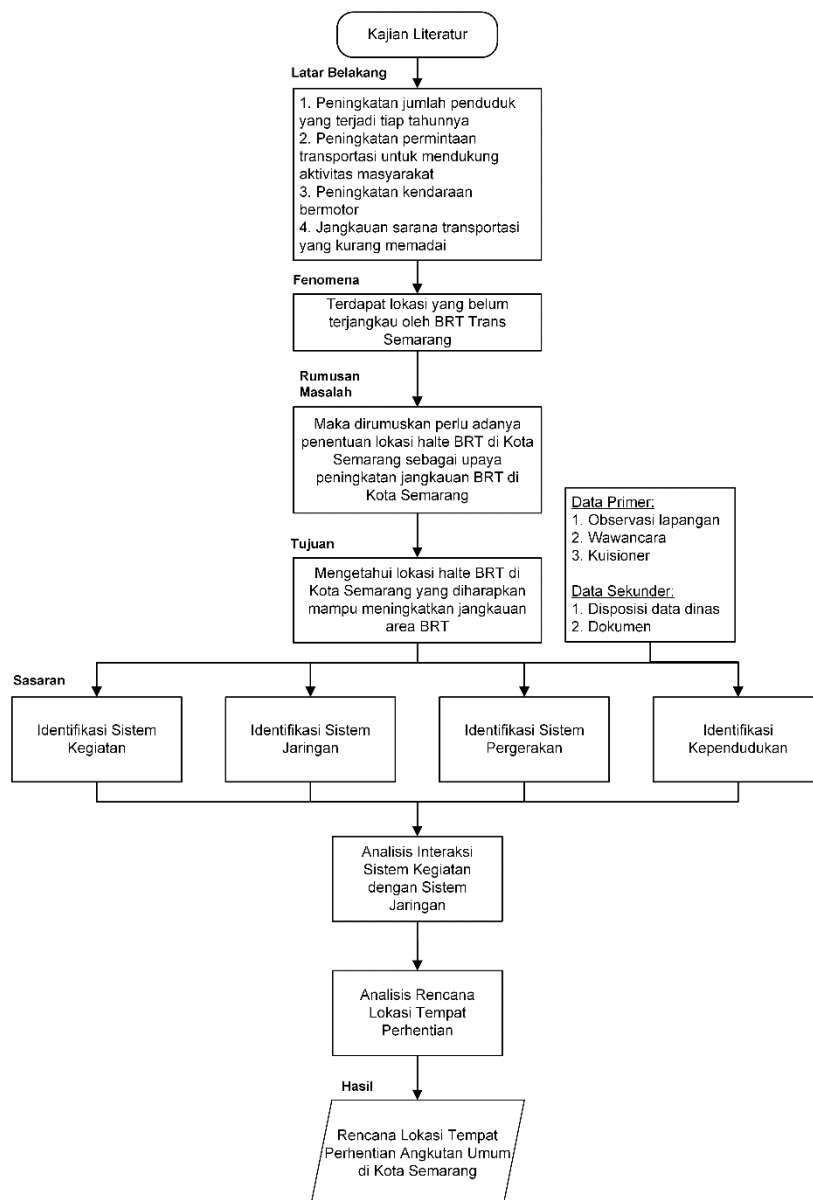


BAB 2 KONSEP PERENCANAAN

Konsep perencanaan pada proposal tugas akhir dimulai dengan melakukan kajian literatur untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya fenomena kemacetan yang terjadi di Kota Semarang. Konsep perencanaan bertujuan sebagai “alat” untuk mempermudah dalam menentukan permasalahan hingga pada tahap memperoleh hasil untuk menjawab permasalahan.



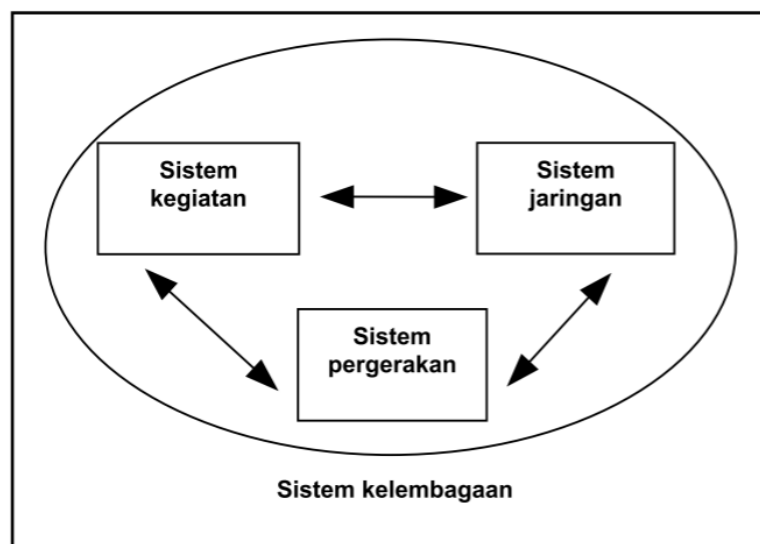
Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2. 1 Bagan Konsep Perencanaan

2.1 Sistem Transportasi Makro

Sistem merupakan kumpulan beberapa komponen atau objek yang saling terkait dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu. Sistem transportasi makro dapat dijelaskan sebagai kesatuan berbagai komponen dan hubungan di antaranya yang memengaruhi pergerakan antar lokasi dalam suatu kawasan. Sistem ini terbentuk dari dua elemen pokok yang saling terkait, yaitu sistem suplai (*supply*) dan sistem permintaan (*demand*) (Gattuso et al., 2023). Sistem suplai mencakup komponen fisik seperti infrastruktur jalan. Di sisi lain, sistem permintaan terbentuk dari para pengguna transportasi yang memiliki kebutuhan untuk melakukan berbagai aktivitas di sejumlah lokasi, sehingga mereka menggunakan berbagai moda transportasi sesuai dengan keperluan dan preferensi masing-masing. Kedua sistem ini saling berinteraksi dalam membentuk keseluruhan dinamika sistem transportasi makro.

