

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Transportasi

Sistem transportasi didefinisikan sebagai suatu kesatuan yang menghubungkan antara elemen-elemen seperti penumpang, barang, sarana, dan prasarana yang secara bersama-sama memungkinkan terjadinya perpindahan orang atau barang dalam suatu tatanan, baik yang bersifat alami maupun hasil rekayasa manusia (Hadihardja, 1997). Sistem transportasi terdiri dari tiga komponen utama, yaitu sistem kegiatan, sistem jaringan, dan sistem pergerakan. Sistem kegiatan mencakup penggunaan lahan dan aktivitas yang menimbulkan permintaan terhadap transportasi. Sistem jaringan meliputi moda transportasi beserta infrastruktur yang menjadi mediana, sementara sistem pergerakan merupakan hasil interaksi antara sistem kegiatan dan sistem jaringan yang memunculkan pola perjalanan dan perpindahan.

Dalam konteks transportasi perkotaan, ketiga komponen tersebut tidak dapat dipisahkan dari struktur tata ruang wilayah. Pola tata guna lahan menentukan lokasi dan intensitas aktivitas, yang selanjutnya memengaruhi besarnya permintaan pergerakan dan kebutuhan terhadap sistem jaringan transportasi. Oleh karena itu, perencanaan transportasi perlu diintegrasikan dengan perencanaan tata ruang agar sistem transportasi yang dibangun mampu melayani kebutuhan mobilitas masyarakat secara efektif dan efisien. Fasilitas transportasi publik, seperti halte angkutan kota, berperan sebagai simpul yang menghubungkan sistem kegiatan dengan sistem jaringan, sehingga penempatannya harus selaras dengan pola penggunaan lahan dan tingkat aktivitas wilayah.

2.1.1 Angkutan Kota

Angkutan kota merujuk pada sarana transportasi penumpang di lingkungan perkotaan yang beroperasi di jalan umum dengan kondisi lalu lintas campuran dan biasanya dikelola oleh operator swasta atau pemerintah, beroperasi dalam kelompok dan rute yang telah ditentukan (Ariga & Bastian, 2020). Angkutan kota merupakan bagian dari angkutan umum darat yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan mobilitas penduduk, memungkinkan perpindahan dari lokasi

yang satu ke lokasi lain dalam jarak dekat hingga menengah maupun jauh (Said et al., 2023). Tujuan utama angkutan kota adalah menyediakan layanan yang efektif, aman, cepat, terjangkau, dan nyaman bagi masyarakat luas (Rahmianti & Noor, 2024).

Karakteristik angkutan kota berbeda dibandingkan dengan moda angkutan umum berkapasitas besar. Menurut Morlok, (1978) dan Tamin, 2000 , angkutan umum berkapasitas kecil hingga menengah cenderung memiliki fleksibilitas tinggi dalam operasional, baik dari segi frekuensi pelayanan maupun pola berhenti. Dalam praktiknya, angkutan kota umumnya.

1. Beroperasi pada jaringan jalan perkotaan
2. Melayani perjalanan jarak pendek hingga menengah
3. Memiliki frekuensi pelayanan yang tidak sepenuhnya tetap
4. Menyesuaikan waktu tunggu dengan tingkat permintaan penumpang

Keberadaan angkutan kota yang bersifat massal membantu mengurangi volume kendaraan pribadi sekaligus mengurangi biaya transportasi per penumpang karena biaya dibagi oleh banyak pengguna (Primasworo & Sadillah, 2021). Pengoperasian angkutan kota berdasarkan trayek yang dipengaruhi oleh pola perjalanan penduduk, penyebaran penduduk, dan karakteristik fisik wilayah pelayanan, sehingga perencanaan rute sangat penting untuk menjamin efektivitas layanan (Zein et al., 2022). Peraturan Daerah Kabupaten Garut Nomor 22 Tahun 2022 Tentang Penyelenggaraan Perhubungan yang merupakan turunan dari (Undang Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan) mengatur angkutan kota wajib memenuhi standar pelayanan minimal angkutan umum sebagai berikut.

