

Analisis Potensi Permintaan LRT Bandara Soekarno-Hatta – Kemayoran Pada Sektor Transportasi Jabodetabek dengan Pendekatan Sistem Dinamis

Abdullah Ade Suryobuwono¹, Ellenlies², Raka Putra Mahersa³

^{1,2,3} Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia

Email: ²ellen.lies@yahoo.co.id

Abstrak. Jurnal ini membahas tentang analisis potensi *demand* untuk mengetahui seberapa besar minat dan preferensi masyarakat terhadap suatu pembangunan transportasi publik. Jabodetabek merupakan daerah yang memiliki kegiatan transportasi tersibuk dan tentu saja tidak terhindar dari kemacetan. Maka dari itu dibutuhkan moda transportasi publik yang cocok untuk daerah perkotaan salah satunya adalah Lintas Rel Terpadu atau LRT. Penggunaan teori sistem dinamis sebagai basis untuk mengetahui seberapa besar demand masyarakat. Moda transportasi yang dianalisis yaitu LRT khususnya pada rute Soekarno-Hatta - Kemayoran. Hasil dari penelitian ini menunjukkan demand masyarakat sangat tinggi terhadap LRT Bandara Soekarno-Hatta – Kemayoran.

Kata kunci: Potensi *Demand*, Sistem Dinamis, Transportasi Perkotaan, LRT

Abstract. *This thesis discusses the analysis of potential demand to find out how much people's interest and preference for a transportation development. Jabodetabek is an area that has the busiest transportation activities and of course it is not free from traffic jams. Therefore, a suitable public transportation mode for urban areas is needed, one of which is LRT. The use of dynamic system theory as a basis to find out how much demand people. The transportation mode analyzed is LRT, especially on the Soekarno-Hatta - Kemayoran route. The results of this study indicate that demand is publicvery high for the LRT Soekarno-Hatta Airport - Kemayoran.*

Keywords: *Potential Demand, Dynamic System, Urban Transportation, LRT*

1. PENDAHULUAN

Hubungan antara kota-kota Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi atau yang dikenal sebagai Jabodetabek telah membentuk suatu sistem transportasi perkotaan yang saling terkait (Susantono et al., 2011) dan tentu saja tidak lepas dari masalah transportasi, salah satunya yaitu kemacetan. Kemacetan di wilayah Jabodetabek merupakan hal yang tidak dapat dihindari. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya populasi manusia dan urbanisasi. Banyak kerugian yang dialami akibat kemacetan ini. Dinas Perhubungan DKI Jakarta mencatat, pada tahun 2010 kerugian mencapai Rp. 45,2 trilyun per tahun akibat dari kemacetan lalu lintas di DKI Jakarta (Suyuti, 2012). Berkaca dari hal tersebut, bisa dipastikan bahwa kemacetan di wilayah Jabodetabek sudah menjadi hal yang tidak dapat dihindari (Fitriyani et al., 2019).

Pertumbuhan populasi juga dibarengi dengan bertumbuhnya jumlah kendaraan bermotor di Jabodetabek khususnya daerah DKI Jakarta. Dari data yang tercatat di BPS pada tahun 2014, jumlah kendaraan bermotor di DKI Jakarta sebanyak 16.350.381, sementara pada tahun 2015 sebanyak 17.458.758 yang artinya mengalami pertumbuhan sebesar 6,4% pada jumlah kendaraan bermotor. Hal tersebut sangat tidak

sebanding dengan pertumbuhan jalan di Jakarta yang hanya sebesar 0,01% (Limantara et al., 2017). Maka dari itu, sangat terlihat jelas jika kepemilikan kendaraan bermotor di Jakarta tidak terkendali.

Masyarakat wilayah Jabodetabek juga lebih mengandalkan kendaraan pribadi seperti motor dan mobil dibandingkan dengan angkutan umum. Hal tersebut didukung dengan semakin banyaknya populasi dan kemudahan untuk memiliki motor atau mobil. Hanya bermodalkan uang beberapa ratus ribu dan dengan sistem kredit, masyarakat sudah bisa memiliki kendaraan pribadi. Berdasarkan alasan tersebut, masyarakat bisa menilai kendaraan pribadi masih unggul dari sisi kenyamanan, kecepatan dan ekonomis dibandingkan dengan angkutan transportasi umum Jabodetabek.

Rendahnya minat masyarakat wilayah Jabodetabek untuk beralih menggunakan angkutan umum masih terlihat jelas (Olfebri et al., 2021). Dari 2.907.930 pekerja komuter Jabodetabek, sebanyak 1.731.314 (59,54%) pekerja mengendarai sepeda motor untuk sampai ke tempat kerja dan hanya 443.492 (15,25%) yang menggunakan angkutan transportasi umum (Setyodhono, 2017). Faktor-faktor seperti kenyamanan, keamanan, waktu tempuh, biaya transportasi, dan penghasilan bisa mempengaruhi minat masyarakat untuk

menentukan mereka memilih moda transportasi untuk tujuan perjalanannya (Ariyani et al., 2020; Marina et al., 2023). Jika melihat kondisi angkutan transportasi umum yang ada sekarang, wajar jika masyarakat masih mengandalkan kendaraan pribadi dan belum bisa beralih menggunakan angkutan transportasi umum.

Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek (BPTJ) dan Kementerian Perhubungan tentu saja sudah merancang banyak solusi untuk masalah lalu lintas yang ada di wilayah Jabodetabek (Maulidinda, A et al., 2020). Salah satunya memperbanyak dan memperbaiki sistem jaringan transportasi massal non-jalan seperti membangun *Light Rail Transit* (LRT) Bandara Soekarno Hatta-Kemayoran. Dengan harapan masyarakat dapat beralih dari kendaraan pribadi ke transportasi umum, sehingga kemacetan di Jabodetabek dapat berkurang (Suryobuwono et al., 2021).

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis membuat rancangan model analisis permintaan untuk pembangunan LRT Bandara Soekarno-Hatta - Kemayoran. Dengan harapan dapat memproyeksikan potensi permintaan LRT Bandara Soekarno-Hatta - Kemayoran dengan menggunakan metode sistem dinamis dengan *causal loop*.

2. LANDASAN TEORI

Definisi Simulasi

Secara kontekstual menurut New Oxford American Dictionary (2010), simulasi secara literal dapat berarti sebagai cara untuk mereproduksi kondisi dari suatu situasi, melalui penggunaan alat peraga atau model, untuk keperluan latihan, penelitian, atau percobaan. Penelitian ini memiliki pembahasan, definisi simulasi, ditekankan dalam penggunaannya untuk membantu metode sistem dinamis.

Dalam pembahasan ini simulasi dapat diartikan sebagai tiruan dari sistem dinamis dengan menggunakan model komputer untuk melakukan perbaikan (*improvement*) dan mengevaluasi terhadap kinerja sistem. Schriber (1987) dalam jurnal Limanto (LIMANTO, 2018) mengatakan, simulasi merupakan suatu aktivitas memodelkan suatu sistem atau proses sedemikian rupa sehingga model yang dibuat mempunyai respon yang hampir sama dengan keadaan aktual terhadap kejadian-kejadian yang terjadi seiring berjalannya waktu, perilaku ini yang sering disebut dengan melihat perilaku sistem terhadap waktu (*Behavior over time*) sehingga lebih mudah mempelajari perilaku sistem secara menyeluruh.

Secara umum simulasi dikendalikan dan dibuat dengan menggunakan perangkat lunak untuk membantu komputasi dan proses yang terjadi dalam model, dikarenakan sifat model simulasi sistem dinamis yang merupakan aplikasi dari perhitungan matematis yang kompleks sehingga dibutuhkan kemampuan komputasi komputer dan perangkat lunak untuk mampu memberikan hasil yang diinginkan.

Simulasi kemudian dibuat memiliki sebuah tampilan grafis yang membantu user atau pembuat kebijakan untuk melakukan intervensi terhadap model simulasi, selama simulasi berjalan, pembuat kebijakan dapat secara interaktif mengatur kecepatan simulasi dan bahkan melakukan perubahan terhadap nilai parameter model untuk melakukan analisis bagaimana jika (*what-if analysis*). Simulasi memiliki teknologi yang memungkinkan kemampuan untuk melakukan optimasi terhadap suatu model tertentu sehingga dapat dihasilkan kondisi yang diinginkan. Tetapi, optimasi ini tidak terjadi hanya karena simulasi itu sendiri, melainkan karena adanya skenario-skenario yang memenuhi kendala-kendala yang ada sehingga model dapat dijalankan secara otomatis dan dianalisa dengan menggunakan algoritma agar dapat mencapai tujuan secara khusus.

Tujuan Simulasi

Simulasi bisa memberikan suatu alternative baru untuk menguji kondisi yang diatur sehingga dampak dari kondisi tersebut dapat terlihat sebelum diterapkan ke dalam dunia nyata, hal ini juga memberikan suatu pemahaman apakah sebuah keputusan yang sudah dibuat merupakan keputusan yang tepat berdasarkan parameter tertentu yang diinginkan (Ricardianto et al., 2022). Simulasi akan menghindarkan dari metode tradisional yang memakan waktu, menghabiskan banyak sumber daya, dan mahal. Dengan fokus pada kondisi yang ada saat ini, metode pengambilan keputusan dengan cara trial-and-error sudah dianggap tidak sesuai lagi.

Simulasi memiliki kelebihan yang terletak pada kemampuan menyediakan suatu metode analisis yang tidak hanya prediktif dan formal, tetapi juga secara akurat mampu mengevaluasi kinerja dari suatu sistem, bahkan sistem yang paling rumit sekalipun. Dengan keadaan pasar yang saat ini menuntut persaingan - *getting it right the first time*, pentingnya simulasi menjadi semakin jelas agar tidak terjadi kekeliruan pada saat permulaan.

Dengan penggunaan komputer dalam memodelkan suatu sistem sebelum sistem itu dibuat atau untuk melakukan uji operasi sebelum sistem itu benar-benar diterapkan, kelalaian yang sering kali dijumpai ketika sebuah sistem yang baru dimulai atau ketika memodifikasi sistem yang lama bisa dihindari. Perbaikan yang pada umumnya dengan metode tradisional dapat memakan waktu berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun dapat dicapai dengan hanya hitungan hari bahkan jam. Hal ini sangat memungkinkan karena simulasi berjalan dalam waktu yang dikompresi (*compressed time*) yang awalnya membutuhkan waktu mingguan dari suatu sistem ternyata bisa disimulasikan hanya dalam beberapa menit bahkan hanya dalam hitungan detik.