Dalam konteks sistem yang tidak bersifat mekanis, seperti hubungan antara sistem tata guna lahan dengan sistem jaringan transportasi, interaksi antar komponen tidak terjadi secara fisik atau mekanis. Namun demikian, perubahan pada satu komponen, misalnya dalam sistem kegiatan (tata guna lahan), dapat memicu perubahan pada komponen lainnya, seperti sistem jaringan transportasi dan pola pergerakan yang terjadi di dalamnya (Tamin, 2000). Sistem transportasi secara menyeluruh (makro) dapat dipecahkan menjadi beberapa sistem yang lebih kecil (mikro) yang masing-masing saling terkait dan saling mempengaruhi seperti gambar 2.2. Sistem tersebut terdiri atas sistem kegiatan, sistem jaringan, sistem pergerakan dan sistem kelembagaan.



Sumber: Tamin, 2000

Gambar 2. 2 Sistem Transportasi Makro

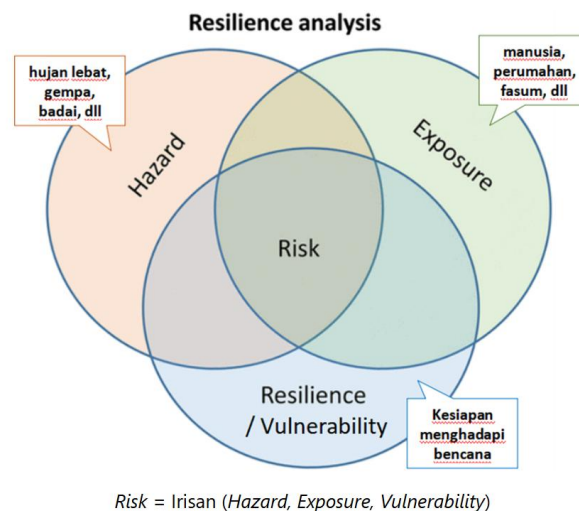
2.2 Identifikasi Sistem Kegiatan

Tamin & Frazila (1997) mengemukakan bahwa kriteria yang sering dipakai untuk melakukan pengembangan perencanaan transportasi adalah '*trend*' pertumbuhan pergerakan namun, hal tersebut kurang tepat karena seharusnya dapat mengkombinasikan antara RTRW dengan pergerakan yang timbul akan penggunaan lahan suatu kawasan, selain itu, Risdiyanto (2014) juga mengemukakan pendapat bahwa dampak dari pengembangan prasarana baru seperti mal dapat memunculkan tarikan pergerakan dan juga bangkitan pergerakan. Maka dari itu, diperlukan data rencana pola ruang sehingga, peneliti memasukkan kriteria tersebut sebagai proyeksi pergerakan di masa yang akan datang.

Kriteria yang digunakan untuk analisis ini juga mempertimbangkan bencana dan menghindari zona yang memiliki bahaya tinggi. Undang-Undang Nomor 24 tahun 2007 menjelaskan bahwa bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Risiko bencana menurut BNPB adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat. Risiko bencana didapat dari mempertimbangkan aspek bahaya, kerentanan dan kapasitas. Definisi bahaya, kerentanan dan kapasitas menurut (Nugroho et al., 2020) adalah sebagai berikut.

- **Bahaya** adalah situasi, kondisi atau karakteristik biologis, klimatologis, geografis, geologis, sosial, ekonomi politik, budaya dan teknologi suatu masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang berpotensi menimbulkan korban dan kerusakan.
- **Kerentanan** adalah tingkat kekurangan kemampuan suatu masyarakat untuk mencegah, menjinakkan, mencaipakesiapan, dan menanggapi dampak bahaya tertentu. Kerentanan berupa kerentanan sosial budaya, fisik, ekonomi dan lingkungan yang dapat ditimbulkan oleh beragam penyebab.
- **Kapasitas** adalah penguasaan sumberdaya, cara dan ketahanan yang dimiliki pemerintah dan masyarakat yang memungkinkan mereka untuk mempersiapkan diri, mencegah, menjinakkan, menanggulangi, mempertahankan diri serta dengan cepat memulihkan diri dari akibat bencana.

Sederhananya, bahaya berfokus pada alam seperti bahaya gempa, gerakan tanah dan banjir, kerentanan berfokus pada seberapa rentan manusia maupun fisik berupa perumahan dan fasilitas umum, sedangkan kapasitas berfokus pada ketahanan manusianya untuk menghadapi bahaya.



Sumber: Alfuandi, 2023

Gambar 2. 3 Ilustrasi Bahaya, Kerentanan dan Kapasitas Bencana

Maka dari itu, berdasarkan definisinya terdapat perbedaan yaitu untuk bahaya lebih berfokus pada kondisi alamnya, sehingga hanya mempertimbangkan bahaya tanpa mempertimbangkan kerentanan dan kerawanan.

