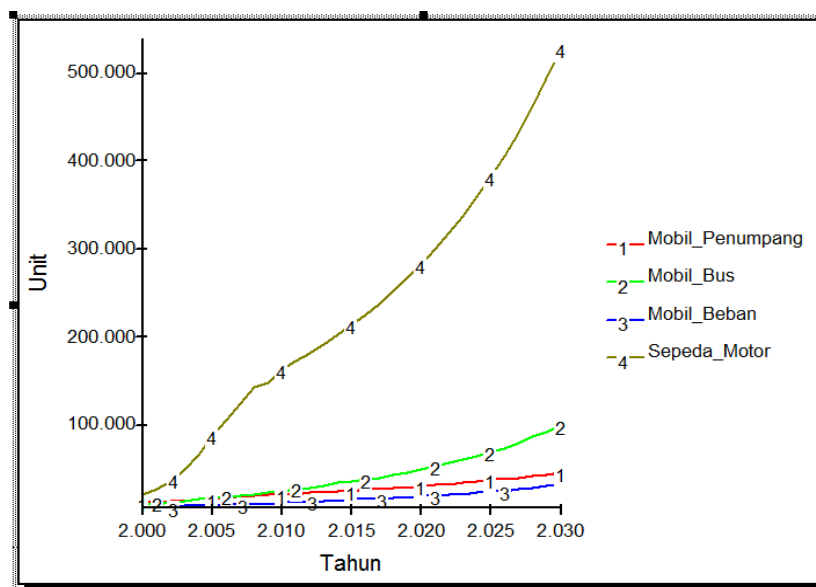
Sumber : Data analisis 2012

Berdasarkan simulasi pertumbuhan jenis kendaraan yaitu mobil penumpang, mobil bus, mobil beban dan sepeda motor dari tahun 2000 sampai dengan 2030 dapat dilihat pada Gambar 5.35.



Gambar 5.35. Pertumbuhan Masing-Masing Jenis Kendaraan

Semakin padatnya pertumbuhan penduduk akan meningkatkan arus dan jumlah transportasi yang ada, pertambahan jumlah kendaraan tersebut terlihat pada gambar dibawah ini .



Gambar 5.36. Pertambahan Jumlah Masing-Masing Jenis Kendaraan
Tabel 5.10. Pertumbuhan Jenis Kendaraan Kota Bogor Tahun 2000-2030

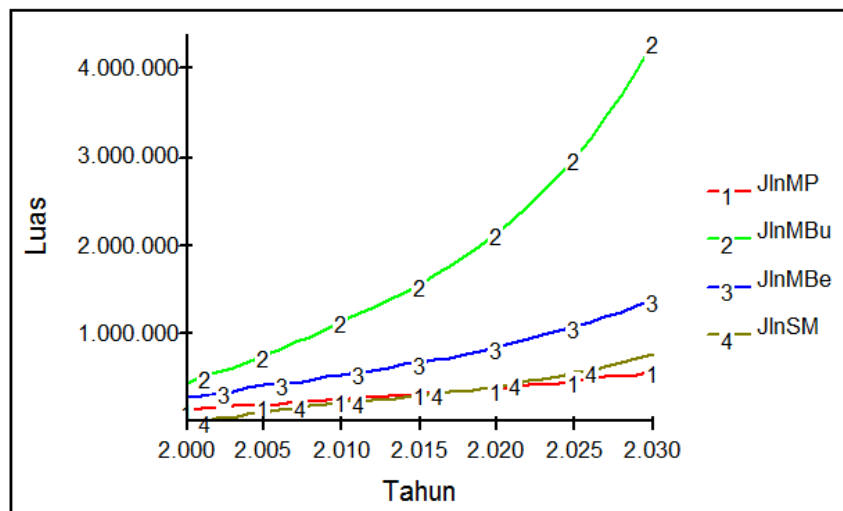
Tahun	Mobil Penumpang	Mobil Bus	Mobil Beban	Sepeda Motor
2.000	13.524,00	10.872,00	7.117,00	23.783,00
2.001	14.412,84	12.527,65	7.687,43	28.929,79
2.002	15.077,76	13.823,06	8.237,75	37.213,81
2.003	15.989,81	15.129,54	8.922,91	50.579,38
2.004	16.480,69	16.406,83	9.847,42	68.047,93
2.005	17.146,87	18.462,73	10.563,91	90.602,94
2.006	18.791,92	19.925,97	10.784,23	107.609,74
2.007	19.438,36	21.896,64	11.062,47	126.118,56
2.008	21.078,69	22.966,40	11.701,19	144.603,13
2.009	22.048,30	25.431,46	12.508,57	150.146,24
2.010	22.806,39	27.568,92	13.273,16	164.486,51
2.011	23.587,85	29.264,02	13.844,19	173.504,25
2.012	24.399,47	31.070,90	14.442,28	183.056,25
2.013	25.243,22	32.998,96	15.069,34	193.184,65
2.014	26.121,27	35.058,66	15.727,46	203.936,09
2.015	27.035,98	37.261,64	16.418,94	215.362,25
2.016	27.989,93	39.620,90	17.146,32	227.520,54
2.017	28.985,96	42.150,94	17.912,42	240.474,85
2.018	30.027,22	44.868,05	18.720,32	254.296,48
2.019	31.117,14	47.790,50	19.573,48	269.065,13
2.020	32.259,54	50.938,90	20.475,72	284.870,14
2.021	33.458,62	54.336,49	21.431,30	301.811,90
2.022	34.719,06	58.009,61	22.444,97	320.003,48
2.023	36.046,04	61.988,18	23.522,06	339.572,61
2.024	37.445,34	66.306,26	24.668,53	360.663,95
2.025	38.923,39	71.002,77	25.891,09	383.441,83
2.026	40.487,38	76.122,31	27.197,30	408.093,45
2.027	42.145,41	81.716,19	28.595,70	434.832,80
2.028	43.906,53	87.843,61	30.095,99	463.905,24
2.029	45.780,97	94.573,12	31.709,19	495.593,06
2.030	47.780,29	101.984,42	33.447,87	530.222,24

Sumber : Data analisis 2012

Berdasarkan gambar diatas terlihat laju pertumbuhan tercepat dari jenis kendaraan yang ada yaitu pada sepeda motor, dimana pada tahun 2000 sebanyak 23.783 unit kendaraan dan meningkat menjadi 530.222 unit pada tahun 2030, kemudian diikuti laju pertumbuhan mobil Bus dimana pada tahun 2000 sebanyak 10.872 unit menjadi 101.984 unit, untuk jumlah kendaraan mobil penumpang pada tahun 2000 sebanyak 13.524 unit dan pada tahun 2030 sebanyak 47.780 unit, sedangkan pertumbuhan yang tidak begitu cepat pada kendaraan beban dari 7117 unit pada tahun 2000 menjadi 33.448 unit pada tahun 2030.

Pertambahan jumlah kendaraan akan mempengaruhi jumlah penggunaan luas jalan yang tersedia, dimana laju pertumbuhan sama dengan penambahan jumlah

kendaraan dengan mempertimbangkan dimensi luas kendaraan, sehingga penggunaan luas jalan yang terbesar oleh mobil Bus, perbandingan penggunaan jalan seperti terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 5.37. Pertambahan Jumlah Kendaraan Terhadap Luas Jalan

Berdasarkan gambar diatas terlihat laju pertumbuhan tercepat dari penggunaan luas jalan yang ada yaitu untuk mobil Bus, dimana pada tahun 2000 seluas 462.060 dan meningkat menjadi 4.334.338 unit pada tahun 2030, kemudian diikuti laju pertumbuhan penggunaan luas oleh mobil beban dimana pada tahun 2000 seluas 302.473 menjadi 1.421.534, untuk luasan penggunaan mobil penumpang pada tahun 2000 seluas 169.050 dan pada tahun 2030 seluas 597.254, sedangkan penggunaan luasan sepeda motor awalnya lebih kecil dari luasan penggunaan mobil hanya seluas 35.674 tetapi pada tahun 2030 lebih luas dari penggunaan luasan mobil yaitu menjadi seluas 795.333.

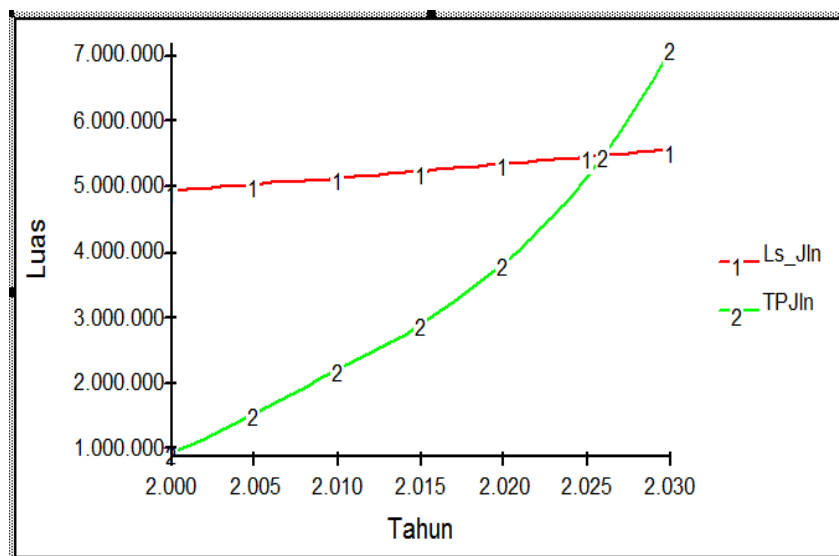
Tabel 5.11. Pertambahan Jenis Kendaraan Terhadap Luas Jalan Tahun 2000-2030

Tahun	JlnMP	JlnMBu	JlnMBe	JlnSM
2.000	169.050,00	462.060,00	302.472,50	35.674,50
2.001	180.160,53	532.425,15	326.715,79	43.394,68
2.002	188.472,06	587.479,99	350.104,49	55.820,71
2.003	199.872,64	643.005,56	379.223,75	75.869,07
2.004	206.008,62	697.290,34	418.515,38	102.071,89
2.005	214.335,84	784.665,83	448.966,14	135.904,41
2.006	234.899,03	846.853,79	458.329,93	161.414,62
2.007	242.979,53	930.607,37	470.154,81	189.177,84
2.008	263.483,58	976.072,19	497.300,47	216.904,69
2.009	275.603,80	1.080.837,08	531.614,14	225.219,36
2.010	285.079,92	1.171.678,90	564.109,36	246.729,76
2.011	294.848,11	1.243.720,96	588.378,07	260.256,38
2.012	304.993,35	1.320.513,15	613.796,96	274.584,37
2.013	315.540,30	1.402.455,66	640.446,96	289.776,98
2.014	326.515,92	1.489.992,97	668.417,00	305.904,14
2.015	337.949,72	1.583.619,83	697.804,97	323.043,38
2.016	349.874,07	1.683.888,14	728.718,80	341.280,81
2.017	362.324,54	1.791.415,02	761.277,69	360.712,28
2.018	375.340,23	1.906.892,08	795.613,60	381.444,71
2.019	388.964,26	2.031.096,36	831.872,83	403.597,69
2.020	403.244,22	2.164.903,11	870.217,97	427.305,21
2.021	418.232,78	2.309.300,74	910.830,09	452.717,85
2.022	433.988,28	2.465.408,57	953.911,25	480.005,22
2.023	450.575,55	2.634.497,74	999.687,56	509.358,92
2.024	468.066,73	2.818.016,05	1.048.412,56	540.995,93
2.025	486.542,31	3.017.617,61	1.100.371,29	575.162,74
2.026	506.092,31	3.235.198,28	1.155.885,13	612.140,18
2.027	526.817,62	3.472.938,24	1.215.317,34	652.249,21
2.028	548.831,64	3.733.353,36	1.279.079,76	695.857,86
2.029	572.262,18	4.019.357,45	1.347.640,69	743.389,59
2.030	597.253,67	4.334.337,98	1.421.534,33	795.333,37

Sumber : Data analisis2012

Luasan penggunaan lahan tentunya akan mengurangi kapasitas daya dukung jalan, dimana nilai kapasitas daya dukung jalan pada tahun 2000 masih sangat cukup dengan perbandingan luas jalan (Ls_Jln) terhadap total pergerakan kendaraan ($TPJln$) masih sekitar 5,12 kali dalam mencukupi penggunaan jalan akibat kendaraan, tetapi pada tahun 2026 jalan sudah tidak dapat menampung jumlah kendaraan yang ada karena perbandingan jalan terhadap kendaraan sudah dibawah 1. Luasan jalan yang ada saat ini masih dapat menampung kendaraan yang ada, karena kepadatan kendaraan hanya terjadi pada jalur-jalur tertentu dan jam-jam tertentu, sedangkan luasan jalan yang diperhitungkan dalam kajian ini termasuk jalan-jalan lingkungan,

sehingga masih menampung kendaraan yang ada. Grafik perbandingan luas jalan terhadap jumlah kendaraan terlihat pada gambar dibawah.