Simulasi memiliki karakteristik yang mengakibatkan simulasi dianggap sebagai tool yang efektif untuk pengambilan keputusan dan perencanaan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Kemampuan memahami ketergantungan di dalam sistem. (interdependencies).
2. Kemampuan menelaah variasi di dalam sistem.
3. Kemampuan untuk memodelkan sistem apapun.
4. Kemampuan membuktikan perilaku terhadap waktu.
5. Memakan waktu dan biaya yang lebih rendah serta memanfaatkan sumber daya yang lebih efisien dibandingkan dengan metode tradisional yang melakukan eksperimen secara langsung pada sistem aktual.
6. Kemampuan memberikan informasi pada pengukuran kinerja yang berbeda-beda.
7. Kemampuan visual yang memancing dan menarik rasa ingin tahu dari orang-orang.
8. Kemampuan memberikan hasil yang mudah dikomunikasikan dan mudah dimengerti.
9. Kemampuan untuk bisa mengompresikan waktu.
10. Mewajibkan perhatian untuk diberikan pada detail perancangan.

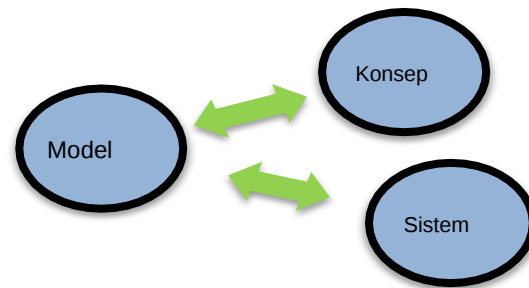
Karena simulasi dapat menggambarkan adanya saling variasi dan ketergantungan (interdependencies), simulasi dapat menyajikan pandangan yang mendalam tentang dinamika yang rumit dari sebuah sistem yang tidak bisa didapat dengan menggunakan teknik analisis lainnya.

Simulasi menyajikan kebebasan kepada perencana sistem untuk mencoba bermacam-macam ide yang berbeda untuk perbaikan dengan resiko yang nihil, yakni tidak menimbulkan gangguan terhadap sistem aktual yang ada, tidak memakan biaya, dan tidak memakan waktu. Tidak hanya itu saja, simulasi juga mampu memberikan hasil secara kuantitatif dan visual dengan statistik kinerja yang tertulis secara otomatis dengan menggunakan bermacam-macam matrik pengukuran. Simulasi bisa diselesaikan dengan informasi yang tidak akurat, akan tetapi simulasi tidak dapat dijalankan dengan data yang tidak lengkap.

Penggunaan Simulasi

Dalam setiap proses perancangan sistem atau perbaikan proses yang besar, simulasi hampir selalu dilakukan sebagai bagian dari proses tersebut. Berbagai pilihan alternatif solusi akan didapatkan lalu setelah itu dievaluasi, kemudian akan dipilih solusi yang terbaik dan langsung diimplementasikan ke dalam keadaan nyata.

Pada dasarnya simulasi adalah suatu alat yang dipakai untuk melaksanakan percobaan di mana model komputer dari sistem yang sudah ada atau sistem yang baru dibuat dengan tujuan untuk melaksanakan eksperimen. Model atau simulasi ini berfungsi sebagai pengganti dari sistem yang sebenarnya. Hasil yang didapatkan dari melakukan eksperimen pada model tersebut bisa diimplementasikan ke dalam sistem yang sebenarnya.



Gambar 1: Simulasi Memberikan Cara Virtual dalam Melakukan Eksperimen terhadap Sistem (Bowden, et. al., 2000, hal. 9)

Melaksanakan simulasi merupakan suatu proses perancangan model dari sistem yang nyata dan melakukan percobaan dengan model ini. Melakukan percobaan pada model akan mengurangi kerusakan, waktu, dan biaya apabila dibandingkan dengan percobaan yang dilaksanakan pada sistem yang sebenarnya atau nyata. Berdasarkan hal tersebut, maka simulasi bisa dinyatakan sebagai virtual prototyping tool untuk mendemonstrasikan bukti dari konsep yang aktual.

Sistem

Secara umum sistem bisa diartikan sebagai interaksi keseluruhan antar unsur dari suatu objek dalam batas lingkungan tertentu yang bekerja guna memenuhi tujuan tertentu. Terdapat beberapa contoh sistem antara lain sistem jasa, perbintangan, sistem ekosistem, sistem IaIuIintas, sistem politik, sistem ekonomi, dan sistem manufaktur.

Sebuah sistem setidaknya mengandung elemen-elemen sebagai berikut:

- a) Bagian-bagian atau komponen-komponen pembuat suatu system.
- b) Interaksi antar bagian-bagian
- c) Tujuan bersama berdasarkan interaksi-interaksi antar bagian-bagian.
- d) Lingkungan atau batasan sistem (system boundary)

Hasil keluaran (output) sistem memiliki pengaruh terhadap kondisi sistem, maka sistem bisa dikategorikan menjadi:

1. Sistem terbuka
Sistem terbuka merupakan suatu sistem ketika output merupakan hasil dari input, meskipun demikian output merupakan bagian yang terpisah dan tidak mempunyai pengaruh apapun terhadap input awal. Karena sistem ini tidak bereaksi ataupun memeriksa dengan kinerjanya sendiri sehingga tidak mempunyai kendali terhadap perilakunya di masa mendatang.
2. Sistem tertutup
Sistem tertutup biasa disebut dengan feedback sistem, yang artinya merupakan sistem yang mempunyai struktur loop

yang tertutup dan melibatkan hasil dari tindakan di masa lalu (output sebelumnya) kembali untuk mempengaruhi tindakan (input saat ini) di masa depan. Suatu loop umpan balik harus memiliki dua faktor penting untuk melakukan operasinya yaitu perbedaan antara hasil yang diinginkan dengan hasil aktual, serta kebijakan atau aturan yang menetapkan aksi yang akan dilaksanakan kepada sebuah nilai perbedaan.