2.3 Identifikasi Sistem Jaringan

Identifikasi sistem jaringan meliputi sistem jaringan jalan, sistem sarana transportasi dan sistem angkutan umum. Sistem jaringan jalan membahas terkait hirarki jalan yang ada di Kota Semarang, sistem sarana transportasi membahas terkait lokasi sebaran sarana transportasi eksisting di Kota Semarang yang diantaranya ada bandara, pelabuhan, stasiun, terminal, halte, shelter dan titik perhentian. Selain itu, terdapat bahasan tentang sistem angkutan umum yang meliputi lokasi halte, shelter dan tempat perhentian BRT Trans Semarang. Kondisi eksisting armada, halte juga menjadi kajian.

1. Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan merupakan komponen dasar dalam sistem transportasi yang kompleks, dirancang untuk mendukung dan mengoptimalkan pergerakan serta aksesibilitas di suatu wilayah. Dengan berbagai elemen penyusunnya, sistem ini memiliki peran penting dalam memperlancar mobilitas manusia dan barang, serta menjadi penggerak utama dalam aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat. Secara umum, jaringan jalan dapat dikelompokkan

berdasarkan peran (fungsi) (Undang-undang No.3 Tahun 1980 dalam (Setyawan & Karmilah, 2017).

- a. Jalan Arteri, adalah jalan yang melayani angkutan jarak jauh dengan kecamatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk (*access road*) dibatasi secara efisien
- b. Jalan Kolektor, adalah jalan yang melayani angkutan jarak sedang (angkutan pengumpul/pembagi) dengan kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk (*access road*) masih dibatasi.
- c. Jalan Lokal, adalah jalan yang melayani angkutan jarak dekat (angkutan setempat) dengan kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk (*access road*) tidak dibatasi.

Pada penelitian ini, kriteria jaringan jalan yang dipilih adalah jaringan jalan dengan kelas jalan arteri maupun kolektor yang telah disesuaikan dengan penelitian (Damayanti, 2023). Adapun fungsi utama jaringan jalan adalah memberikan akses ke berbagai aktivitas penggunaan lahan seperti pasar, perkantoran, pendidikan dan layanan kesehatan (Falcocchio & Levinson, 2015).

2. Sistem Sarana Transportasi

Transportasi adalah sistem yang terdiri atas sarana dan prasarana pelayanan yang memungkinkan pergerakan manusia dan barang ke seluruh wilayah, serta menjadi alat bagi manusia untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin Tamin, 2000 dalam (Wakari et al., 2019). Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah, Pelabuhan Tanjung Emas merupakan pelabuhan utama yang menjadi satu kesatuan sistem dengan terminal Kendal. Pelabuhan utama adalah pelabuhan yang memiliki fungsi pokok melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri dan internasional, alih muat angkutan laut dalam negeri dan internasional dalam jumlah besar, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan/atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan pelayanan antarprovinsi.

Dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 33 Tahun 2011 tentang Jenis, Kelas dan Kegiatan di stasiun kereta api menjelaskan bahwa stasiun kereta api terbagi menjadi tiga menurut jenisnya, yaitu stasiun penumpang, stasiun barang dan stasiun operasi. Stasiun penumpang didefinisikan sebagai stasiun kereta api difungsikan untuk keperluan naik turun penumpang. Stasiun barang digunakan untuk keperluan bongkar muat barang, sedangkan stasiun operasi hanya dipergunakan untuk keperluan pengoperasian kereta api. Maka dari

itu, pada penelitian ini mengeliminasi stasiun barang dan stasiun operasi sebab tidak dipergunakan untuk keperluan naik turun penumpang.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 1993 membagi terminal menjadi dua yaitu, terminal penumpang dan terminal barang. Terminal penumpang merupakan prasarana transportasi jalan untuk keperluan menurunkan dan menaikkan penumpang, perpindahan intra dan/atau moda transportasi serta mengatur kedatangan dan pemberangkatan kendaraan umum, sedangkan terminal barang merupakan prasarana transportasi jalan untuk keperluan membongkar dan memuat barang serta perpindahan intra dan/atau antar moda transportasi. Terminal penumpang terbagi menjadi tiga, yaitu terminal penumpang tipe A, B dan C. Kota Semarang memiliki semua tipe terminal penumpang mulai dari tipe A hingga C.

3. Sistem Angkutan Umum

Angkutan umum merupakan layanan transportasi penumpang yang disediakan secara berbayar atau sewa (Wakari et al., 2019). Angkutan umum lebih efisien dari pada kendaraan pribadi yang ditunjukkan ditunjukkan dengan angkutan umum yang dapat mengakomodasi hingga 20 kali lebih banyak penumpang dibandingkan dengan kendaraan pribadi pada ruang jalan yang sama dengan begitu, angkutan umum menunjukkan dapat mengurangi kebutuhan ruang jalan yang lebih besar (Will et al., 2020). Angkutan umum yang dimaksud dalam konteks ini adalah BRT Trans Semarang yang tercantum dalam dokumen RTRW Kota Semarang Nomor 5 Tahun 2021.

Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor 271/HK.105/DRJD/96 tentang Pedoman Teknis Perekayasaan Tempat Perhentian Kendaraan Penumpang Umum menerangkan bahwa tempat perhentian kendaraan penumpang umum (TPKPU) terdiri dari halte dan tempat perhentian bus. Halte didefinisikan sebagai tempat perhentian kendaraan penumpang umum untuk menurunkan dan/atau menaikkan penumpang yang dilengkapi dengan bangunan, sedangkan tempat perhentian adalah tempat untuk menurunkan dan/atau menaikkan penumpang. Fasilitas utama yang ada pada halte meliputi identitas halte berupa nama dan/atau nomor, rambu petunjuk, papan informasi rute, lampu penerangan dan tempat duduk. Pada tempat perhentian hanya memiliki fasilitas berupa rambu petunjuk, papan informasi trayek dan identitas tempat perhentian berupa nama dan/atau nomor. Fasilitas tambahan berupa telepon umum, tempat sampah, pagar dan papan iklan/pengumuman. Penempatan fasilitas tambahan perlu mempertimbangkan lokasinya agar tidak mengganggu

ruang bebas untuk pandangan. Tata letak halte dan/atau tempat perhentian terhadap ruang lalu lintas perlu memperhatikan jarak sebagai berikut.

- a. Jarak minimal halte atau tempat perhentian terhadap persimpangan adalah 50 meter, hal tersebut dilakukan agar tidak menambah beban pada jalan dikarenakan berhentinya *bus*; dan
- b. Jarak minimal dengan bangunan yang membutuhkan ketenangan seperti rumah sakit dan peribadatan adalah 100 meter.

Moda transportasi merupakan jenis kendaraan yang digunakan sebagai alat angkut untuk dapat berpindah tempat dari satu tempat ke tempat lain.

2.4 Identifikasi Sistem Pergerakan

Interaksi antara sistem kegiatan dan sistem jaringan menghasilkan perpindahan manusia maupun barang, baik melalui kendaraan maupun pejalan kaki. Agar pergerakan tersebut dapat berlangsung secara aman, cepat, nyaman, efisien, andal, dan sesuai dengan lingkungan sekitarnya, diperlukan pengaturan melalui manajemen dan rekayasa lalu lintas untuk jangka pendek, penyediaan fasilitas angkutan umum yang lebih baik dalam jangka pendek hingga menengah, serta pembangunan infrastruktur jalan untuk jangka panjang, sebagaimana diungkapkan oleh Tamin (2000).

Pola pergerakan harian secara fundamental merupakan kondisi intensitas perjalanan atau pergerakan populasi masyarakat berdasarkan zona asal dan zona tujuan di suatu wilayah yang sifatnya dinamis dan senantiasa berubah menurut satuan waktu, khususnya dalam daur harian (Palindang et al., 2020). Identifikasi sistem pergerakan divisualisasikan menggunakan matriks asal-tujuan dan peta garis keinginan atau peta pola pergerakan (*desire line map*). Hasil dari pola pergerakan perlu dikaitkan dengan rencana pola ruang karena secara teoritis telah diakui, bahwa terdapat hubungan antara pola ruang dengan pola pergerakan sangat kuat (Kusumantoro, 2007).

Identifikasi sistem pergerakan lalu lintas dilakukan karena untuk mengetahui karakteristik pengguna dan mengetahui jumlah serta pola pergerakan pengguna serta kegiatan dalam penggunaan lahan tujuan perjalanan. Hal tersebut berguna untuk menentukan kecamatan dengan jumlah pergerakan terbanyak. Hubungan penggunaan lahan dengan transportasi didefinisikan oleh yang terdapat dalam penelitian (Ramadhan et al., 2025), menyatakan bahwa manusia yang merupakan individu dinamis dan kerap kali memunculkan beragam kegiatan, perlu adanya wadah, media, ataupun ruang untuk mewadahi dan menampung berbagai kegiatan tersebut. Identifikasi ini dilakukan menggunakan penyebaran

kuesioner yang telah melalui uji validitas dan uji reliabilitas sehingga kuesioner yang digunakan dapat dipercaya. Hasilnya diolah menjadi diagram persentase untuk mengetahui dominasi dari tiap butir karakter. Pertanyaan karakteristik tersebut meliputi alasan memilih BRT Trans Semarang, frekuensi penggunaan BRT Trans Semarang, frekuensi penggunaan BRT Trans Semarang dalam satu hari, waktu yang dihabiskan hingga bus datang, waktu pengguna menggunakan BRT Trans Semarang, penggunaan lahan tujuan perjalanan, aksesibilitas dari tempat asal menuju halte, aksesibilitas dari halte ke tempat tujuan, kendala serta masukan.

2.5 Identifikasi Kependudukan

Identifikasi kependudukan dilakukan untuk mengetahui jumlah penduduk pada tahun sensus. Menurut Badan Pusat Statistik, sensus adalah proses pengumpulan, pencatatan dan perhitungan informasi secara sistematis tentang seluruh unit populasi dalam suatu wilayah, sehingga data tahun sensus bukan data hasil proyeksi dan data tersebut adalah fakta sesungguhnya. Sensus penduduk dilakukan sekurang-kurangnya sekali dalam sepuluh tahun.