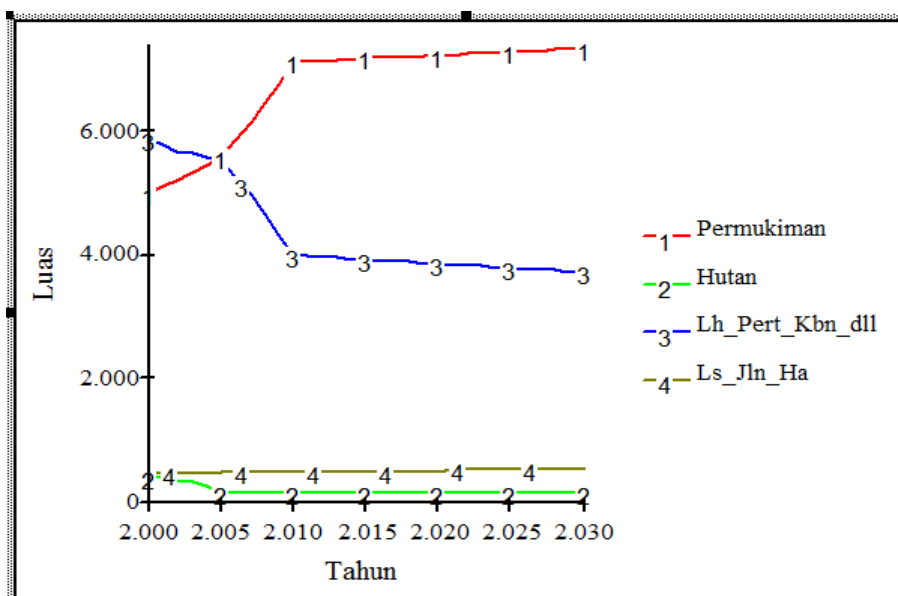
Gambar 5.38. Perbandingan Luas Jalan Terhadap Kendaraan

Tabel 5.12. Kapasitas Jalan yang Dipengaruhi Perbandingan Luas Jalan dengan Kendaraan

Tahun	TPJln	Ls_Jln	Kap_Jln
2.000	969.257,00	4.961.600,00	5,12
2.001	1.082.696,15	4.981.446,40	4,60
2.002	1.181.877,25	5.001.372,19	4,23
2.003	1.297.971,03	5.021.377,67	3,87
2.004	1.423.886,23	5.041.463,19	3,54
2.005	1.583.872,22	5.061.629,04	3,20
2.006	1.701.497,36	5.081.875,55	2,99
2.007	1.832.919,55	5.102.203,06	2,78
2.008	1.953.760,93	5.122.611,87	2,62
2.009	2.113.274,37	5.143.102,32	2,43
2.010	2.267.597,94	5.163.674,73	2,28
2.011	2.387.203,51	5.184.329,42	2,17
2.012	2.513.887,83	5.205.066,74	2,07
2.013	2.648.219,90	5.225.887,01	1,97
2.014	2.790.830,03	5.246.790,56	1,88
2.015	2.942.417,90	5.267.777,72	1,79
2.016	3.103.761,82	5.288.848,83	1,70
2.017	3.275.729,53	5.310.004,23	1,62
2.018	3.459.290,62	5.331.244,24	1,54
2.019	3.655.531,14	5.352.569,22	1,46
2.020	3.865.670,51	5.373.979,50	1,39
2.021	4.091.081,45	5.395.475,41	1,32
2.022	4.333.313,33	5.417.057,32	1,25
2.023	4.594.119,77	5.438.725,54	1,18
2.024	4.875.491,27	5.460.480,45	1,12
2.025	5.179.693,96	5.482.322,37	1,06
2.026	5.509.315,91	5.504.251,66	0,999
2.027	5.867.322,41	5.526.268,66	0,942
2.028	6.257.122,62	5.548.373,74	0,887
2.029	6.682.649,90	5.570.567,23	0,834
2.030	7.148.459,35	5.592.849,50	0,782

Sumber : Data analisis 2012

Pada simulasi terkait dengan luasan permukiman pada tahun 2000 sebesar 5037,33 Ha dan menunjukkan adanya peningkatan luasan tahun 2030 sebesar 7362,79 Ha. Luas hutan pada tahun 2000 sebesar 422 Ha menurun sampai dengan tahun 2004 dan relatif tetap sampai dengan tahun 2030. Untuk lahan kebun campuran cenderung turun dimana pada tahun 2000 sebesar 5894,51 Ha menjadi 3747,41 Ha, hal ini dapat diperkirakan adanya perubahan fungsi lahan dari lahan kebun campuran menjadi permukiman. Sedangkan luas jalan relatif kenaikannya rendah dimana pada tahun 2000 sebesar 496,16 Ha dan pada tahun 2030 sebesar 559,28 Ha. Gambar 5.39 menunjukkan grafik perubahan luasan permukiman, hutan, kebun campuran dan luas jalan.



Gambar 5.39. Grafik Perubahan Luasan Permukiman, Hutan, Kebun Campuran dan Luas Jalan

Tabel 5.13. Perkembangan Luasan Lahan Permukiman, Hutan, Kebun Campuran dan Luas Jalan dari Tahun 2000 – 2030

Tahun	Permukiman	Hutan	Lh Pert Kbn dll	Ls Jln Ha
2.000	5.037,33	422,00	5.894,51	496,16
2.001	5.138,08	417,78	5.796,00	498,14
2.002	5.245,98	396,89	5.707,00	500,14
2.003	5.356,14	337,36	5.654,36	502,14
2.004	5.473,98	269,89	5.601,99	504,15
2.005	5.594,40	188,92	5.560,51	506,16
2.006	5.868,53	185,14	5.288,14	508,19
2.007	6.156,09	180,51	5.003,18	510,22
2.008	6.463,89	180,51	4.693,33	512,26
2.009	6.787,09	180,51	4.368,09	514,31
2.010	7.133,23	180,51	4.019,89	516,37
2.011	7.147,50	180,51	4.003,56	518,43
2.012	7.161,79	180,51	3.987,19	520,51
2.013	7.175,40	180,51	3.971,50	522,59
2.014	7.188,31	180,51	3.956,49	524,68
2.015	7.199,10	180,51	3.943,61	526,78
2.016	7.209,89	180,51	3.930,71	528,88
2.017	7.220,71	180,51	3.917,78	531,00
2.018	7.231,54	180,51	3.904,82	533,12
2.019	7.242,39	180,51	3.891,84	535,26
2.020	7.253,25	180,51	3.878,84	537,40
2.021	7.264,13	180,51	3.865,81	539,55
2.022	7.275,03	180,51	3.852,75	541,71
2.023	7.285,94	180,51	3.839,67	543,87
2.024	7.296,87	180,51	3.826,57	546,05
2.025	7.307,81	180,51	3.813,44	548,23
2.026	7.318,78	180,51	3.800,29	550,43
2.027	7.329,75	180,51	3.787,11	552,63
2.028	7.340,75	180,51	3.773,90	554,84
2.029	7.351,76	180,51	3.760,67	557,06
2.030	7.362,79	180,51	3.747,41	559,28

Sumber : Data analisis 2012

5.6. Skenario Simulasi Kebijakan

Analisis kebijakan dilakukan melalui kajian tiga skenario kondisi eksisting, optimis dan pesimis yang disusun berdasarkan hasil analisis prospektif pemangku kepentingan. Berdasarkan dari analisis prospektif yang sudah ditetapkan pada input terkontrol ada tiga faktor yang menjadikan variabel dalam membangun model skenario yaitu a). jumlah kendaraan pribadi terhadap angkutan umum, b). infrastruktur jalan meliputi hambatan samping dan geometrik jalan, c). rute kendaraan angkutan umum yang tumpang tindih. Dari penilaian responden mengenai

kondisi (*state*) ketidak optimalan faktor-faktor tersebut pada kondisi untuk masa mendatang dapat disusun sebagai berikut Tabel 5.14:

Tabel 5.14. Penilaian Responden (R) Terhadap Kondisi Ketidak Optimalan Faktor-Faktor di Masa Datang di Kota Bogor

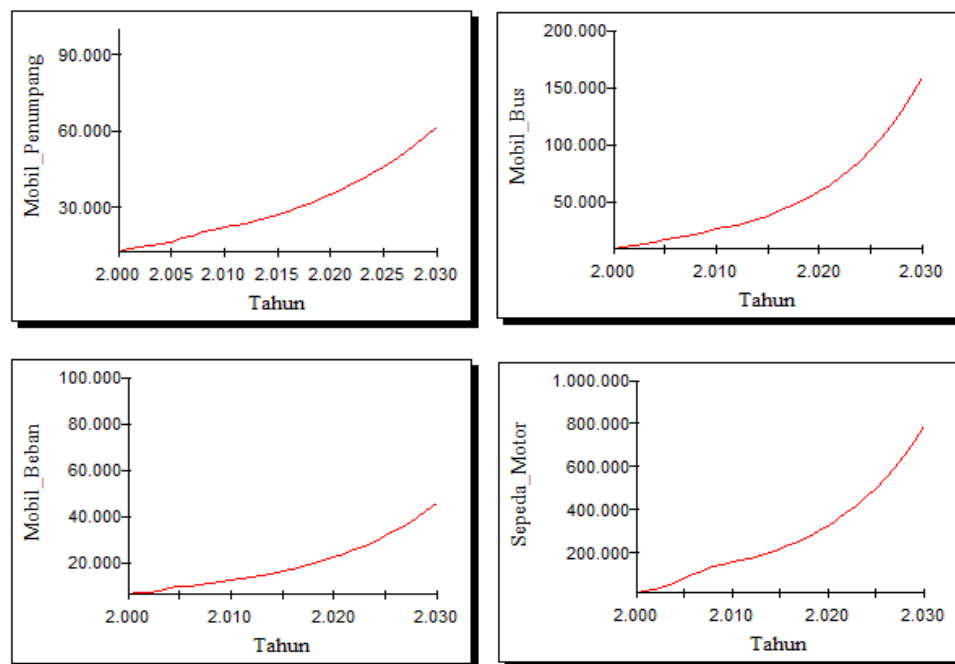
No	Faktor Kebijakan	Indeks (%)						Rata-Rata Indeks (%)
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	
1	Jumlah kendaraan pribadi terhadap angkutan umum (kebijakan regulasi)	50	70	80	70	50	65	64
2	Infrastruktur Jalan							
	a. Gangguan badan jalan (PKL, parkir badan jalan) b. Kondisi fisisk jalan /geometrik	70	60	85	70	60	80	71
3	Routing angkutan umum							
	a. Trayek overlap b. Tidak sampai ke kawasan permukiman	60	65	80	80	70	65	70