Sistem Dinamis

Penyusunan dan pembangunan sistem dinamis dilakukan pada akhir tahun 1950-an dan awal tahun 1960-an di Massachusetts Institute of Technology oleh Jay Forrester. Pada saat itu, kemunculan sistem dinamis secara luas dianggap sebagai alat publikasi buku pionir Forrester, *Industrial Dynamics* pada tahun 1961.

Sistem dinamis merupakan metode untuk memperkuat proses belajar dalam sistem yang rumit, dan sebagian, merupakan suatu metode untuk membentuk sebuah management flight simulator, model simulasi komputer, untuk membantu dalam mempelajari kompleksitas dinamis, mengerti sumber resistensi kebijakan, dan membuat kebijakan yang lebih efektif (Wiyono, 2012) (Stermann, 2000, hal. 4). Perilaku atau dinamika sistem diartikan oleh strukturnya dan interaksi antar bagian-bagiannya (Ferdiansyah et al., 2018).

Dalam kesempatan lain, Forrester (1991, hal. 5) pada tulisannya yang berjudul *System Dynamics and 35 Years of Experience* juga mengatakan sisi lain pengertian system dynamics: System dynamics combines the theory, methods, and philosophy needed to analyze the behavior of systems in not only management, but also in environmental change, politics, economic behavior, medicine, engineering, and other fields.

Keadaan itu searah dengan berbagai kejadian yang dialami oleh sang pembuat konsep selama hidupnya sebelum menciptakan konsep ini. Forrester (1989) mengatakan dalam suatu percakapan jamuan makan pada pertemuan internasional System Dynamics Society bahwa bidang keilmuan ini seolah sudah terwujud semenjak kecil. Karena saat ia kecil sering menghabiskan waktu di peternakan, pemikiran-pemikiran ekonomi seperti permintaan dan penawaran, perubahan biaya dan harga, serta tekanan perekonomian dunia pertanian menjadi pengalaman yang merasuk dalam jiwanya (Widyatmoko, 2004). Singkatnya, berbagai pengalaman yang diperolehnya dengan melakukan banyak proyek di berbagai bidang, dari teknologi rendah hingga teknologi tinggi mendorongnya untuk menggabungkan kedua konsep tersebut, yaitu kompleksitas dan dinamika sistem dengan komputer (Pamudi, 2018).

Terdapat empat konsep dasar dalam sistem dinamis yang menopang struktur dan perilaku sistem yang kompleks. Konsep tersebut adalah (Stermann, 2000):

1. Ruang lingkup yang tertutup

Tertutup yang dimaksudkan di sini bukan berarti tidak ada interaksi dengan variabel dari luar sistem. Yang dimaksud

tertutup adalah variabel penting yang menciptakan interaksi sebab-akibat berada di dalam sistem dan variabel yang tidak begitu penting berada di luar.

2. Loop umpan balik sebagai komponen dasar sistem

Perilaku dari sistem dipengaruhi oleh struktur dari loop umpan balik yang ada dalam sistem yang tertutup (Rachel, 2020). Sehingga struktur umpan balik inilah yang mempengaruhi setiap perubahan yang terjadi pada sistem sepanjang waktu.

3. Level dan rate (tingkat)

Sebuah sistem dinamis pasti memiliki dua jenis variabel dasar yaitu level dan rate. Level, seperti halnya stok, merupakan akumulasi elemen sepanjang waktu, contohnya seperti jumlah pegawai atau jumlah inventori di gudang. Sedangkan rate merupakan variabel yang mempengaruhi perubahan nilai dari level (Akhmad Mahbubi, 2015).

Kondisi

Suatu sistem yang dinamis akan memperlihatkan adanya kondisi yang menjadi tujuan sistem dan kondisi yang saat ini terjadi. Oleh karena ada kemungkinan kondisi yang ingin dicapai belum terjadi maka terjadi perbedaan yang mendasari perubahan dalam sistem.

Setiap gejala, baik fisik maupun non-fisik, bagaimanapun kerumitannya, dapat disederhanakan menjadi struktur dasar yaitu mekanisme dari masukan, proses, keluaran, dan umpan balik. Mekanisme kerja berkelanjutan yang menunjukkan adanya perubahan menurut waktu bersifat dinamis. Perubahan tersebut menghasilkan kinerja sistem yang dapat diamati perilakunya.