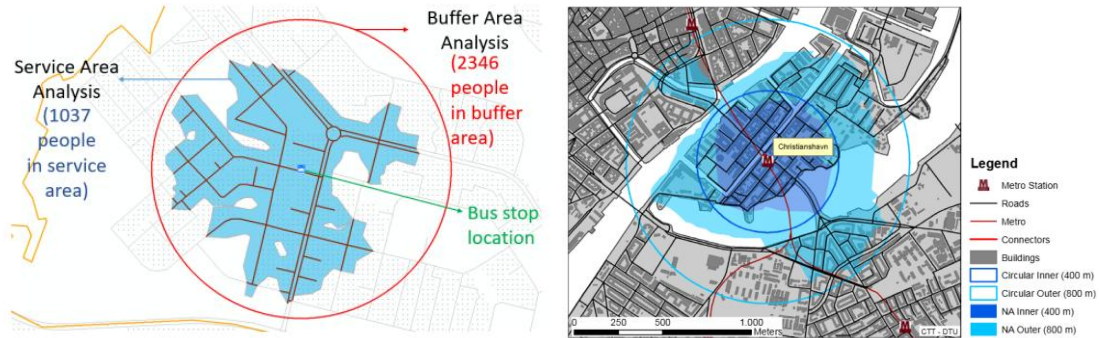
2.6 Analisis Interaksi Sistem Kegiatan dengan Sistem Jaringan

Tujuan utama dari analisis interaksi sistem kegiatan dengan sistem jaringan adalah menggunakan hubungan analisis antara komponen-komponen sistem untuk memprediksi dampak lalu lintas dari beberapa penggunaan lahan atau kebijakan transportasi yang berbeda. Hubungan dasar antara sistem kegiatan, sistem jaringan dan sistem pergerakan dapat disatukan dalam beberapa urutan tahapan, yang dilakukan secara berurutan sebagai berikut.

1. Aksesibilitas

Analisis ini meneliti terkait dengan hirarki jaringan jalan yang belum terjangkau oleh BRT Trans Semarang. Analisis jalan yang belum terjangkau berguna mengetahui lokasi jalan yang belum terjangkau serta ditinjau juga berdasarkan hirarki jalannya. Hirarki jalan yang dipilih adalah hirarki jalan arteri dan kolektor. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan *network analyst*. Analisis *network analyst* dipilih karena metode ini mempertimbangkan jaringan jalan yang sebenarnya sehingga, memberikan representasi yang lebih realistis tentang aksesibilitas. Metode ini juga memperhitungkan jarak dan waktu perjalanan sebenarnya, sehingga lebih akurat (Andersen & Landex, 2008). Perbedaan *network analyst* dengan *buffer* terletak pada *output* yang dihasilkan. *Buffer* menghasilkan area berbentuk lingkaran atau poligon yang menunjukkan jarak seragam dari suatu titik, tanpa mempertimbangkan jalur perjalanan sebenarnya atau hambatan fisik seperti sungai

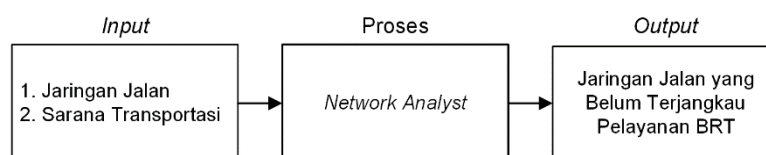
(Wang et al., 2012). Hal ini tentu akan menyesatkan karena tidak mencerminkan aksesibilitas riil. Sebaliknya, meskipun menggunakan parameter yang sama, network analyst lebih akurat karena memperhitungkan jaringan jalan (Fan et al., 2024). **Gambar 2.3** merupakan ilustrasi perbedaan antara *buffer* dengan *network analyst (service area)* dengan jarak yang sama.



Sumber: Aslan & Kocaman, 2018) dan (Andersen & Landex, 2008)

Gambar 2. 4 Ilustrasi Perbedaan Buffer dengan Network Analyst (Service Area)

Analisis jalan yang belum terjangkau dimulai dengan tahap *topology* agar data jaringan jalan yang ada, sudah bersifat *clear and clean*. Maksud dari *clear and clean* adalah memastikan data sudah ada, tidak terdapat data yang *overlap* atau *intersect*, selain itu, menurut Putra & Aditya (2021) *topology* juga digunakan untuk memastikan konektivitas jalan pada data jaringan jalan. *Topology* tersebut dilakukan dengan menggunakan *rule* dalam ArcGIS berdasarkan V3 Spek Teknis Data Dasar dan Peta Dasar RDTR. *Rule* utama yang biasa digunakan antara lain “*must not overlap*” dan “*must not intersect*” (Mursyid & Yulfa, 2024). Kedua aturan, “*must not overlap*” dan “*must not intersect*” dilakukan agar memastikan bahwa jaringan jalan yang ada tidak saling tumpang-tindih dan tidak berpotongan (Abdurahman et al., 2021). *Rule* tambahan yang dapat digunakan antara lain “*must not self-overlap*”, “*must not self-intersect*” dan “*must be single part*”. Sehingga dalam proses selanjutnya, yaitu *network analyst* tidak ada *error* yang terjadi.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2. 5 Kerangka Analisis Jalan yang Belum Terjangkau

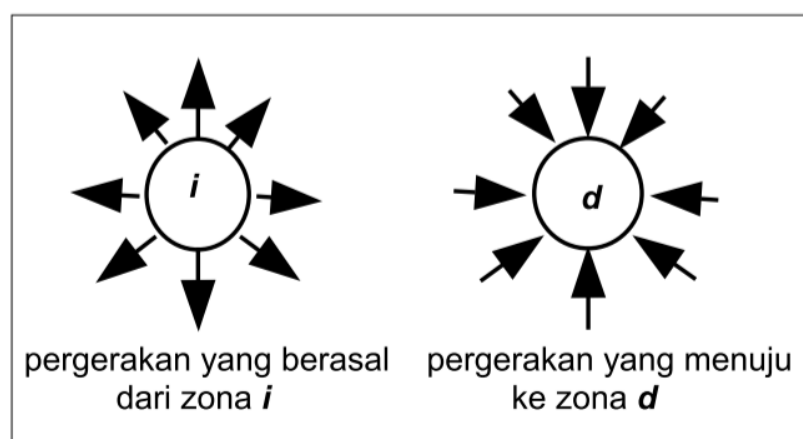
Network analyst juga digunakan untuk mendeteksi persimpangan yang mana itu berguna untuk dapat membuat peta pembatas persimpangan. Terdapat beberapa elemen *network dataset* yang mana akan membantu dalam membangun konektivitas (ESRI, 2024).