R_n : Responden

Sumber : Hasil analisis 2012

5.6.1. Kondisi Eksisting

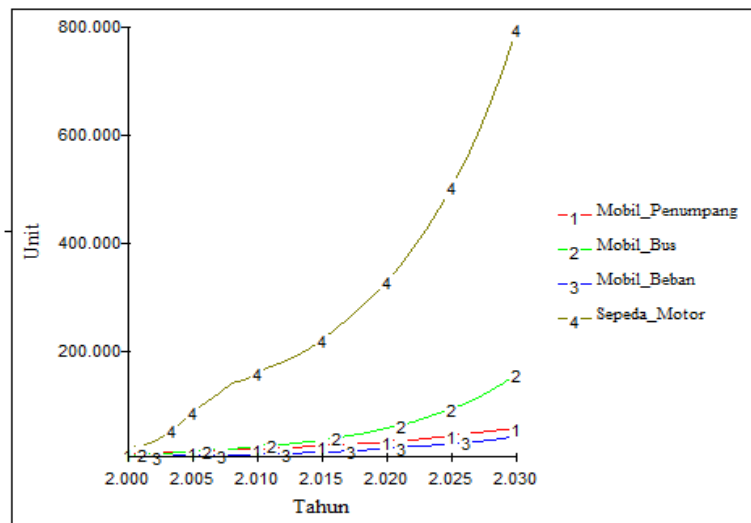
Kondisi eksisting adalah menunjukkan data yang tidak dilakukan intervensi kebijakan dalam hal ini input terkontrol terkait dengan jumlah kendaraan pribadi terhadap angkutan umum, infrastruktur jalan dan routing kendaraan umum. Dengan skenario model penilaian persepsi responden (R) ketidak optimalan transportasi di Kota Bogor saat ini untuk ; a) jumlah kendaraan pribadi terhadap angkutan umum sebesar 64 persen, b) infrastruktur jalan sebesar 71 persen, c) routing kendaraan angkutan umum sebesar 70 persen.



Gambar 5.40. Pertumbuhan Masing-Masing Jenis Kendaraan

Berdasarkan hasil simulasi terkait dengan jumlah masing-masing kendaraan pada tahun 2000 yaitu mobil penumpang sebanyak 13524 unit, mobil bus sebanyak 10872 unit, mobil beban sebanyak 7117 unit dan sepeda motor sebanyak 23783 unit. Pada tahun 2010 ada peningkatan jumlah kendaraan untuk masing-masing jenis kendaraan yaitu mobil penumpang sebanyak 22806 unit, mobil bus sebanyak 27568 unit, mobil bebean sebanyak 13273 unit dan sepeda motor sebanyak 164486 unit.

Hasil proyeksi pada tahun 2030 mengalami lonjakan cukup tinggi dari jumlah kendaraan penumpang pada tahun 2010 yaitu mobil penumpang sebanyak 62112 unit, mobil bus sebanyak 160698 unit, mobil beban sebanyak 46324 unit dan sepeda motor sebanyak 798809 unit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dan tabel berikut.



Gambar 5.41. Grafik Perkembangan Jumlah Mobil Penumpang, Mobil Bus, Mobil Beban dan Sepeda Motor dari Tahun 2000 – 2030 (eksisting)

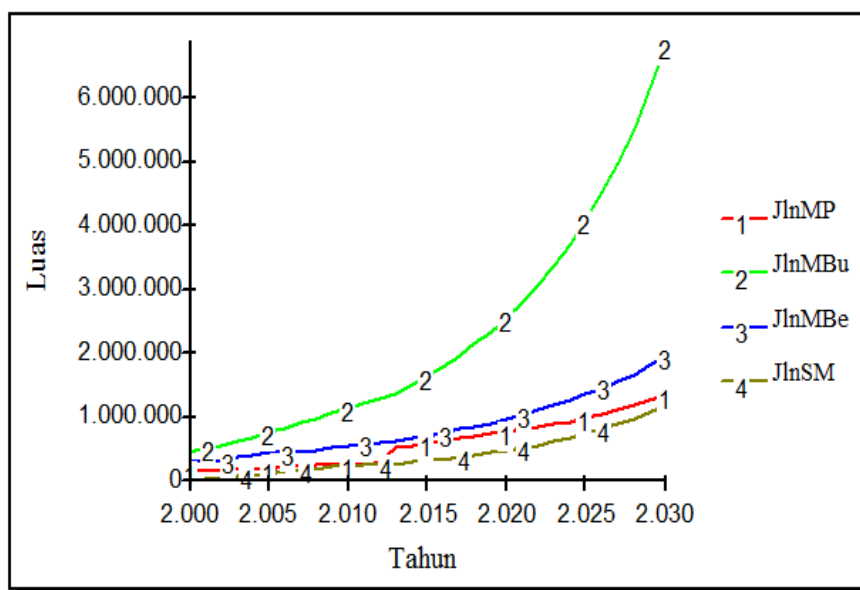
Tabel 5.15. Perkembangan Jumlah Mobil Penumpang, Mobil Bus, Mobil Beban dan Sepeda Motor dari Tahun 2000 – 2030 (eksisting)

Tahun	Mobil Penumpang	Mobil Bus	Mobil Beban	Sepeda Motor
2.000	13.524,00	10.872,00	7.117,00	23.783,00
2.001	14.412,84	12.527,65	7.687,43	28.929,79
2.002	15.077,76	13.823,06	8.237,75	37.213,81
2.003	15.989,81	15.129,54	8.922,91	50.579,38
2.004	16.480,69	16.406,83	9.847,42	68.047,93
2.005	17.146,87	18.462,73	10.563,91	90.602,94
2.006	18.791,92	19.925,97	10.784,23	107.609,74
2.007	19.438,36	21.896,64	11.062,47	126.118,56
2.008	21.078,69	22.966,40	11.701,19	144.603,13
2.009	22.048,30	25.431,46	12.508,57	150.146,24
2.010	22.806,39	27.568,92	13.273,16	164.486,51
2.011	23.587,85	29.264,02	13.844,19	173.504,25
2.012	24.399,47	31.070,90	14.442,28	183.056,25
2.013	25.243,22	32.998,96	15.069,34	193.184,65
2.014	26.492,01	35.928,31	16.005,33	208.475,59
2.015	27.811,38	39.139,16	17.006,15	225.087,86
2.016	29.207,02	42.663,62	18.077,65	243.160,52
2.017	30.685,20	46.538,23	19.226,38	262.850,91
2.018	32.252,91	50.804,79	20.459,68	284.337,45
2.019	33.917,92	55.511,12	21.785,80	307.823,06
2.020	35.688,91	60.712,21	23.214,02	333.539,22
2.021	37.575,56	66.471,45	24.754,82	361.750,71
2.022	39.588,76	72.862,13	26.420,06	392.761,37
2.023	41.740,73	79.969,29	28.223,22	426.920,99
2.024	44.045,24	87.891,97	30.179,64	464.633,59
2.025	46.517,86	96.745,93	32.306,84	506.367,45
2.026	49.176,22	106.666,94	34.624,89	552.667,27
2.027	52.040,36	117.814,99	37.156,89	604.169,07
2.028	55.133,12	130.379,25	39.929,45	661.618,41
2.029	58.480,64	144.584,51	42.973,42	725.892,83
2.030	62.112,90	160.698,99	46.324,62	798.029,65

Sumber : Data analisis 2012

Dari hasil simulasi didapat perkembangan masing-masing penggunaan jalan pada tahun 2000 yaitu jalan mobil penumpang seluas 169050 meter kuadrat, jalan mobil bus seluas 462060 meter kuadrat, jalan mobil beban seluas 302472,50 meter kuadrat dan sepeda motor seluas 35674,50 meter kuadrat. Pada tahun 2010 ada peningkatan penggunaan luas jalan untuk masing-masing jalan yaitu jalan penumpang seluas 285079,92 meter kuadrat, jalan bus seluas 1171678,90 meter kuadrat, jalan beban seluas 564109,36 meter kuadrat dan sepeda motor seluas 246729,76 meter kuadrat.

Dari hasil proyeksi pada tahun 2030 menunjukkan adanya peningkatan penggunaan luas jalan yang cukup signifikan yaitu jalan penumpang seluas 1358719,62 meter kuadrat, jalan bus seluas 6829707,06 meter kuadrat, jalan beban seluas 1968796,36 meter kuadrat dan sepeda motor seluas 1197044,48 meter kuadrat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dan tabel berikut.



Gambar 5.42. Grafik Perkembangan Jalan MP, Jalan MBu, Jalan MBe dan Jalan SM dari Tahun 2000 – 2030

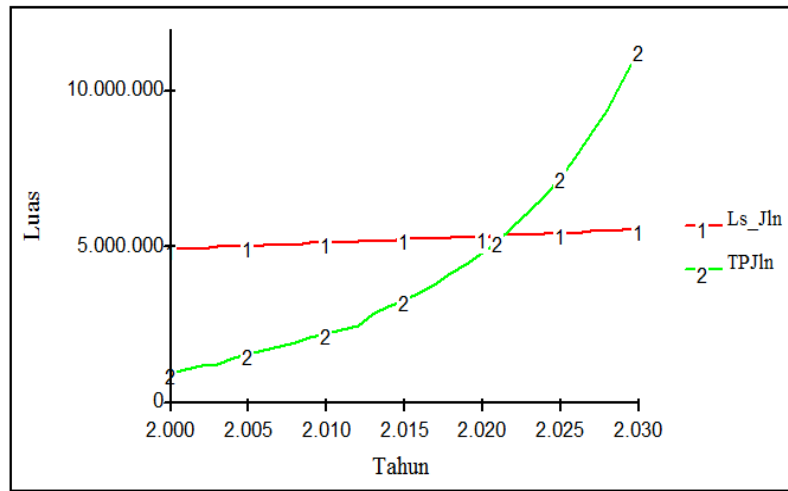
Tabel 5.16. Perkembangan Jalan MP, Jalan MBu, Jalan MBe dan Jalan SM dari Tahun 2000 – 2030 (eksisting)