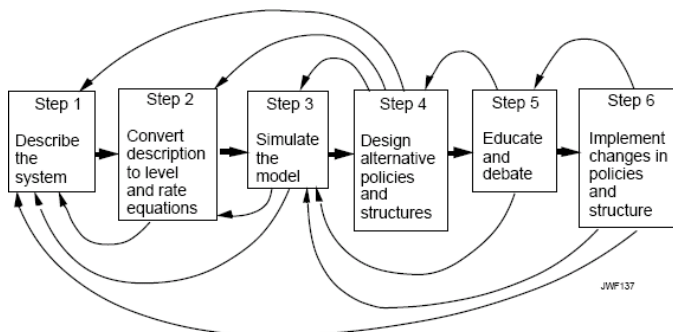
Mekanisme berkelanjutan dari masukan, proses, keluaran dan umpan balik tersebut dalam dunia nyata tidak bebas atau tidak tumbuh tanpa batas, tetapi tumbuh dengan pengendalian. Kendali yang membatasi tersebut dapat bersumber dari dalam maupun dari luar sistem. Kendali dari dalam sistem menyangkut kerusakan sistem, sedangkan kendali dari luar sistem menyangkut intervensi dan hambatan lingkungan.

3. METODE PENELITIAN

Tujuan model sistem dinamik adalah untuk mempelajari, mengenal, dan memahami struktur, kebijakan, dan delay suatu keputusan yang mempengaruhi perilaku sistem itu sendiri. Dalam kerangka berpikir sistem dinamik, permasalahan dalam suatu sistem dilihat tidak disebabkan oleh pengaruh luar (*exogenous explanation*) namun dianggap disebabkan oleh struktur internal sistem (*endogenous explanation*) (Faradibah & Suryani, 2019). Fokus utama dari metodologi sistem dinamik adalah memperoleh pemahaman atas suatu sistem, sehingga

langkah-langkah pemecahan masalah memberikan umpan balik pada pemahaman sistem (Kurniawan, 2018).

Pada Gambar 2 ditunjukkan rangkaian proses dalam sistem dinamik yang dijelaskan oleh Jay Forrester:



Gambar 2: Proses Sistem Dinamik (Forrester, 1994, hal.4)

Langkah pertama merupakan investigasi yang termotivasi oleh perilaku sistem yang tidak diinginkan yang ingin dimengerti dan diperbaiki. Langkah awal adalah mengerti, tetapi tujuan akhirnya adalah perbaikan. Pertama-tama adalah mendeskripsikan sistem yang relevan kemudian menghasilkan suatu hipotesis bagaimana sistem tersebut menghasilkan perilaku.

Langkah kedua adalah memulai memformulasikan suatu model simulasi. Deskripsi sistem dari langkah pertama diubah menjadi persamaan level dan rate dari suatu model sistem dinamik. Penulisan persamaan bisa memperlihatkan adanya gap dan ketidakonsistenan yang harus di perbaiki di tahap sebelumnya (tahap deskripsi).

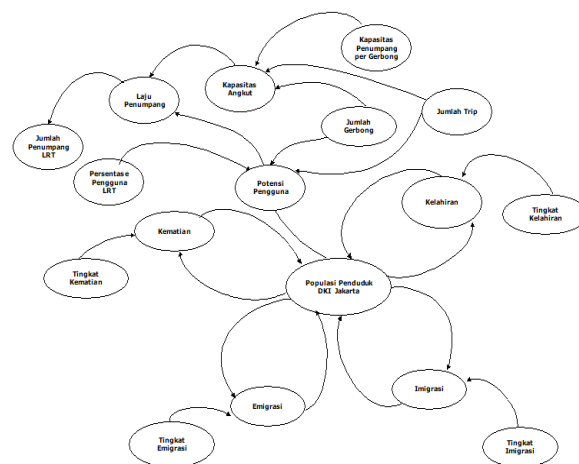
Langkah ketiga dapat dimulai jika persamaan di langkah kedua telah memenuhi kriteria logis untuk sebuah model yang dapat dijalankan. Software sistem dinamik biasanya menyediakan cek logis untuk memenuhi kriteria logis tersebut. Tahap simulasi ini juga mengarahkan pada deskripsi masalah dan perbaikan persamaan kembali. Langkah ketiga ini harus menyesuaikan dengan elemen penting dalam praktek sistem dinamik yang baik, simulasi harus menggambarkan bagaimana pertimbangan kesulitan yang dicoba dilakukan di sistem yang nyata. Berbeda dengan metodologi yang berfokus pada kondisi masa depan ideal untuk suatu sistem, sistem dinamik hanya menyatakan bagaimana kondisi saat ini dan bagaimana mengarahkannya ke suatu perbaikan. Simulasi pertama akan mengarahkan pada pertanyaan-pertanyaan dan pengulangan langkah pertama dan kedua, hingga model benar-benar dikatakan cukup untuk mencapai tujuan. Tidak ada cara untuk membuktikan validasi dari isi suatu teori yang merepresentasikan perilaku dunia nyata. Yang mungkin dicapai hanyalah tingkat kepercayaan dari sebuah model yang terhadap kecukupan, waktu, serta biaya untuk melakukan perbaikan.

Langkah keempat adalah mengidentifikasi alternatif

skenario atau policy option untuk pengujian. Uji simulasi digunakan untuk mencari skenario yang akan memberikan peluang penerapan terbaik. Alternatif tersebut dapat berupa pengetahuan intuitif selama tiga langkah pertama, analisis yang berpengalaman, permintaan orang-orang yang berada dalam sistem, atau berupa uji perubahan parameter secara otomatis yang lebih mendalam. Pencarian parameter secara otomatis akan sangat berguna.

Langkah kelima melalui suatu konsensus untuk proses implementasi. Langkah kelima merepresentasikan tantangan terbesar terhadap kemampuan memimpin dan mengkoordinasi. Tidak masalah berapa orang yang ikut andil dalam langkah pertama hingga keempat, karena semuanya akan terlibat dalam proses implementasi. Model akan memperlihatkan bagaimana sistem menyebabkan masalah yang sedang mereka hadapi.