Data untuk proses ini adalah jaringan jalan yang kemudian dilakukan *network dataset*. Hasil dari *network dataset* yang berupa titik simpul persimpangan (*nodes junctions*) adalah data yang digunakan. *Nodes junction* yang telah didapat akan dilakukan proses *buffering*.

Buffer adalah salah satu analisis SIG yang dapat digunakan untuk memetakan cakupan wilayah atau jarak objek (Putra & Aditya, 2021). Salah satu faktor pembatas yang telah ditetapkan sesuai dengan Keputusan Dirjen Perhubungan Darat Tahun 1996 adalah titik penempatan tempat perhentian BRT tidak berada dalam persimpangan dengan jarak 50 meter serta menjauhi sarana kesehatan dan peribadatan sejauh 100 meter. Dari faktor pembatas tersebut dilakukan *buffer* menggunakan ArcGIS sesuai dengan aturan jaraknya. Sehingga mendapat hasil berupa peta jangkauan persimpangan. Hasil pengolahan berupa jaringan jalan yang sudah dan belum terjangkau oleh BRT Trans Semarang maupun jangkauan persimpangan menjadi faktor pendukung dan pembatas dalam analisis area titik perhentian dengan faktor pendukung dan pembatas.

2. Pembangkit lalu lintas

Analisis pembangkit lalu lintas meneliti terkait lokasi dengan pergerakan lalu lintas terbanyak karena pergerakan lalu lintas dapat mencerminkan kebutuhan akan transportasi (Sasmitasari et al., 2023). Pada analisis ini membutuhkan data kuesioner yang di dalamnya terdapat karakteristik pengguna BRT dan jumlah pergerakan lalu lintas. Bangkitan pergerakan adalah banyaknya lalu lintas yang ditimbulkan oleh suatu zona atau daerah per satuan waktu (Jaya, 2024).



Sumber: Tamin, 2000

Gambar 2. 6 Bangkitan dan Tarikan Pergerakan

Tujuan dari adanya analisis tarikan-bangkitan adalah untuk mengetahui hubungan antara tata guna lahan dengan jumlah pergerakan tujuan atau jumlah pergerakan

meninggalkan lalu lintas (Mulyono, 2023). Analisis ini merupakan analisis lanjutan setelah membuat matriks asal-tujuan yang dapat ditarik kesimpulan penggunaan lahan mana yang lebih dominan untuk menciptakan pergerakan terhadap lainnya.

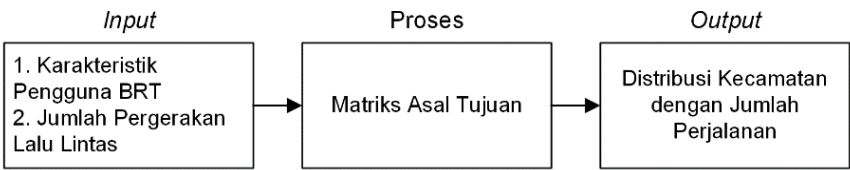
Matriks Asal Tujuan (MAT) adalah sebuah matriks berdimensi dua yang berisi informasi mengenai besarnya bergerakan antara lokasi di dalam daerah tertentu (Kumaat, 2015). Salah satu cara untuk mengetahui apakah perencanaan sistem transportasi yang terintegrasi perlu dilakukan adalah dengan melihat seberapa besar kebutuhan masyarakat akan sistem tersebut. Kebutuhan ini dapat ditunjukkan dengan perjalanan masyarakat antara dua tempat karena untuk memenuhi kebutuhan mereka sehari-hari (Miro, 2012). Tujuan perjalanan terdapat lima parameter yang berpengaruh pada pola pergerakan diantaranya adalah tempat bekerja, kawasan perbelanjaan, pendidikan dan perdagangan menurut Levinson, 1976 dalam (Damayanti, 2023). Analisis ini dilakukan dengan membuat matriks asal-tujuan. Berikut contoh matriks asal-tujuan.

Tabel 2. 1 Contoh Tabel Matriks Asal-Tujuan

Zona		Tarikan (Tujuan)			Jumlah Bangkitan
		Lokasi X	Lokasi Y	Lokasi Z	
Bangkitan (Asal)	Lokasi X				
	Lokasi Y				
	Lokasi Z				
Jumlah Tarikan					

Sumber: (Tamin, 2000)

Hasil dari analisis ini adalah kecamatan dengan jumlah pergerakan terbanyak di Kota Semarang dan melakukan analisis lanjutan berupa analisis proyeksi penduduk. **Gambar 2.6** menunjukkan kerangka analisis tarikan bangkitan.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2. 7 Kerangka Analisis Pembangkit Lalulintas

3. Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk merupakan sebuah ramalan akan penduduk di masa depan yang berdasarkan pada asumsi rasional tertentu yang dibuat untuk kecenderungan masa yang akan datang dengan menggunakan peralatan statistik atau perhitungan matematik (Karyana & Rusliana, 2021). Analisis ini meneliti terkait kecamatan dengan jumlah proyeksi penduduk tertinggi di Kota Semarang. Sama halnya dengan analisis tarikan bangkitan, jumlah

penduduk yang terus meningkat juga dapat mencerminkan kebutuhan atas pergerakan transportasi di masa yang akan datang (Sitanggang & Saribanon, 2018).