Tahun	JlnMP	JlnMBu	JlnMBe	JlnSM
2.000	169.050,00	462.060,00	302.472,50	35.674,50
2.001	180.160,53	532.425,15	326.715,79	43.394,68
2.002	188.472,06	587.479,99	350.104,49	55.820,71
2.003	199.872,64	643.005,56	379.223,75	75.869,07
2.004	206.008,62	697.290,34	418.515,38	102.071,89
2.005	214.335,84	784.665,83	448.966,14	135.904,41
2.006	234.899,03	846.853,79	458.329,93	161.414,62
2.007	242.979,53	930.607,37	470.154,81	189.177,84
2.008	263.483,58	976.072,19	497.300,47	216.904,69
2.009	275.603,80	1.080.837,08	531.614,14	225.219,36
2.010	285.079,92	1.171.678,90	564.109,36	246.729,76
2.011	294.848,11	1.243.720,96	588.378,07	260.256,38
2.012	304.993,35	1.320.513,15	613.796,96	274.584,37
2.013	552.195,53	1.402.455,66	640.446,96	289.776,98
2.014	579.512,62	1.526.953,17	680.226,57	312.713,39
2.015	608.373,96	1.663.414,44	722.761,26	337.631,78
2.016	638.903,54	1.813.203,71	768.300,00	364.740,79
2.017	671.238,82	1.977.874,98	817.121,15	394.276,37
2.018	705.532,49	2.159.203,37	869.536,60	426.506,17
2.019	741.954,59	2.359.222,47	925.896,69	461.734,60
2.020	780.694,82	2.580.269,07	986.595,95	500.308,83
2.021	821.965,38	2.825.036,75	1.052.079,82	542.626,06
2.022	866.004,15	3.096.640,50	1.122.852,60	589.142,05
2.023	913.078,49	3.398.694,88	1.199.486,87	640.381,48
2.024	963.489,70	3.735.408,91	1.282.634,61	696.950,39
2.025	1.017.578,21	4.111.701,86	1.373.040,51	759.551,17
2.026	1.075.729,77	4.533.345,13	1.471.557,89	829.000,90
2.027	1.138.382,77	5.007.136,91	1.579.167,73	906.253,61
2.028	1.206.036,99	5.541.118,23	1.697.001,77	992.427,62
2.029	1.279.263,99	6.144.841,64	1.826.370,35	1.088.839,25
2.030	1.358.719,62	6.829.707,06	1.968.796,36	1.197.044,48

Sumber : Data analisis 2012

Luasan penggunaan lahan secara tidak langsung berpengaruh terhadap kapasitas daya dukung jalan, dimana nilai kapasitas daya dukung jalan pada tahun 2000 masih sangat cukup dengan perbandingan jalan (Ls_{Jln}) terhadap total pergerakan kendaraan (TP_{Jln}) masih sekitar 5,12 kali dalam mencukupi penggunaan jalan akibat kendaraan, tetapi pada tahun 2010 nilai kapasitas daya dukung jalan yaitu perbandingan jalan (Ls_{Jln}) terhadap total pergerakan kendaraan (TP_{Jln}) menurun menjadi 2,28. Namun pada tahun 2030 sudah tidak dapat menampung kepemilikan jumlah kendaraan yang ada karena perbandingan jalan terhadap kendaraan sudah dibawah 0,583. Sedangkan pada tahun 2024 jalan sudah tidak dapat menampung jumlah kendaraan yang ada karena perbandingan jalan terhadap kendaraan sudah dibawah 1. Luasan jalan yang ada saat ini masih dapat menampung kendaraan yang ada, karena kepadatan kendaraan hanya terjadi pada jalur-jalur tertentu dan jam-jam tertentu, sedangkan luasan jalan yang diperhitungkan

dalam kajian ini termasuk jalan-jalan lingkungan, sehingga masih menampung kendaraan yang ada.



Gambar 5.43. Grafik Perkembangan TPJln, Ls_Jln dan Kap_Jln Dari Tahun 2000 – 2030

Tabel 5.17. Perkembangan TPJln, Ls_Jln dan Kap_Jln dari Tahun 2000 – 2030

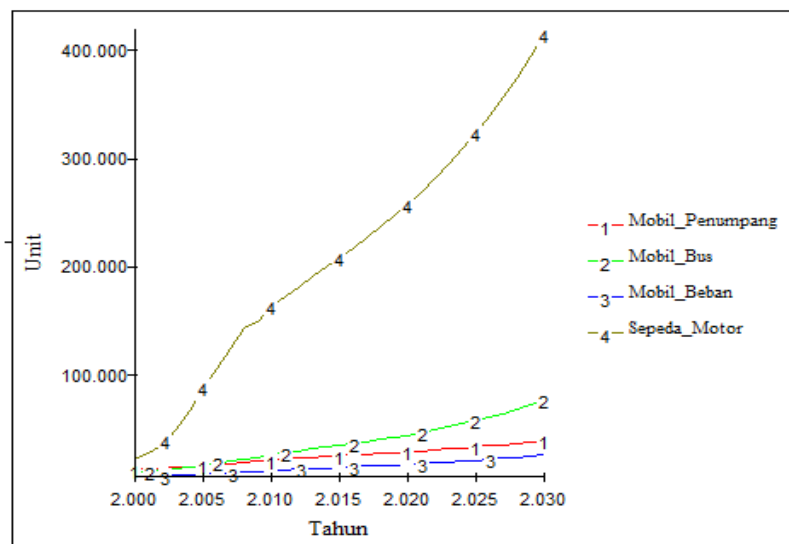
Tahun	TPJln	Ls_Jln	Kap_Jln
2.000	969.257,00	4.961.600,00	5,12
2.001	1.082.696,15	4.981.446,40	4,60
2.002	1.181.877,25	5.001.372,19	4,23
2.003	1.297.971,03	5.021.377,67	3,87
2.004	1.423.886,23	5.041.463,19	3,54
2.005	1.583.872,22	5.061.629,04	3,20
2.006	1.701.497,36	5.081.875,55	2,99
2.007	1.832.919,55	5.102.203,06	2,78
2.008	1.953.760,93	5.122.611,87	2,62
2.009	2.113.274,37	5.143.102,32	2,43
2.010	2.267.597,94	5.163.674,73	2,28
2.011	2.387.203,51	5.184.329,42	2,17
2.012	2.513.887,83	5.205.066,74	2,07
2.013	2.884.875,13	5.225.887,01	2,14
2.014	3.099.405,75	5.246.790,56	2,00
2.015	3.332.181,44	5.267.777,72	1,87
2.016	3.585.148,04	5.288.848,83	1,75
2.017	3.860.511,32	5.310.004,23	1,63
2.018	4.160.778,63	5.331.244,24	1,52
2.019	4.488.808,35	5.352.569,22	1,41
2.020	4.847.868,67	5.373.979,50	1,31
2.021	5.241.708,01	5.395.475,41	1,22
2.022	5.674.639,30	5.417.057,32	1,13
2.023	6.151.641,73	5.438.725,54	1,05
2.024	6.678.483,61	5.460.480,45	0,968
2.025	7.261.871,75	5.482.322,37	0,893
2.026	7.909.633,68	5.504.251,66	0,823
2.027	8.630.941,02	5.526.268,66	0,758
2.028	9.436.584,61	5.548.373,74	0,696
2.029	10.339.315,23	5.570.567,23	0,638
2.030	11.354.267,53	5.592.849,50	0,583

Sumber : Data analisis 2012

5.6.2. Kondisi Optimis

Berdasarkan data analisis laju pertumbuhan kendaraan tertinggi tahun 2000 adalah untuk jenis kendaraan sepeda motor, dimana tahun 2000 jumlah sepeda motor sebanyak 23783 unit kendaraan dan meningkat menjadi 416547 unit tahun 2030, kemudian diikuti laju pertumbuhan mobil bus dimana tahun 2000 sebanyak 10872 unit menjadi 77934 unit pada tahun 2030. Untuk jumlah kendaraan mobil penumpang pada tahun 2000 sebanyak 13524 unit dan tahun 2030 menjadi sebanyak 40970 unit. Pertumbuhan terendah terjadi pada kendaraan beban, dimana pada tahun 2000 berjumlah sekitar 7117 unit dan pada tahun 2030 menjadi sekitar 27619 unit. Dengan skenario model penilaian persepsi ketidak optimalan transportasi di Kota Bogor yang meningkat sebesar 30 persen dari kondisi eksisting terhadap faktor-faktor yaitu ; a) Jumlah kendaraan pribadi terhadap kendaraan umum menjadi 34 persen, b) Infrastruktur jalan menjadi 41 persen, c) Routing kendaraan umum menjadi 40 persen.

Peningkatan jumlah kendaraan berpengaruh pada penggunaan luas jalan yang tersedia, perbandingan pertumbuhan kendaraan dan penggunaan luas jalan seperti terlihat pada gambar dan tabel.



Gambar 5.44. Grafik Perkembangan Jumlah Mobil Penumpang, Mobil Bus, Mobil Beban dan Sepeda Motor dari Tahun 2000 – 2030 (Optimis)

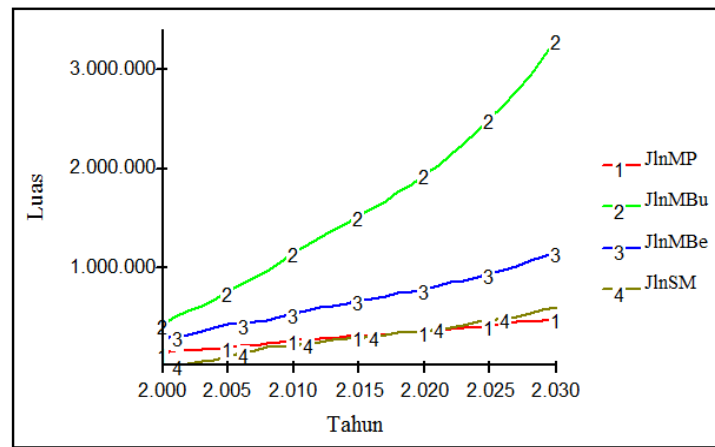
Tabel 5.18. Perkembangan Jumlah Mobil Penumpang, Mobil Bus, Mobil Beban dan Sepeda Motor dari Tahun 2000 – 2030 (Optimis)

Tahun	Mobil Penumpang	Mobil Bus	Mobil Beban	Sepeda Motor
2.000	13.524,00	10.872,00	7.117,00	23.783,00
2.001	14.412,84	12.527,65	7.687,43	28.929,79
2.002	15.077,76	13.823,06	8.237,75	37.213,81
2.003	15.989,81	15.129,54	8.922,91	50.579,38
2.004	16.480,69	16.406,83	9.847,42	68.047,93
2.005	17.146,87	18.462,73	10.563,91	90.602,94
2.006	18.791,92	19.925,97	10.784,23	107.609,74
2.007	19.438,36	21.896,64	11.062,47	126.118,56
2.008	21.078,69	22.966,40	11.701,19	144.603,13
2.009	22.048,30	25.431,46	12.508,57	150.146,24
2.010	22.806,39	27.568,92	13.273,16	164.486,51
2.011	23.587,85	29.264,02	13.844,19	173.504,25
2.012	24.399,47	31.070,90	14.442,28	183.056,25
2.013	25.243,22	32.998,96	15.069,34	193.184,65
2.014	25.906,64	34.555,18	15.566,59	201.307,96
2.015	26.592,07	36.195,75	16.083,69	209.829,81
2.016	27.301,00	37.927,31	16.622,05	218.780,08
2.017	28.035,04	39.757,18	17.183,18	228.191,78
2.018	28.795,95	41.693,52	17.768,74	238.101,37
2.019	29.585,68	43.745,37	18.380,59	248.549,27
2.020	30.406,34	45.922,81	19.020,73	259.580,30
2.021	31.260,27	48.237,10	19.691,42	271.244,36
2.022	32.150,04	50.700,82	20.395,13	283.597,04
2.023	33.078,46	53.328,11	21.134,61	296.700,47
2.024	34.048,66	56.134,86	21.912,91	310.624,22
2.025	35.064,11	59.139,00	22.733,44	325.446,40
2.026	36.128,63	62.360,78	23.599,99	341.254,95
2.027	37.246,49	65.823,20	24.516,81	358.149,11
2.028	38.422,45	69.552,39	25.488,67	376.241,23
2.029	39.661,80	73.578,18	26.520,94	395.658,84
2.030	40.970,49	77.934,73	27.619,67	416.547,20

Sumber : Data analisis 2012

Berdasarkan hasil simulasi penggunaan luas jalan di Kota Bogor, menunjukkan penggunaan luas jalan tertinggi adalah untuk jenis kendaraan bus. Penggunaan luas ruang jalan untuk jenis mobil bus pada tahun 2000 seluas 462060,00 meter kuadrat dan meningkat menjadi 3312226,05 meter kuadrat pada tahun 2030, kemudian diikuti laju pertumbuhan penggunaan luas oleh mobil beban dimana pada tahun 2000 seluas 302473,00 meter kuadrat menjadi 1173835,84 meter kuadrat, untuk luasan penggunaan mobil penumpang pada tahun 2000 seluas 169050,00 dan pada tahun 2030 seluas 512131,12 meter kuadrat sedangkan penggunaan luasan sepeda motor awalnya lebih kecil dari luasan penggunaan mobil hanya seluas 35674,00 tetapi pada tahun 2030 menjadi seluas 624820,80 meter kuadrat.