Langkah keenam adalah implementasi kebijakan baru. Kesulitan dari langkah ini kebanyakan berasal dari ketidakcukupan langkah sebelumnya. Jika modelnya relevan dan persuasif, dan pendidikan di langkah kelima telah cukup, maka langkah keenam akan berjalan dengan baik. Walaupun demikian, implementasi memerlukan waktu yang sangat panjang. Kebijakan lama harus benar-benar dihilangkan, dan kebijakan baru akan memerlukan sumber informasi baru dan training.



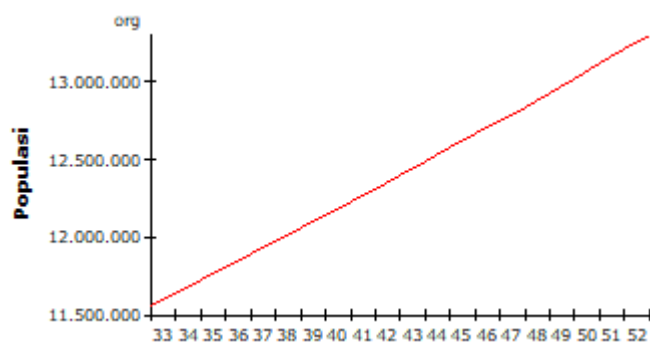
Gambar 3: Causal loop model

Causal loop menggambarkan kerangka berpikir dalam penelitian ini. Berdasarkan causal loop tersebut terlihat hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Populasi penduduk DKI Jakarta memiliki *feedback loop* atau hubungan bolak-balik dengan kelahiran, kematian, emigrasi dan imigrasi. Lalu masing-masing variabel tersebut yaitu kelahiran, kematian, emigrasi dan imigrasi dipengaruhi oleh variabel lain yaitu kelahiran dipengaruhi oleh tingkat kelahiran, kematian dipengaruhi oleh tingkat kematian, emigrasi dipengaruhi oleh tingkat emigrasi, dan imigrasi dipengaruhi oleh tingkat imigrasi.

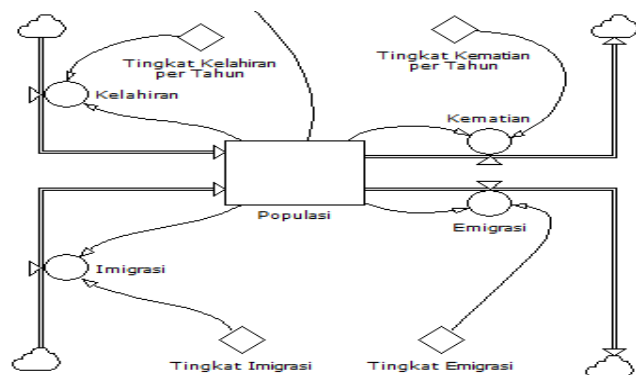
Hubungan selanjutnya dimulai dari output populasi yang memiliki hubungan dengan potensi pengguna LRT. Selain populasi, potensi pengguna LRT juga dipengaruhi oleh persentase pengguna LRT, jumlah trip per tahun, dan jumlah gerbong. Selanjutnya kapasitas penumpang per gerbong memiliki hubungan dengan kapasitas angkut. Jumlah trip per tahun dan jumlah gerbong per rangkaian juga turut memiliki pengaruh dengan kapasitas angkut. Lalu potensi pengguna dan kapasitas angkut, keduanya memiliki pengaruh terhadap laju penumpang yang akhirnya akan mempengaruhi berapa potensi jumlah penumpang LRT.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui seberapa besar potensi *demand* masyarakat terhadap LRT Bandara Soekarno Hatta – Kemayoran, dilakukan perhitungan menggunakan proyeksi model dengan bantuan *software* PowerSim Studio 7. Model dibuat menggunakan diagram alir atau *stock flow diagram* berdasarkan dengan *causal loop diagram* yang telah dibuat sebelumnya. Model juga memiliki 3 skenario, yaitu Skenario Pesimis, Moderat dan Optimis.

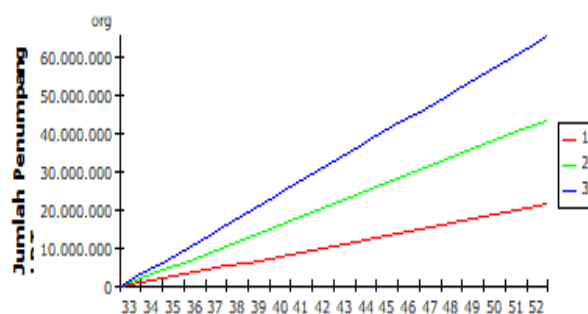


Gambar 4: Proyeksi Populasi



Gambar 5: SFD Potensi Demand Penumpang LRT

Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa jumlah populasi model selalu meningkat sampai Tahun 2053 dengan jumlah populasi sebanyak 13.296.040 jiwa. Hal ini disebabkan oleh input dari variable tingkat kelahiran, tingkat kematian, tingkat imigrasi dan tingkat emigrasi kepada variable populasi memiliki nilai yang konstan. Selanjutnya output dari populasi akan menjadi input untuk variable potensi pengguna yang nantinya akan mempengaruhi jumlah penumpang LRT.