1. Keamanan.
2. Keselamatan.
3. Kenyamanan.
4. Keterjangkauan.
5. Kesenjajaran.
6. Keteraturan.

Selain itu, regulasi pemerintah melalui undang-undang mengamanatkan penyelenggaraan angkutan umum yang selamat, aman, nyaman, dan terjangkau, serta pemerintah daerah bertanggung jawab menyediakan fasilitas angkutan umum demi kebutuhan masyarakat yang tidak dapat menggunakan kendaraan pribadi berdasarkan UU No.22 Tahun 2009.

Kriteria pelayanan angkutan kota berdasarkan Undang-Undang No.22 Tahun 2009 sebagai berikut.

1. Memiliki rute tetap dan teratur.
2. Terjadwal, berawal, berakhir, dan menaikkan atau menurunkan penumpang di Terminal untuk angkutan antarkota dan lintas batas negara.
3. Menaikkan dan menurunkan penumpang pada tempat yang ditentukan untuk angkutan perkotaan dan perdesaan.

Angkutan kota merupakan angkutan umum darat yang beroperasi di wilayah perkotaan pada jaringan jalan umum dan melayani pergerakan masyarakat dengan rute serta titik naik dan turun penumpang yang telah ditentukan. Dalam penyelenggaraannya, angkutan kota harus memenuhi standar pelayanan seperti keamanan, keselamatan, kenyamanan, keterjangkauan, dan keteraturan. Sebagai implementasi dari ketentuan tersebut, angkutan kota (angkot) menjadi moda transportasi yang umum digunakan di wilayah perkotaan, yang gambaran fisiknya ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Angkutan Kota

(Sumber: Arsip Dinas Perhubungan Kabupaten Garut, 2026)

2.1.2 Trayek/Rute Angkutan Kota

Trayek angkutan umum dapat diartikan sebagai jalur tetap yang dilalui kendaraan angkutan umum untuk melayani naik dan turunnya penumpang di titik-titik tertentu dalam wilayah perkotaan. Trayek adalah lintasan kendaraan bermotor umum yang melayani jasa angkutan orang menggunakan mobil penumpang atau bus dengan asal, tujuan, dan jalur yang tetap, serta dapat beroperasi dengan jadwal atau tanpa jadwal tertentu berdasarkan (PP Nomor 74 Tahun 2014).

Berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor 687/AJ.206/DRJD/2002 mengenai Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur, penyelenggaraan trayek angkutan kota pada prinsipnya dilakukan melalui pola trayek tetap dan teratur, yang diklasifikasikan berdasarkan fungsi serta pola pelayanannya yaitu sebagai berikut.

1. Trayek Utama didefinisikan sebagai rute angkutan kota yang melayani alur pergerakan utama di wilayah perkotaan dengan volume penumpang relatif tinggi. Rute ini menghubungkan pusat kegiatan primer, seperti kawasan perdagangan, perkantoran, terminal, serta simpul transportasi lainnya. Trayek utama berperan sebagai tulang punggung sistem angkutan kota, dengan intensitas pelayanan yang lebih tinggi dibandingkan rute lainnya.
2. Trayek Cabang atau trayek pengumpan, dirancang untuk mengumpulkan dan mendistribusikan penumpang dari kawasan permukiman maupun jalan lokal ke arah trayek utama. Fungsi utamanya adalah memperluas cakupan pelayanan angkutan kota, sehingga masyarakat di area yang tidak dilintasi trayek utama tetap memperoleh akses terhadap transportasi umum.
3. Trayek Lingkar merujuk pada rute angkutan kota yang membentuk pola melingkar dan kembali ke titik asal tanpa terminal akhir yang tetap. Pola ini umumnya diterapkan di kawasan dengan tingkat aktivitas tinggi, guna meningkatkan efisiensi pelayanan serta mengurangi pergerakan bolak-balik pada ruas jalan yang sama.
4. Trayek langsung merupakan rute angkutan kota yang melayani penumpang secara langsung dari titik asal ke tujuan akhir tanpa terminal perantara atau