Untuk lebih jelasnya mengenai perbandingan jumlah kendaraan dan penggunaan luas jalan seperti terlihat pada gambar dan tabel.



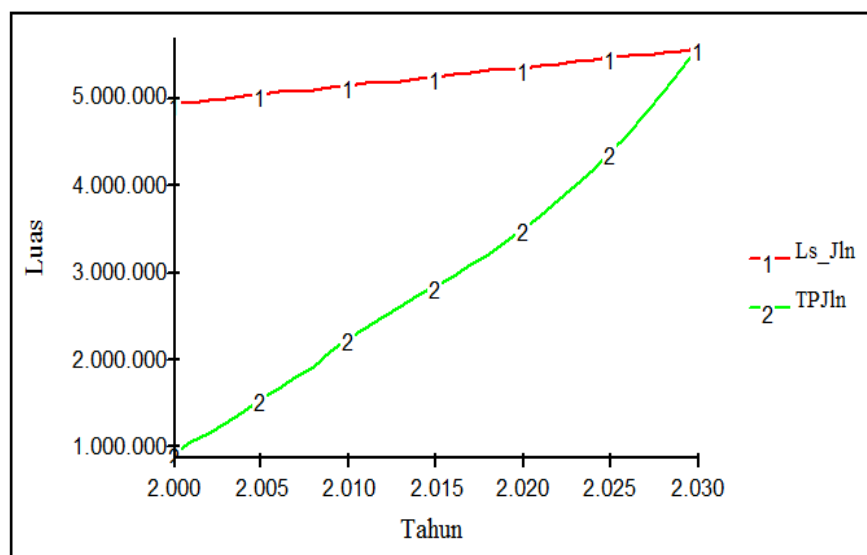
Gambar 5.45. Grafik Perkembangan Jalan MP, Jalan MBu, Jalan MBe dan Jalan SM dari Tahun 2000 – 2030 (Optimis)

Tabel 5.19. Perkembangan Jalan MP, Jalan MBu, Jalan MBe dan Jalan SM dari Tahun 2000 – 2030 (Optimis)

Tahun	JlnMP	JlnMBu	JlnMBe	JlnSM
2.000	169.050,00	462.060,00	302.472,50	35.674,50
2.001	180.160,53	532.425,15	326.715,79	43.394,68
2.002	188.472,06	587.479,99	350.104,49	55.820,71
2.003	199.872,64	643.005,56	379.223,75	75.869,07
2.004	206.008,62	697.290,34	418.515,38	102.071,89
2.005	214.335,84	784.665,83	448.966,14	135.904,41
2.006	234.899,03	846.853,79	458.329,93	161.414,62
2.007	242.979,53	930.607,37	470.154,81	189.177,84
2.008	263.483,58	976.072,19	497.300,47	216.904,69
2.009	275.603,80	1.080.837,08	531.614,14	225.219,36
2.010	285.079,92	1.171.678,90	564.109,36	246.729,76
2.011	294.848,11	1.243.720,96	588.378,07	260.256,38
2.012	304.993,35	1.320.513,15	613.796,96	274.584,37
2.013	315.540,30	1.402.455,66	640.446,96	289.776,98
2.014	323.832,99	1.468.594,96	661.579,88	301.961,95
2.015	332.400,88	1.538.319,34	683.557,00	314.744,71
2.016	341.262,46	1.611.910,51	706.437,20	328.170,12
2.017	350.437,94	1.689.680,33	730.285,08	342.287,67
2.018	359.949,39	1.771.974,77	755.171,60	357.152,06
2.019	369.821,01	1.859.178,36	781.174,90	372.823,90
2.020	380.079,31	1.951.719,52	808.381,11	389.370,45
2.021	390.753,44	2.050.076,56	836.885,39	406.866,54
2.022	401.875,45	2.154.784,75	866.793,06	425.395,57
2.023	413.480,71	2.266.444,64	898.220,90	445.050,71
2.024	425.608,26	2.385.731,63	931.298,74	465.936,33
2.025	438.301,34	2.513.407,40	966.171,13	488.169,61
2.026	451.607,88	2.650.333,23	1.002.999,50	511.882,43
2.027	465.581,19	2.797.485,91	1.041.964,47	537.223,67
2.028	480.280,63	2.955.976,48	1.083.268,68	564.361,84
2.029	495.772,53	3.127.072,75	1.127.140,10	593.488,26
2.030	512.131,12	3.312.226,05	1.173.835,84	624.820,80

Sumber : Data analisis 2012

Luasan penggunaan lahan berpengaruh terhadap tingkat kapasitas daya dukung jalan, dimana nilai kapasitas daya dukung jalan pada tahun 2000 masih mencukupi dengan perbandingan jalan (Ls_Jln) terhadap total pergerakan kendaraan ($TPJln$) masih sekitar 5,12 dalam mencukupi penggunaan jalan akibat pertumbuhan kendaraan, akan tetapi pada tahun 2030 nilai kapasitas daya dukung jalan dengan perbandingan jalan (Ls_Jln) terhadap total pergerakan kendaraan ($TPJln$) jalan sudah tidak dapat menampung jumlah kendaraan yang ada karena perbandingan jalan terhadap kendaraan sudah mencapai 0,68. Jika dilihat kondisi eksisting luasan jalan menunjukkan bahwa luasan jalan yang ada saat ini masih dapat menampung kendaraan yang ada, karena kepadatan kendaraan hanya terjadi pada jalur-jalur tertentu dan jam-jam tertentu, namun tidak demikian pada tahun 2030 berdasarkan hasil simulasi proyeksi. Luasan jalan yang diperhitungkan dalam kajian ini termasuk jalan-jalan lingkungan, sehingga luasan jalan diperkirakan masih menampung kendaraan yang ada. Untuk lebih jelasnya mengenai perbandingan perbandingan jalan (Ls_Jln) terhadap total pergerakan kendaraan ($TPJln$) jalan seperti terlihat pada gambar dan tabel.



Gambar 5.46. Grafik Perkembangan TPJln, Ls_Jln dan Kap_Jln dari Tahun 2000 – 2030 (Optimis)

Tabel 5.20. Perkembangan TPJln, Ls_Jln dan Kap_Jln dari Tahun 2000 – 2030 (Optimis)

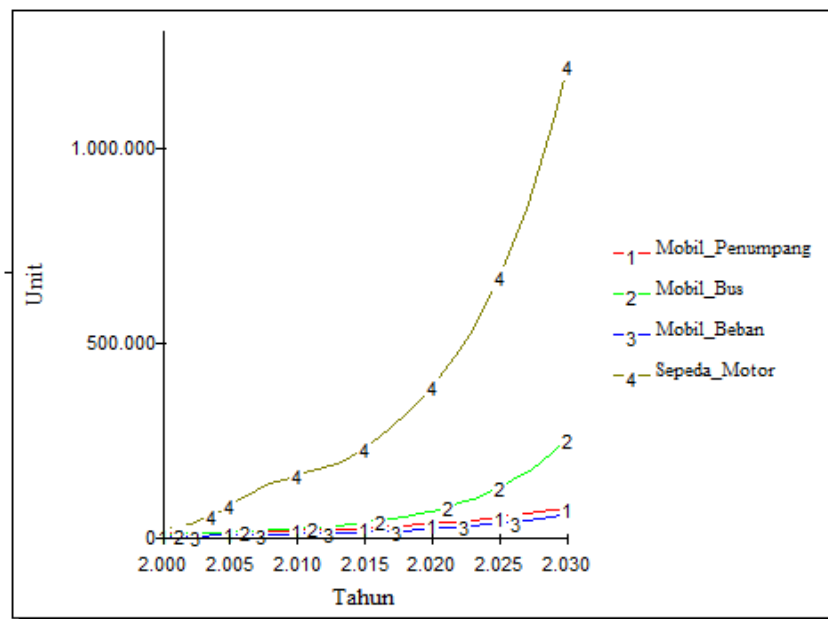
Tahun	TPJln	Ls_Jln	Kap_Jln
2.000	969.257,00	4.961.600,00	5,12
2.001	1.082.696,15	4.981.446,40	4,60
2.002	1.181.877,25	5.001.372,19	4,23
2.003	1.297.971,03	5.021.377,67	3,87
2.004	1.423.886,23	5.041.463,19	3,54
2.005	1.583.872,22	5.061.629,04	3,20
2.006	1.701.497,36	5.081.875,55	2,99
2.007	1.832.919,55	5.102.203,06	2,78
2.008	1.953.760,93	5.122.611,87	2,62
2.009	2.113.274,37	5.143.102,32	2,43
2.010	2.267.597,94	5.163.674,73	2,28
2.011	2.387.203,51	5.184.329,42	2,17
2.012	2.513.887,83	5.205.066,74	2,07
2.013	2.648.219,90	5.225.887,01	1,35
2.014	2.755.969,78	5.246.790,56	1,30
2.015	2.869.021,93	5.267.777,72	1,25
2.016	2.987.780,29	5.288.848,83	1,21
2.017	3.112.691,01	5.310.004,23	1,17
2.018	3.244.247,82	5.331.244,24	1,12
2.019	3.382.998,17	5.352.569,22	1,08
2.020	3.529.550,40	5.373.979,50	1,04
2.021	3.684.581,93	5.395.475,41	1,00
2.022	3.848.848,83	5.417.057,32	0,962
2.023	4.023.196,96	5.438.725,54	0,924
2.024	4.208.574,96	5.460.480,45	0,887
2.025	4.406.049,47	5.482.322,37	0,85
2.026	4.616.823,04	5.504.251,66	0,815
2.027	4.842.255,23	5.526.268,66	0,78
2.028	5.083.887,64	5.548.373,74	0,746
2.029	5.343.473,64	5.570.567,23	0,712
2.030	5.623.013,82	5.592.849,50	0,68

Sumber : Data analisis 2012

5.6.3. Kondisi Pesimis

Berdasarkan gambar grafik, sepeda motor menunjukkan pertumbuhan yang paling melonjak tinggi. Dimana tahun 2000 jumlah kendaraan sepeda motor sebanyak 23783 unit kendaraan dan meningkat menjadi 1214521 unit pada tahun 2030, kemudian diikuti laju pertumbuhan mobil bus dimana pada tahun 2000 sebanyak 10872 unit menjadi 256041 unit tahun 2030. Untuk jumlah kendaraan mobil penumpang tahun 2000 sebanyak 13524 unit dan tahun 2030 menjadi

sebanyak 81514 unit. Pertumbuhan terendah terjadi pada kendaraan beban, dimana pada tahun 2000 berjumlah sekitar 7117 unit dan tahun 2030 menjadi sekitar 64836 unit. Dengan skenario model penilaian persepsi ketidak optimalan transportasi menurun artinya tidak ada perbaikan untuk mengintervensi kebijakan maupun implementasi di Kota Bogor ke masa depan dengan asumsi bertambah ketidak optimalan sebesar 20 persen dari kondisi eksisting terhadap ke tiga faktor yaitu ; a) Jumlah kendaraan pribadi terhadap kendaraan umum menjadi 84 persen, b) Infrastruktur jalan menjadi 91 persen, c) Routing kendaraan umum menjadi 90 persen. Peningkatan jumlah kendaraan berpengaruh pada penggunaan luas jalan yang tersedia, perbandingan pertumbuhan kendaraan dan penggunaan luas jalan seperti terlihat pada gambar dan tabel.