Gambar 6: Potensi Demand Penumpang LRT

Tabel 1: Tabel Potensi Demand Penumpang LRT

Tahun	Potensi Demand Berdasarkan Skenario		
	Pesimis	Moderat	Optimis
2033	0	0	0
2034	1.095.000	2.190.000	3.285.000
2035	2.190.000	4.380.000	6.570.000
2036	3.285.000	6.570.000	9.855.000
2037	4.380.000	8.760.000	13.140.000
2038	5.475.000	10.950.000	16.425.000
2039	6.570.000	13.140.000	19.710.000
2040	7.665.000	15.330.000	22.995.000
2041	8.760.000	17.520.000	26.280.000
2042	9.855.000	19.710.000	29.565.000
2043	10.950.000	21.900.000	32.850.000
2044	12.045.000	24.090.000	36.135.000
2045	13.140.000	26.280.000	39.420.000
2046	14.235.000	28.470.000	42.705.000
2047	15.330.000	30.660.000	45.990.000
2048	16.425.000	32.850.000	49.275.000
2049	17.520.000	35.040.000	52.560.000
2050	18.615.000	37.230.000	55.845.000
2051	19.710.000	39.420.000	59.130.000
2052	20.805.000	41.610.000	62.415.000
2053	21.900.000	43.800.000	65.700.000

Berdasarkan pada Gambar 6 dan Tabel 1 terlihat bahwa untuk semua skenario yaitu pesimis, moderat dan optimis pada tahun pertama tidak terdapat penumpang karena rencana baru selesai pembangunan dan beroperasi pada tahun berikutnya yaitu Tahun 2034. Jumlah penumpang terus meningkat sampai dengan tahun terakhir simulasi yaitu Tahun 2053.

Untuk skenario pesimis, potensi demand penumpang LRT dipengaruhi oleh persentase pengguna LRT sebesar 0,5%. Dengan menggunakan data yang didapatkan dari LRT Jakarta yaitu data jumlah gerbong per rangkaian sebanyak 6 gerbong, jumlah trip per hari sebanyak 2 kali perjalanan dengan asumsi perjalanan dilakukan pada pukul 06.00 WIB dan pukul 18.00 WIB, kapasitas gerbong sebanyak 250 penumpang. Berdasarkan data tersebut didapatkan kapasitas angkut sebesar 1.095.000 penumpang. Potensi pengguna yang selalu bertambah dengan total potensi pengguna selama 21 tahun sebanyak 5.707.926.596 orang dengan rata-rata sebesar 271.806.028 orang. Banyaknya potensi pengguna akan dibatasi dengan kapasitas angkut. Karena hal tersebut maka didapati potensi demand jumlah penumpang LRT selama 21 tahun sebesar 229.950.000 penumpang dengan rata-rata sebesar 10.950.000 penumpang.

Sementara untuk skenario moderat, didapatkan angka persentase pengguna LRT sebesar 1,5%. Data yang digunakan untuk jumlah gerbong per rangkaian, dan kapasitas gerbong sama dengan skenario pesimis. Untuk jumlah trip per hari dia diketahui sebanyak 4 trip per hari dengan asumsi perjalanan dilakukan pada pukul 06.00 WIB, 09.00 WIB, 15.00 WIB dan 18.00 WIB. Kapasitas angkut untuk skenario moderat sebesar 2.190.000 penumpang. Potensi pengguna juga selalu bertambah karena populasi yang terus bertambah juga, total selama 21 tahun potensi pengguna memiliki jumlah 34.247.559.612 orang dengan rata-rata sebesar 1.630.836.172 orang. Potensi pengguna tersebut juga dibatasi dengan kapasitas angkut. Sehingga didapatkan potensi demand jumlah penumpang LRT selama 21 tahun sebesar 459.900.000 penumpang dengan rata-rata sebesar 21.900.000 penumpang.