perpindahan moda, sesuai SK Dirjen Perhubungan Darat Nomor 687/AJ.206/DRJD/2002. Rute ini diterapkan untuk perjalanan spesifik dengan permintaan tinggi, meningkatkan efisiensi waktu tempuh pada koridor lalu lintas padat. Trayek langsung menghubungkan permukiman ke pusat kegiatan utama, melengkapi trayek utama, cabang, dan lingkaran dalam sistem angkutan kota.

Penetapan rute angkutan umum biasanya diarahkan ke daerah-daerah yang diperkirakan memiliki potensi penumpang tinggi guna memastikan pelayanan yang optimal (Nugroho et al., 2021).

Jaringan trayek merupakan kumpulan trayek yang membentuk satu kesatuan sistem pelayanan angkutan umum. Dalam menentukan jaringan trayek, ada beberapa faktor penting yang menjadi pertimbangan yaitu sebagai berikut.

1. Pola tata guna lahan yang menjadi prioritas untuk menghubungkan area dengan permintaan angkutan tinggi dan titik-titik tujuan yang strategis agar aksesibilitas terjamin .
2. Pola pergerakan penumpang harus diperhitungkan demi terciptanya efisiensi, dengan rute yang mengikuti arah pergerakan penduduk sehingga meminimalisir kebutuhan transfer moda selama perjalanan.
3. Kepadatan penduduk menjadi parameter utama, di mana wilayah dengan konsentrasi penduduk tinggi menjadi fokus jangkauan layanan.
4. Cakupan daerah pelayanan harus merata, memastikan seluruh wilayah perkotaan dapat diakses oleh layanan angkutan umum sesuai prinsip pemerataan pelayanan.
5. Karakteristik jaringan jalan seperti konfigurasi, klasifikasi, fungsi, lebar jalan, dan tipe operasi jalur sangat memengaruhi desain dan pelaksanaan trayek yang efektif

2.1.3 Halte

Halte adalah lokasi resmi pemberhentian kendaraan angkutan umum untuk menaikkan dan menurunkan penumpang yang dilengkapi dengan fasilitas pendukung seperti tempat duduk, papan informasi, dan peneduh berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan RI No.10 Tahun 2012 . Dalam sistem transportasi

perkotaan modern, halte berfungsi sebagai titik pemberhentian yang terorganisir dan strategis, memudahkan akses masyarakat serta mendukung kelancaran mobilitas. Halte seringkali menjadi bagian dari sistem transportasi terpadu, sebagai titik penghubung antar moda transportasi, sehingga memungkinkan proses perpindahan yang efisien.

Fungsi utama halte adalah menyediakan tempat yang aman dan nyaman untuk naik dan turun penumpang, sekaligus berkontribusi dalam pengelolaan lalu lintas perkotaan. Dengan merencanakan titik halte melalui perencanaan di lokasi yang tepat, aktivitas pemberhentian kendaraan berlangsung teratur sehingga mengurangi potensi kemacetan dibandingkan dengan kendaraan umum yang berhenti secara sembarangan.

Perencanaan tempat perhentian kendaraan penumpang umum adalah teknik-teknik perencanaan tempat perhentian kendaraan penumpang umum yang disediakan bagi pengguna angkutan umum untuk naik/turun atau melakukan perpindahan moda angkutan umum dengan selamat, tertib, lancar, aman, dan nyaman. Perencanaan halte diatur dalam Pedoman Teknis Perencanaan Tempat Perhentian Kendaraan Penumpang Umum (TPKPU) yang dikeluarkan oleh Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Tahun 1996.