Gambar 5.47. Grafik Perkembangan Jumlah Mobil Penumpang, Mobil Bus, Mobil Beban dan Sepeda Motor dari Tahun 2000 – 2030 (Pesimis)

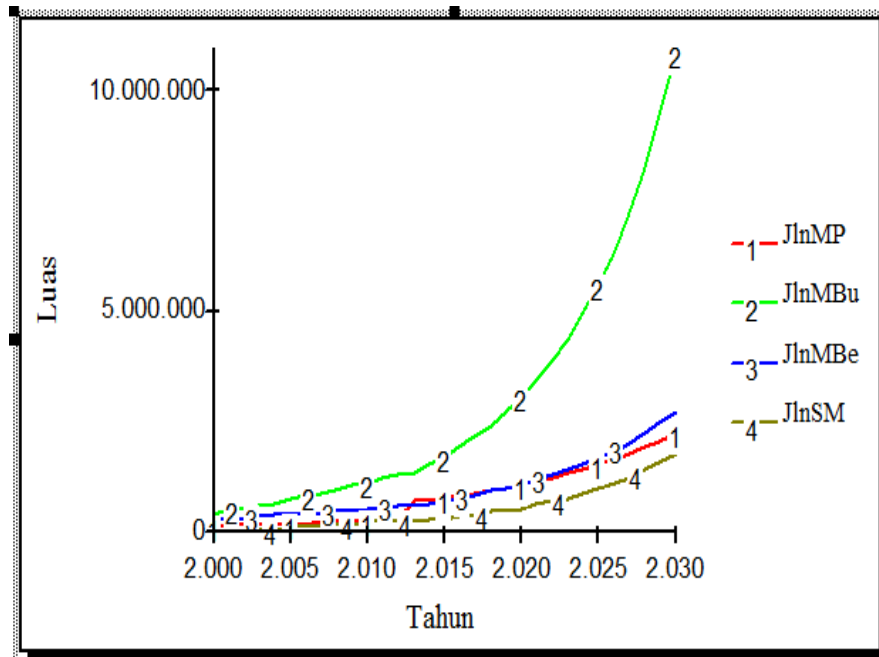
Tabel 5.21. Perkembangan Jumlah Mobil Penumpang, Mobil Bus, Mobil Beban dan Sepeda Motor dari Tahun 2000 – 2030 (Pesimis)

Tahun	Mobil Penumpang	Mobil Bus	Mobil Beban	Sepeda Motor
2.000	13.524,00	10.872,00	7.117,00	23.783,00
2.001	14.412,84	12.527,65	7.687,43	28.929,79
2.002	15.077,76	13.823,06	8.237,75	37.213,81
2.003	15.989,81	15.129,54	8.922,91	50.579,38
2.004	16.480,69	16.406,83	9.847,42	68.047,93
2.005	17.146,87	18.462,73	10.563,91	90.602,94
2.006	18.791,92	19.925,97	10.784,23	107.609,74
2.007	19.438,36	21.896,64	11.062,47	126.118,56
2.008	21.078,69	22.966,40	11.701,19	144.603,13
2.009	22.048,30	25.431,46	12.508,57	150.146,24
2.010	22.806,39	27.568,92	13.273,16	164.486,51
2.011	23.587,85	29.264,02	13.844,19	173.504,25
2.012	24.399,47	31.070,90	14.442,28	183.056,25
2.013	25.243,22	32.998,96	15.069,34	193.184,65
2.014	26.882,25	36.843,73	16.297,83	213.254,01
2.015	28.639,44	41.165,35	17.635,40	235.557,36
2.016	30.525,75	46.030,67	19.093,79	260.381,04
2.017	32.553,47	51.517,46	20.686,25	288.054,91
2.018	34.736,37	57.716,44	22.427,87	318.960,11
2.019	37.089,96	64.733,85	24.335,84	353.538,41
2.020	39.631,76	72.694,45	26.429,79	392.303,50
2.021	42.381,56	81.745,31	28.732,22	435.854,74
2.022	45.361,85	92.060,42	31.269,02	484.893,86
2.023	48.598,19	103.846,42	34.070,03	540.245,48
2.024	52.119,77	117.349,72	37.169,78	602.882,26
2.025	55.960,03	132.865,34	40.608,39	673.956,09
2.026	60.157,33	150.748,11	44.432,63	754.836,71
2.027	64.755,94	171.426,65	48.697,20	847.159,94
2.028	69.807,04	195.421,29	53.466,41	952.888,25
2.029	75.370,04	223.366,78	58.816,07	1.074.387,02
2.030	81.514,20	256.041,54	64.836,06	1.214.521,36

Sumber : Data analisis 2012

Berdasarkan hasil simulasi penggunaan luas jalan di Kota Bogor, menunjukkan penggunaan luas jalan tertinggi adalah untuk jenis kendaraan bus. Penggunaan luas jalan untuk jenis mobil Bus pada tahun 2000 seluas 462060,00 meter kuadrat dan meningkat menjadi 10881765,64 meter kuadrat pada tahun 2030, kemudian diikuti laju pertumbuhan penggunaan luas oleh mobil beban dimana pada tahun 2000 seluas 302473,50 meter kuadrat menjadi 2755532,76 meter kuadrat pada tahun 2030. Untuk luasan penggunaan mobil penumpang pada tahun 2000 seluas 169050,00 meter kuadrat dan pada tahun 2030 seluas 2292586,90 meter kuadrat sedangkan

penggunaan luasan terkecil adalah sepeda motor, dimana pada tahun 2000 seluas 35674,00 meter kuadrat dan pada tahun 2030 menjadi seluas 1821782,03 meter kuadrat. Untuk lebih jelasnya mengenai perbandingan jumlah kendaraan dan penggunaan luas jalan seperti terlihat pada gambar dan tabel.



Gambar 5.48. Grafik Perkembangan Jalan MP, Jalan MBu, Jalan MBe dan Jalan SM dari Tahun 2000 – 2030 (Pesimis)

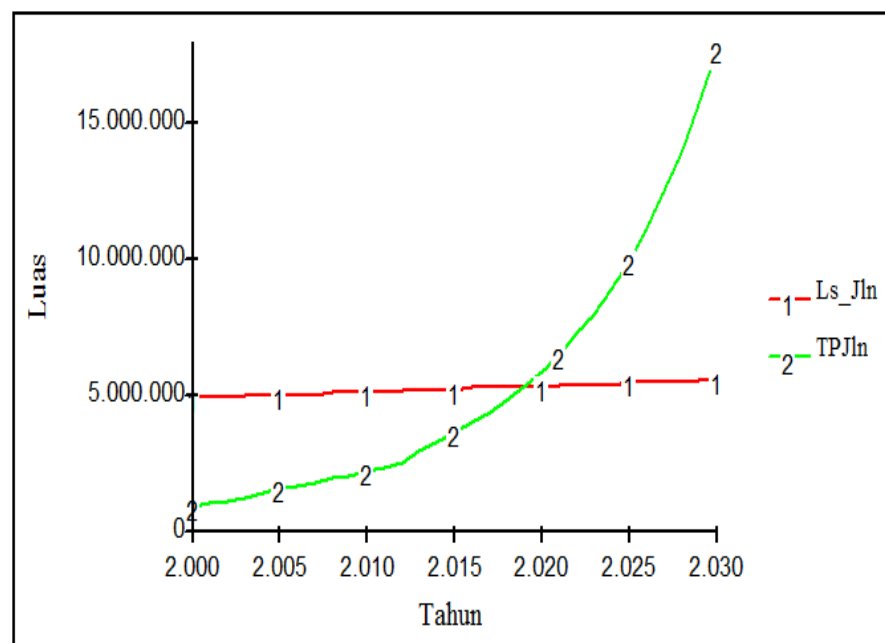
Tabel 5.22. Perkembangan Jalan MP, Jalan MBu, Jalan MBe dan Jalan SM dari Tahun 2000 – 2030 (Pesimis)

Tahun	JlnMP	JlnMBu	JlnMBe	JlnSM
2.000	169.050,00	462.060,00	302.472,50	35.674,50
2.001	180.160,53	532.425,15	326.715,79	43.394,68
2.002	188.472,06	587.479,99	350.104,49	55.820,71
2.003	199.872,64	643.005,56	379.223,75	75.869,07
2.004	206.008,62	697.290,34	418.515,38	102.071,89
2.005	214.335,84	784.665,83	448.966,14	135.904,41
2.006	234.899,03	846.853,79	458.329,93	161.414,62
2.007	242.979,53	930.607,37	470.154,81	189.177,84
2.008	263.483,58	976.072,19	497.300,47	216.904,69
2.009	275.603,80	1.080.837,08	531.614,14	225.219,36
2.010	285.079,92	1.171.678,90	564.109,36	246.729,76
2.011	294.848,11	1.243.720,96	588.378,07	260.256,38
2.012	304.993,35	1.320.513,15	613.796,96	274.584,37
2.013	709.965,68	1.402.455,66	640.446,96	289.776,98
2.014	756.063,27	1.565.858,64	692.657,70	319.881,01
2.015	805.484,22	1.749.527,51	749.504,71	353.336,04
2.016	858.536,81	1.956.303,61	811.485,89	390.571,57
2.017	915.566,29	2.189.491,94	879.165,44	432.082,37
2.018	976.960,31	2.452.948,86	953.184,36	478.440,17
2.019	1.043.155,15	2.751.188,76	1.034.273,01	530.307,61
2.020	1.114.643,15	3.089.514,18	1.123.265,91	588.455,25
2.021	1.191.981,38	3.474.175,55	1.221.119,53	653.782,11
2.022	1.275.801,92	3.912.567,67	1.328.933,51	727.340,79
2.023	1.366.824,02	4.413.472,85	1.447.976,22	810.368,22
2.024	1.465.868,65	4.987.363,04	1.579.715,63	904.323,39
2.025	1.573.875,75	5.646.777,13	1.725.856,62	1.010.934,14
2.026	1.691.925,01	6.406.794,50	1.888.386,61	1.132.255,06
2.027	1.821.260,93	7.285.632,53	2.069.631,13	1.270.739,92
2.028	1.963.322,98	8.305.404,75	2.272.322,27	1.429.332,38
2.029	2.119.782,37	9.493.088,23	2.499.683,16	1.611.580,53
2.030	2.292.586,90	10.881.765,64	2.755.532,76	1.821.782,03

Sumber : Data analisis 2012

Luasan penggunaan lahan berpengaruh terhadap tingkat kapasitas daya dukung jalan, dimana nilai kapasitas daya dukung jalan pada tahun 2000 masih mencukupi dengan perbandingan jalan (Ls_Jln) terhadap total pergerakan kendaraan (TPJln) masih sekitar 5,12 dalam mencukupi penggunaan jalan akibat pertumbuhan kendaraan, akan tetapi pada tahun 2030 nilai kapasitas daya dukung jalan dengan perbandingan perbandingan jalan (Ls_Jln) terhadap total pergerakan kendaraan (TPJln) jalan sudah tidak dapat menampung jumlah kendaraan yang ada karena perbandingan jalan terhadap kendaraan sudah mencapai 0,478. Jika dilihat kondisi eksisting luasan jalan menunjukkan bahwa luasan jalan yang ada saat ini masih dapat menampung kendaraan yang ada, karena kepadatan kendaraan hanya terjadi pada

jalur-jalur tertentu dan jam-jam tertentu, namun tidak demikian pada tahun 2030 berdasarkan hasil simulasi proyeksi. Sedangkan pada tahun 2024 kondisi perbandingan ruang luas jalan terhadap total pergerakan kendaraan tidak dapat menampung jumlah kendaraan yang ada karena perbandingan jalan terhadap kendaraan sudah dibawah 1. Luasan jalan yang diperhitungkan dalam kajian ini termasuk jalan-jalan lingkungan, sehingga luasan jalan diperkirakan masih menampung kendaraan yang ada. Untuk lebih jelasnya mengenai perbandingan perbandingan ruang jalan (Ls_Jln) terhadap total pergerakan kendaraan ($TPJln$) jalan seperti terlihat pada gambar dan tabel.