Terdapat dua metode yang biasa digunakan untuk memproyeksikan penduduk diantaranya adalah metode matematik dan metode komponen (Karyana, 2010). Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode matematik atau biasa disebut sebagai metode tingkat pertumbuhan penduduk (*Growth Rates*) (Handiyatmo et al., 2010). Laju pertumbuhan dianggap sama untuk setiap tahun (Tipka, 2011). Metode matematik ini tidak mempertimbangkan faktor demografis lain seperti kelahiran, kematian dan migrasi, meskipun begitu menurut (Adiwibowo & Karyana, 2022) t, hasil dari metode matematik ini cenderung lebih tepat dibandingkan metode komponen. Hal ini ditunjukkan setelah ditunjukkan dengan fakta bahwa sensus penduduk dilakukan, temuan proyeksi metode matematika lebih mendekati dengan hasil dari sensus penduduk (Indriyani & Rakhmawati, 2023). Metode matematik mencakup metode aritmatik, metode geometrik dan metode eksponensial.

Percobaan proyeksi penduduk dilakukan dengan membandingkan metode yang paling dekat dengan data hasil sensus penduduk dan dinamakan model yang akurat (terbaik) (Nurmadhani & Faisol, 2022). Metode yang dipilih adalah metode dengan angka pertumbuhan yang dinyatakan dengan r yang mendekati 1. Metode yang dilakukan perhitungan mencakup metode geometrik, eksponensial dan aritmatik. Pada proyeksi aritmatik, diasumsikan bahwa pertumbuhan penduduk berlangsung dengan laju yang konstan setiap tahunnya, metode ini umumnya diterapkan apabila tujuan analisis hanya untuk mengetahui perkiraan jumlah total penduduk (Muta'ali, 2015). Untuk mengetahui proyeksi penduduk, diperlukan perhitungan untuk mencari angka pertumbuhan terlebih dahulu. Berikut merupakan rumus perhitungan proyeksi penduduk Suheri et al., 2019 dalam (Herlina et al., 2023).

Angka pertumbuhan (r) menggunakan metode aritmatik

$$r = \frac{\left(\left(\frac{P_n}{P_0} \right) - 1 \right)}{n}$$

Angka pertumbuhan (r) penduduk menggunakan metode geometrik

$$r = \left(\frac{P_n}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Angka pertumbuhan (r) penduduk menggunakan metode eksponensial

$$r = \frac{\left\{ \ln \left(\frac{P_n}{P_0} \right) \right\}}{n}$$

Keterangan

P_n = Jumlah penduduk pada tahun n

P_0 = Jumlah Penduduk pada tahun dasar

r = Angka pertumbuhan penduduk

n = Selisih antara tahun dasar dengan tahun n

Proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatik

$$P_n = P_0 \times (1 + (\text{Nilai } r \times N))$$

Proyeksi penduduk menggunakan metode geometrik

$$P_n = P_0 (1 + r)^t$$

Proyeksi penduduk menggunakan metode eksponensial

$$P_n = P_0 \times e^{rt}$$

$$e = 2,7182818$$

Keterangan

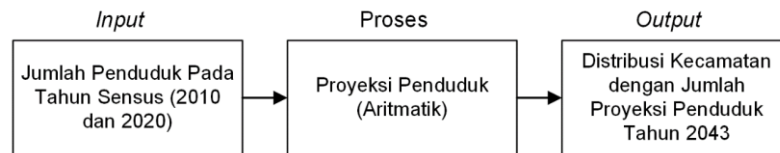
P_n = Jumlah penduduk tahun yang akan diproyeksi

P_0 = Jumlah sensus penduduk tahun dasar

r = Pertumbuhan penduduk

N = Selisih antara tahun yang ingin diproyeksikan dengan tahun dasar

Hasil yang didapat berupa jumlah proyeksi penduduk dalam satu kota, sehingga perlu dilakukan disagregasi penduduk untuk mendapat proyeksi penduduk per kecamatan. Disagregasi penduduk adalah proses mendistribusikan data populasi dari unit administratif yang lebih luas menjadi unit yang lebih sempit (Yankey et al., 2024). Disagregasi penduduk dilakukan dengan mengalikan hasil jumlah penduduk proyeksi dengan persentase distribusi penduduk pada tahun sensus, kemudian perlu untuk dilakukan penambahan dari penduduk sensus 2020 dengan hasil penambahan proyeksi penduduk. Hasil disagregasi berupa distribusi proyeksi penduduk tiap kecamatan pada tahun 2043, yang diharapkan dapat memberikan gambaran jumlah penduduk di masa yang akan datang. Gambar 2.8 merupakan kerangka analisis proyeksi penduduk.