Yang terakhir untuk skenario optimis dengan persentase pengguna LRT sebesar 2,5%. Untuk jumlah gerbong per rangkaian dan kapasitas gerbong sama dengan dua skenario sebelumnya. Jumlah trip per hari sebanyak 6 trip dengan asumsi perjalanan dilakukan pada pukul 06.00 WIB, 09.00 WIB, 12.00 WIB, 15.00 WIB, 18.00 WIB dan 21.00 WIB. Kapasitas angkut untuk skenario optimis sebesar 3.285.000 penumpang. Potensi pengguna memiliki angka yang sangat besar dengan total 21 tahun sebesar 85.619.119.943 orang dengan rata-rata sebesar 4.077.100.950 orang. Dengan pembatasan kapasitas angkut untuk potensi pengguna, maka akan didapatkan potensi demand jumlah penumpang LRT selama 21 tahun sebesar 689.850.000 penumpang dengan rata-rata 32.850.000 penumpang.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan model simulasi, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk skenario pesimis didapatkan potensi demand penumpang LRT Bandara Soekarno Hatta – Kemayoran selama 2033-2053 sebanyak 229.950.0000 penumpang dengan rata-rata 10.950.000 penumpang.
2. Untuk skenario moderat didapatkan potensi demand penumpang LRT Bandara Soekarno Hatta – Kemayoran selama 2033-2053 sebanyak 459.900.000 penumpang dengan rata-rata 21.900.000 penumpang.
3. Untuk skenario optimis didapatkan potensi demand penumpang LRT Bandara Soekarno Hatta – Kemayoran selama 2033-2053 sebanyak 689.850.000 penumpang dengan rata-rata 32.850.000 penumpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agaftha Maulidinda, R., Lesmini, L., & Pratiwi, S. W. (2020). THE IMPACT OF LARGE-SCALE SOCIAL RESTRICTION AND TRAFFIC COMPLIANCE ON URBAN TRANSPORTATION OPERATIONS (CASE STUDY IN JABODETABEK 2020). *Advances in Transportation and Logistics Research*.
- Akhmad Mahbubi. (2015). Sistem Dinamis Rantai Pasok Industrialisasi Gula Berkelanjutan Di Pulau Madura. *Agriekonomika*, 4(2), 198–209.
- Ariyani, D. T., Aulia, I. F., Suryobuwono, A. A., & Marlita, D. (2020). SWITCH POTENTIAL OF THE USERS FROM USING PUBLIC TRANSPORTATION TO PRIVATE TRANSPORTATION AS AN IMPACT OF PANDEMIC COVID - 19 (CASE STUDY IN JABODETABEK 2020). *Advances in Transportation and Logistics Research*.
- Faradibah, A., & Suryani, E. (2019). Pengembangan Model Simulasi Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Operasional Transportasi. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 11(1), 67–76. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v11i1.413.67-76>
- Ferdiansyah, A., Adrianto, L., & Sartono, B. (2018). Pemodelan Dinamik dan Peramalan Tarif Angkutan Pelayaran Curah Kering. *Warta Penelitian Perhubungan*, 29(2), 201–218. <https://doi.org/10.25104/warlit.v29i2.586>
- Fitriyani, S. N., Krisma, P., Sampurna, H., Sholihah, S. A., & Susanti, N. I. (2019). Sterilization of Bus Rapid Transit Special Lane Case Study : Transjakarta. *Advances in Transportation and Logistics Research*, 2.
- Kurniawan, F. (2018). Implementasi Model Simulasi Sistem Dinamis Terhadap Analisis Kemacetan Lalu Lintas Dikawasan Pintu Masuk Pelabuhan Tanjung Priok. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 20(1), 1.

- <https://doi.org/10.25104/jptd.v20i1.641>
- Limantara, A. D., Krisnawati, L. D., Winardi, S., & Mudjanarko, S. W. (2017). Solusi Pengawasan Kebijakan Mengatasi Kemacetan Jalan dan Parkir Kota Berbasis Internet Cerdas. *Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa Informasi, November*, 1–6.
- LIMANTO, W. (2018). *Proses Determining Number of for Container Loading Unloading Process At South Jamrud Station in Tanjung Perak Method*.
- Marina, S., Pasha, K., Ricardianto, P., Octora, T., Olfebri, O., Rahmawati, A., Sianturi, T., Wiguna, E., Sitorus, P., & Endri, E. (2023). Corporate image and service quality: Evidence from Indonesia Mass Rapid Transport. *Uncertain Supply Chain Management*, 11(3), 1265–1274.
- Olfebri, O., Suroso, A., Setyanto, R., & Kaukab, E. (2021). Self-awareness and social self-supervision in online transportation industry. *International Journal of Data and Network Science*, 5(3), 433–438.
- Pamudi. (2018). Penerapan Sistem Dinamik dalam Sistem Transportasi Cerdas untuk Mengurangi Kemacetan, Polusi dan Meningkatkan Keselamatan Berlalu Lintas (Studi Kasus Dinas Perhubungan Kota Surabaya). *Thesis*, 17–18.
- Rachel, S. (2020). PERANCANGAN MODEL TRANSPORTASI SUBWAY DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS.
- Ricardianto, P., Tuasikal, R., Handayani, S., Christin, G. N., & Suryobuwono, A. A. (2022). Simulasi Rute Angkutan Barang di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 24(2), 103–118. <https://doi.org/10.25104/jptd.v24i2.2139>
- Setyodhono, S. (2017). Faktor yang Mempengaruhi Pekerja Komuter di Jabodetabek Menggunakan Moda Transportasi Utama. *Warta Penelitian Perhubungan*, 29(1), 21. <https://doi.org/10.25104/warlit.v29i1.326>
- Suryobuwono, A. A., Raga, P., Nugroho, A., Tampubolon, I. A., Aura, Z., Basalamah, R., & Irenita, N. (2021). Analisis Prioritas Pengembangan Moda Transportasi Umum Di DKI Jakarta. *Jurnal Sistem Transportasi & Logistik*, 1(2). <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jstl>
- Susantono, B., Santosa, W., & Bidiyono, A. (2011). Kepemilikan kendaraan dan pola perjalanan di wilayah jabodetabek. 11(3), 153–162.
- Suyuti, R. (2012). Implementasi ” Intelligent Transportation System (Its) ” Untuk Mengatasi. *Konstruksia*, 3, 13–21.
- Widyatmoko, B. (2004). KAJIAN PENERAPAN SISTEM DINAMIS DALAM INTERAKSI TRANSPORTASI DAN GUNA LAHAN KOMERSIAL DI WILAYAH PUSAT KOTA SEMARANG.
- Wiyono, S. (2012). Penggunaan Sistem Dinamik Dalam Manajemen Transportasi Untuk Mengatasi Kemacetan Di Daerah Perkotaan. *Jurnal Transportasi*, 12(1), 1–10.