Gambar 5.49. Grafik Perkembangan TPJln, Ls_Jln dan Kap_Jln dari Tahun 2000 – 2030 (Pesimis)

Tabel 5.23. Perkembangan TPJln, Ls_Jln dan Kap_Jln dari Tahun 2000 – 2030 (Pesimis)

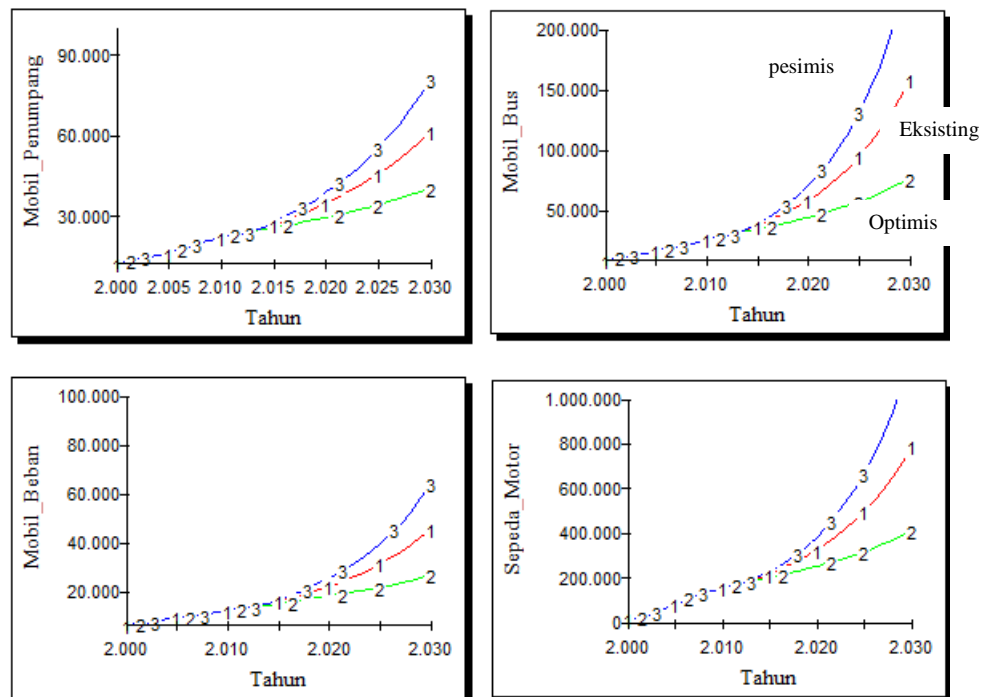
Tahun	TPJln	Ls_Jln	Kap_Jln
2.000	969.257,00	4.961.600,00	5,12
2.001	1.082.696,15	4.981.446,40	4,60
2.002	1.181.877,25	5.001.372,19	4,23
2.003	1.297.971,03	5.021.377,67	3,87
2.004	1.423.886,23	5.041.463,19	3,54
2.005	1.583.872,22	5.061.629,04	3,20
2.006	1.701.497,36	5.081.875,55	2,99
2.007	1.832.919,55	5.102.203,06	2,78
2.008	1.953.760,93	5.122.611,87	2,62
2.009	2.113.274,37	5.143.102,32	2,43
2.010	2.267.597,94	5.163.674,73	2,28
2.011	2.387.203,51	5.184.329,42	2,17
2.012	2.513.887,83	5.205.066,74	2,07
2.013	3.042.645,28	5.225.887,01	2,60
2.014	3.334.460,63	5.246.790,56	2,39
2.015	3.657.852,48	5.267.777,72	2,18
2.016	4.016.897,87	5.288.848,83	2,00
2.017	4.416.306,04	5.310.004,23	1,82
2.018	4.861.533,71	5.331.244,24	1,66
2.019	5.358.924,53	5.352.569,22	1,51
2.020	5.915.878,50	5.373.979,50	1,38
2.021	6.541.058,57	5.395.475,41	1,25
2.022	7.244.643,89	5.417.057,32	1,13
2.023	8.038.641,31	5.438.725,54	1,03
2.024	8.937.270,71	5.460.480,45	0,927
2.025	9.957.443,64	5.482.322,37	0,835
2.026	11.119.361,19	5.504.251,66	0,751
2.027	12.447.264,51	5.526.268,66	0,673
2.028	13.970.382,38	5.548.373,74	0,602
2.029	15.724.134,29	5.570.567,23	0,537
2.030	17.751.667,33	5.592.849,50	0,478

Sumber : Data analisis 2012

5.7. Perbandingan Jumlah Kendaraan Antar Skenario Kebijakan

Hasil simulasi perbandingan pertumbuhan masing-masing jumlah jenis kendaraan antar skenario kebijakan berdasarkan faktor-faktor yaitu a). jumlah kendaraan pribadi terhadap angkutan umum, b). infrastruktur jalan meliputi hambatan samping dan geometrik jalan, c). rute kendaraan angkutan umum yang tumpang tindih. Kondisi eksisting adalah menunjukkan data yang tidak dilakukan intervensi kebijakan dalam hal ini input terkontrol terkait dengan jumlah kendaraan pribadi terhadap kendaraan umum, infrastruktur jalan dan routing kendaraan umum. Sedangkan untuk kondisi optimis adalah kondisi yang diharapkan dengan melakukan pengendalian melalui intervensi kebijakan dengan input terkontrol dan kondisi yang diharapkan, dan kondisi pesimis adalah dimana kondisi input tak terkontrol dan

merupakan kondisi yang tidak dikehendaki. Untuk lebih jelasnya lihat gambar grafik berikut.



Garis 1 : Eksisting
Garis 2 : Optimis
Garis 3 : Pesimis

Sumber : Data analisis 2012

Gambar 5.50. Grafik Perbandingan Pertumbuhan Masing-Masing Jumlah Jenis Kendaraan Antar Skenario Kebijakan

5.8. Arah Kebijakan

Sebagaimana telah dijadikan sebagai premis pada tulisan sebelumnya bahwa penataan pengelolaan transportasi di Kota Bogor haruslah mengacu pada kepentingan dari para pelaku kepentingan (*stakeholders*). Dengan terakomodasinya dari isu strategis faktor-faktor yang mempengaruhi dalam melakukan perbaikan pengelolaan transportasi ke depan dapat menjadikan instrumen yang dapat ditaati oleh para pelaku kepentingan. Dari analisis prospektif telah ditetapkan kebutuhan para pelaku kepentingan terdiri dari ; a). jumlah kendaraan pribadi terhadap angkutan umum, b). infrastruktur jalan meliputi hambatan samping dan geometrik jalan, c). rute kendaraan angkutan umum yang tumpang tindih.

Untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menghasilkan output yang dikehendaki, maka diperlukan indikator sebagai ukuran kemampuan sistem pengelolaan transportasi terhadap daya dukung jalan yang mengakibatkan kemacetan pada ruang jalan. Berdasarkan skenario baik eksisting, optimis dan pesimis terdapat perbedaan kapasitas daya dukung jalan yang signifikan perbandingan kapasitas ruang jalan (Ls_{Jln}) terhadap total pergerakan kendaraan (TPJln) jalan.

Berdasarkan analisis kecenderungan pada skenario yang sudah dibangun untuk memenuhi output yang dikehendaki, maka dapat dilakukan arahan kebijakan yang dapat dirumuskan dalam pengelolaan transportasi berkelanjutan secara menyeluruh untuk mengurai kemacetan di Kota Bogor. Arahan kebijakan transportasi yang berkelanjutan dapat dirumuskan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Diperlukan sosialisasi perundang-undangan, peraturan pemerintah dan peraturan daerah baik tentang tata ruang dan transportasi yang dapat diedukasi, dipahami dan dapat implementasikan dimasyarakat,
2. Memperketat pengendalian jumlah kendaraan dengan memberlakukan pajak progresif dan melakukan pembenahan dan pengembangan transportasi angkutan umum massal yang komprehensif serta berkelanjutan,
3. Penataan dan pengaturan terhadap badan jalan seperti pedagang, pasar tumpah, parkir badan jalan serta pengembangan parkir gedung dan *park and ride*,
4. Diperlukan penataan rute *fedeer* untuk trayek angkutan kota (angkot) terhadap rute jalur utama (*trunk road*) pengembangan angkutan umum massal dengan sistem titik temu pada *shelter* dengan meminimalisasi tumpang tindih rute.

BAB VI

PENUTUP

Tujuan penelitian : Untuk mengetahui model hubungan kuantitatif dengan sistem dinamik perubahan pemanfaatan lahan terhadap transportasi Kota Bogor, serta menganalisis proyeksi perubahan pola pemanfaatan lahan yang terkait dengan perkembangan Kota Bogor seperti data jumlah penduduk, ekonomi (PDRB), panjang jalan, dan jumlah kendaraan.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis mengenai dinamika pola pemanfaatan lahan dengan perkembangan Kota Bogor seperti data jumlah penduduk, ekonomi (PDRB), panjang jalan, dan jumlah kendaraan menuju pembangunan Kota Bogor yang berkelanjutan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dari hasil analisis dinamika penduduk menunjukkan kecenderungan kenaikan pada titik optimum yaitu pada tahun 2020, kenaikan ini tidak diikuti oleh penggunaan *landcover* / tutupan pemanfaatan lahan yang terencana dengan baik. Terlihat dari gangguan lahan hutan yang mengalami degradasi luasan dari 25% menjadi 2%, kebun campuran dari luasan 42% menjadi 36%, kebutuhan terhadap permukiman meningkat dari 12% menjadi 43%, lahan terbuka menurun dari 17% menjadi 2%. Hal tersebut di atas menunjukkan adanya ancaman yang sangat serius terhadap keberlanjutan pembangunan Kota Bogor.
- 2) Pada tahun 2015 diprediksikan jumlah permukiman tidak meningkat, hal ini karena disesuaikan RTRW No.1 tahun 2001 (1999-2009) bahwa luas permukiman di Kota Bogor adalah 8.300 ha. Jika luas menurut RTRW itu dipertahankan dan luas kawasan hutan juga dipertahankan maka luas lahan terbuka akan meningkat, namun luas kebun campuran akan berkurang. Berdasarkan model ini, penataan pemanfaatan lahan perlu dilakukan sebelum tahun 2015. Jika hal ini tidak dilakukan maka resiko yang akan dihadapi adalah penurunan luas lahan terbuka dan kebun campuran.