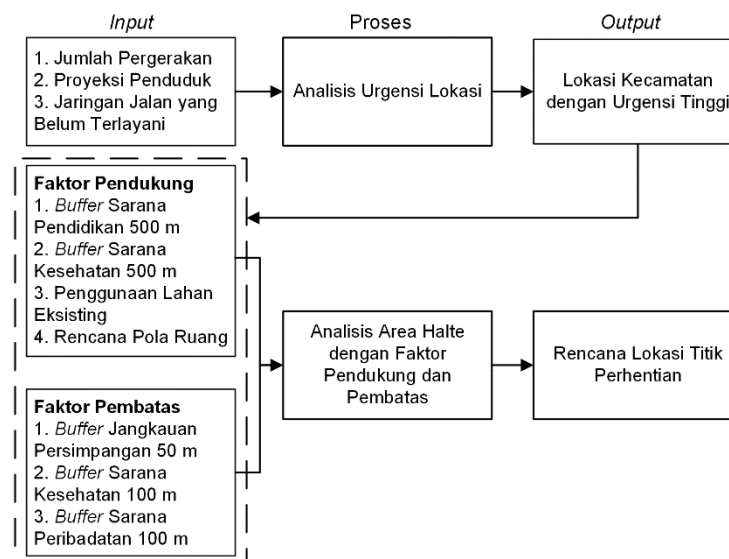
Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2. 8 Kerangka Analisis Proyeksi Penduduk

2.7 Rencana Lokasi Tempat Perhentian

Rencana lokasi tempat perhentian meneliti terkait dengan penentuan rencana lokasi tempat perhentian pada rute yang terpilih berdasarkan kriteria tertentu, yaitu kecamatan dengan jumlah pergerakan terbanyak, proyeksi penduduk terbanyak dan hirarki jaringan jalan yang belum terlayani secara memadai oleh sistem angkutan umum. Pertimbangan ini bertujuan untuk memastikan bahwa layanan transportasi publik dapat menjangkau wilayah dengan potensi permintaan perjalanan yang besar, sekaligus mendukung pemerataan aksesibilitas. Perlu diketahui juga lokasi yang dipilih menghindari zona yang tingkat bahaya bencananya tinggi. Hal tersebut sejalan dengan yang dikatakan oleh (Firdaus et al., 2024) dalam penelitiannya bahwa meminimalisir kerugian yang terjadi akibat adanya bencana tersebut dan kaitannya dengan ketahanan infrastrukturnya.

Kecamatan yang telah terpilih kemudian didapat lokasi jalan yang dapat dijadikan sebagai rute baru. Analisis area titik perhentian dengan faktor pendukung dan pembatas berguna mengetahui lokasi titik perhentian ataupun titik perhentian yang ideal sesuai dengan kebutuhan serta peraturan yang berlaku.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2. 9 Kerangka Analisis Faktor Pendukung dan Pembatas

Faktor pendukung yang dilakukan pengolahan *merge* antara lain adalah lokasi pendidikan dengan *buffer* sebesar 500 meter dan area yang tidak terjangkau oleh *network analyst* halte eksisting atau diluar 500 meter jarak dari halte eksisting. Selain itu, faktor pembatas yang juga dilakukan pengolahan *merge* antara lain adalah lokasi kesehatan dengan *buffer* sebesar 100 meter, lokasi peribadatan dengan *buffer* sebesar 100 meter dan jangkauan persimpangan dengan *buffer* sebesar 50 meter. Peta faktor pembatas mengeliminasi lokasi pada peta faktor pendukung dengan menggunakan *tools erase* pada ArcGIS. Lokasi titik perhentian baru terletak pada area "hijau" atau pada lokasi yang diperbolehkan adanya penambahan titik perhentian karena telah mengeliminasi area "merah" atau tidak diperkenankan adanya titik perhentian sehingga didapat lokasi titik perhentian baru dengan jarak antar halte kurang lebih 500 meter. Langkah selanjutnya setelah mengetahui lokasi yang diperkenankan adalah melakukan *construct point* untuk mendapat titik lokasi titik perhentian rencana. Hasil *construct point* juga diperlukan analisis lanjutan terkait lokasinya, apabila lokasi yang dihasilkan berada pada area faktor pembatas maka diperlukan pergeseran menjauhi area faktor pembatas tersebut. Pergeseran titik dilakukan secara manual dengan *tools ruler* untuk mengetahui jarak antar titik perhentian. Hasil akhir berupa peta rencana lokasi titik perhentian dengan tahun perencanaan hingga 2043.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan hasil penelitian maupun saran penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada tabel 2.2 kemudian digunakan sebagai penyempurnaan bahan kajian.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Teknik Analisis	Output	Rekomendasi	GAP
1	(Damayanti, 2023)	Arahan Penentuan Lokasi Potensial Halte Teman Bus Trans Mamminasata di Kecamatan Rappocini Kota Makassar	<i>Buffer</i>	Lokasi potensial halte BRT	Lokasi (Area) Potensial	<i>Network analyst</i> - Output: Titik lokasi bukan area
2	(Kundani & Basuki, 2022)	Evaluasi Rute Bus Rapid Transit (BRT) Berdasarkan Aspek Keterjangkauan (Studi Kasus: Kota Semarang)	<i>AHP Buffer Scoring Overlay</i>	Rute BRT dan Feeder baru berdasarkan aspek keterjangkauan	- Rute BRT dan Feeder baru berdasarkan aspek keterjangkauan - Layanan rute BRT eksisting masih 72% dengan rekomendasi menjadi 86%.	<i>Network analyst</i> - Output: Titik lokasi berbeda

3	(Tamin & Frazila, 1997)	Penerapan Konsep Interaksi Tata Guna Lahan-Sistem Transportasi Dalam Perencanaan Sistem Jaringan Transportasi	-	-	Penambahan variabel untuk proyeksi tata guna lahan yang akan datang menggunakan Rencana Pola Ruang	Menambahkan variabel Rencana Pola Ruang
---	-------------------------	---	---	---	--	---