- 3) Berdasarkan analisis dinamika *landcover* terhadap jenis-jenis kendaraan di Kota Bogor menunjukkan Jumlah mobil penumpang tahun 2009 (eksisting) sebanyak 21096 unit dan diprediksikan pada tahun 2025 bertambah sebanyak 38952 unit dengan laju pertumbuhan 3.39 %, mobil bus, mobil beban, dan sepeda motor pada tahun 2009 masing-masing berjumlah 25439, 12589, dan 150150 dengan laju pertumbuhan masing-masing sebesar 10.74 %, 6.77 % dan 3.62 %. Diprediksikan jumlah masing-masing kendaraan tersebut pada tahun 2025 sebesar 71167 (laju pertumbuhan 5.38%), 25905 (laju pertumbuhan 3.96%) dan 383516 (laju pertumbuhan 3.95%). Peningkatan kendaraan merupakan dampak dari perkembangan jumlah penduduk dan fungsi jalan. Meskipun penduduk meningkat terus pada batas tertentu kendaraan tidak bisa menambah karena panjang jalan yang terbatas.
- 4) Berdasarkan hasil simulasi dengan model dinamik jumlah masing-masing kendaraan mengalami peningkatan yang signifikan terhadap laju pertumbuhan dimana pada tahun 2026 mengalami daya dukung kapasitas jalan tidak menampung luas ruang kendaraan dengan nilai dibawah 1, hal ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah kendaraan secara tidak langsung berpengaruh terhadap kapasitas daya dukung penggunaan luas jalan.
- 5) Berdasarkan model skenario kebijakan persepsi yang sudah dibangun dari hasil analisis prospektif pemangku kepentingan yang sudah ditetapkan pada input terkontrol terdapat tiga faktor sebagai variabel yaitu ; a). jumlah kendaraan pribadi terhadap angkutan umum, b). infrastruktur jalan meliputi gangguan di jalan dan geometrik jalan, c). rute kendaraan angkutan umum yang tumpang tindih. Dengan didukung perkiraan responden mengenai kondisi faktor-faktor tersebut untuk kondisi masa datang atas nilai indeks rata-rata, bahwa analisis skenario kecenderungan untuk kondisi eksisting, optimis dan pesimis terdapat perbedaan yang signifikan terhadap berpengaruh kapasitas daya dukung penggunaan luas jalan dengan peningkatan jumlah kendaraan.
- 6) Peningkatan laju pertumbuhan penduduk Kota Bogor dan pertumbuhan ekonomi berpengaruh besar terhadap perubahan serta ketersediaan luasan lahan di Kota Bogor. Disamping itu pertumbuhan ekonomi juga akan

berdampak pada daya beli masyarakat dan daya beli yang tinggi masyarakat berpengaruh terhadap peningkatan jumlah kepemilikan kendaraan di Kota Bogor. Dengan tingginya jumlah kepemilikan kendaraan terhadap penambahan atau peningkatan infrastruktur jalan yang tidak sebanding belum bisa memberikan solusi pada pemecahan kemacetan transportasi pada ruas jalan di Kota Bogor.

6.2 Saran

Berikut beberapa saran yang dapat dikemukakan berdasarkan hasil analisis untuk menuju pembangunan Kota Bogor yang berkelanjutan, sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan hasil kajian penelitian ini bahwa proyeksi ke masa depan kecenderungan perbandingan kapasitas ruang jalan terhadap jumlah total pergerakan kendaraan di Kota Bogor suatu saat akan mengalami stagnan. Oleh karena itu diperlukan penanganan kebijakan transportasi berkelanjutan yang komprehensif baik penegakan regulasi seperti undang-undang, peraturan pemerintah dan peraturan daerah dalam pengendalian jumlah pertumbuhan penduduk, kepemilikan jumlah kendaraan seperti pajak progresif kendaraan pribadi, penyediaan angkutan umum massal bersistem, parkir gedung, penataan kesesuaian peruntukan lahan, serta penataan pedagang.
- 2) Harus ada kemauan dari pemerintah daerah untuk mengendalikan perubahan fungsi lahan dengan mempertahankan ruang terbuka hijau serta kebijakan permukiman massal dengan konsep pembangunan vertikal yang dapat terkonsentrasinya pergerakan orang dengan penyediaan fasilitas angkutan umum massal, selain itu dapat mengurangi atau mempertahankan tutupan pemanfaatan lahan (*landcover*) yang ada di Kota Bogor.
- 3) Kajian ini belum sebaik yang diharapkan namun dapat lebih komprehensif bila analisis menambahkan subsistem dinamik dari rekayasa lalu lintasnya, sehingga akan lebih realistis terhadap asumsi total pergerakan lalu lintas di jalan terhadap kondisi ruang jalannya selain itu faktor input terkontrol dapat lebih detail, hal ini menarik dilanjutkan pada penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, R. 2006. *Pembangunan Pedesaan dan Perkotaan*, Penerbit Graha Ilmu
- Anonim. 2008. *Pengertian, Ciri dan Persebaran Lahan Potensial dan Lahan Kritis*<http://www.Dukasi.net/Mel/mo.full.php/moid=frame=geo 107.03.htm>.
- Arwan. B.M.I. 1977. *Menelaah Perubahan Struktur Penggunaan Lahan*.
- Barus, B dan U.S. Wiradisastra. 1997. *Sistem Informasi Geografi. Sarana Manajemen Sumberdaya. Laboratorium Penginderaan Jauh dan Kartografi*, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Badan Pusat Statistik Kota Bogor. 2008. *Bogor Dalam Angka*.
- Budihardjo. Eko, Sujarto Djoko. 1998. *Kota Berkelanjutan*. Penerbit PT Alumni, Bandung.
- Catanase, Anthony.J, James C.Snyder. 1992. *Perencanaan Kota*, Edisi Ke Dua. Penerbit Erlangga
- Dardak, H. 2006. *Peran Penataan Ruang dalam Mewujudkan Kota Berkelanjutan* Direktur Jendral Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum.
- Dinas Perhubungan Kota Bogor. 2006. *Penyusunan Rencana Umum Jaringan Transportasi Jalan Kota (RUJTJK) Kota Bogor Tahun Anggaran 2006*.
- Dinas Permukiman Kota Bogor, 2004. *Mengidentifikasi Kawasan Permukiman Kumuh Tersebar di 6 Kecamatan Kota Bogor*.
- Djojomartono. 2000. *Dasar-Dasar Analisis Sistem Dinamik*.
- Harun, U.R. 2004. *Kepadatan Penduduk, Pedagang Kaki Lima, dan Pemukiman Kumuh*. Tim LES Kota Bogor.
- Hendratno.ET.2009. *Masalah Transportasi Kota Dilihat Dengan Pendekatan Hukum, Sosial, Dan Budaya*. Mimbar Hukum Volume 21, Nomor 3, Oktober 2009.
- Khisty, C.Jotin, B. Kent Lall. 2003. *Transportation Engineering An Introduction*, Third Edition, Published by Pearson Education, Inc, Publishing as Prentice Hall.
- Kodoatie J. Robert. 2003. *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur*. Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor; 640/KPTS/1986 Tentang *Perencanaan Tata Ruang Kota*.

- Kuswara. 2003. *Dampak Perubahan Peruntukan Lahan Terhadap Kondisi Lingkungan*. Puslitbang Pemukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.
- Nas, J.M. Peter. 2007. *Kota-Kota Indonesia*. Gadjah Mada Unersiversity Press.
- Nasution, M.Nur. 2004. *Manajemen Transportasi Edisi Ke Dua* Penerbit Ghalia Indonesia.
- Nazir, M. 1983. *Metode Penelitian*. Ghalia. Indonesia.
- Nurisjah. 2005. *Penilaian Masyarakat Terhadap Ruang Terbuka Hijau (RTH) Wilayah Perkotaan Kasus Kotamadya Bogor*.
- Miller, J. R. 1988. *Living in The Environment* Fine Edition Wodswarth Publishing Company, Belmont, California.
- Muhammadi, Erman Aminullah, Budhi Soesilo. 2001. *Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. Penerbit UMJ Press. Jakarta
- Peraturan Pemerintah No 25 Tahun 2000 Tentang *Kewenangan Penetapan Tata Ruang Wilayah RTRN, RTRWP, RTRW Kabupaten/Kota*.
- Peraturan Daerah Nomor 7 Tahun 2006 Tentang *Bangunan Gedung*.
- Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2007 Tentang *Petunjuk Pelaksanaan Penertiban Gedung dan Bangunan*.
- Peraturan Daerah Nomor 1 Tahun 2001 Tentang *Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bogor*.
- Rahmani, U. 2000. *Analisis Perkembangan Transportasi dan Sistem Interaksi Spasial di Kota Jakarta*.
- Rustiadi, E. 1996. *Dinamika Sosial Ekonomi dan Pemanfaatan Ruang Jabodetabek*, Makalah Disampaikan Pada Seminar Terbatas “Penataan Ruang, Pemanfaatan Ruang dan Masalah Lingkungan Tanggal 29 Januari 2004. Bogor.
- Rustiadi, E. Saefulhakim, S dan Panuju, D. R. 2007. *Perencanaan dan Pengembangan Wilayah*. Edisi 2007. IPB.
- Schecker, H. 1994. *System Dynamics in High School Physics*. Institute of Physics Education, University of Bremen, Germany
- Sterman, D. 2000. *Business Dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw Hill
- Stover, Vergil G, Frank J. Koepke. 1988. *Transportation and Land Development*. by Prentice Hall. Englewood Cliffs New Jersey 07632

- Stem, R. R White and J Whitney. 1992. *Sustainable Cities*. Boulders Wetview Press.
- Santoso. S. 2000. *Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik*. Penerbit PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Sunardi, 2004. *Reformasi Perencanaan Tata Ruang Kota*. Makalah disampaikan pada Workshop dan temu Alumni Magister Perencanaan Kota dan Daerah UGM tanggal 9 – 11 September 2004.
- Supranto. J. 2004. *Proposal Penelitian Dengan Contoh*. Penerbit UI-Press. Jakarta.
- Suryadi, Y. 2008. *Dinamika Pola Pemanfaatan Lahan Dan Pengendalian Menuju Pembangunan Kota Bogor Yang Berkelanjutan*. IPB
- Undang-Undang No. 26 Tahun 2007. *Tentang Tata Ruang*.
- Wirabhuarda, A., 2008. *Penerapan Model Simulasi Sistem Dinamis Pada Analisis Biaya Total Non Produksi Sebagai Pengaruh Dari Kebijakan Sektor Produksi dan Sumberdaya Manusia*, saintek.uin-suka.ac.id/file_ilmiah/Sistem%20Dinamis.pdf
- Yunus, 2005. *Manajemen Kota Perspektif Spasial*. Penerbit Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Wahana Komputer, 2005. *Pengembangan Analisis Multivariate SPSS 12*. Penerbit Salemba Infotek . Jakarta.
- Warpani, Suwardjoko. 1984. *Analisis Kota dan Daerah*. Cetakan ke 2 Penerbit ITB, Bandung.