Berdasarkan Pedoman TPKPU termuat tujuan, persyaratan, dan ketentuan yang mengatur tempat perhentian kendaraan penumpang umum, yaitu sebagai berikut

1. Tujuan

Tujuan perencanaan Tempat Perhentian Kendaraan Penumpang Umum (TPKPU) adalah:

- a. Menjamin kelancaran dan ketertiban arus lalu lintas;
- b. Menjamin keselamatan bagi pengguna angkutan penumpang umum;
- c. Menjamin kepastian keselamatan untuk menaikkan dan/atau menurunkan penumpang; dan
- d. Memudahkan penumpang dalam melakukan perpindahan moda angkutan umum atau bus.

2. Persyaratan Umum

Persyaratan umum Tujuan perkerayaan Tempat Perhentian Kendaraan Penumpang Umum (TPKPU) adalah:

- a. Berada di sepanjang rute angkutan umum/bus;
- b. Terletak pada jalur pejalan (kaki) dan dekat dengan fasilitas pejalan (kaki);
- c. Diarahkan dekat dengan pusat kegiatan atau permukiman;
- d. Dilengkapi dengan rambu petunjuk; dan
- e. Tidak mengganggu kelancaran arus lalu-lintas.

3. Penentuan Jarak Antar Halte

Penentuan jarak antar halte disesuaikan berdasarkan jenis tata guna lahan dan posisi lokasi halte itu sendiri. Penentuan jarak ini merupakan aspek penting yang harus diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kemudahan akses pengguna dalam mencapai halte tersebut. Aksesibilitas ini mengacu pada seberapa mudah dan nyaman pengguna bisa menjangkau lokasi halte. Berikut disajikan tabel jarak halte pada Tabel 2.1(Direktur Jendral Perhubungan Darat, 1996) berikut:

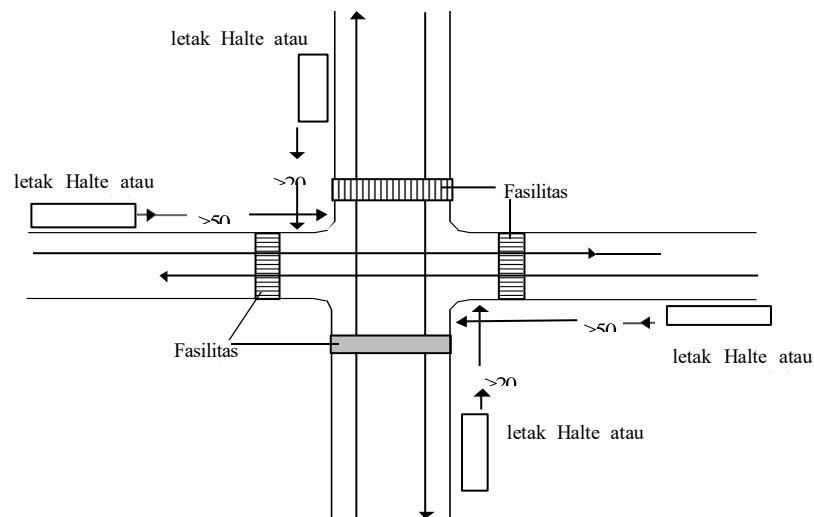
Tabel 2.1 Penentuan Jarak Halte dan Tempat Perhentian Bus

Zona	Tata Guna Lahan	Lokasi	Jarak Tempat Henti (m)
1	Pusat kegiatan sangat padar: pasar, pertokoan	CBD, Kota	200 – 300
2	Padat: perkantoran, sekolah, jasa	Kota	300 – 400
3	Pemukiman	Kota	300 – 400
4	Campuran padat: perumahan, sekolah, jasa	Pinggiran	300 – 500
5	Campuran jarang: perumahan, ladang, sawah, tanah kosong	Pinggiran	500– 1000
Keterangan: Jarak 200 m dipakai bila sangat diperlukan saja, sedangkan jarak umumnya 300 m			

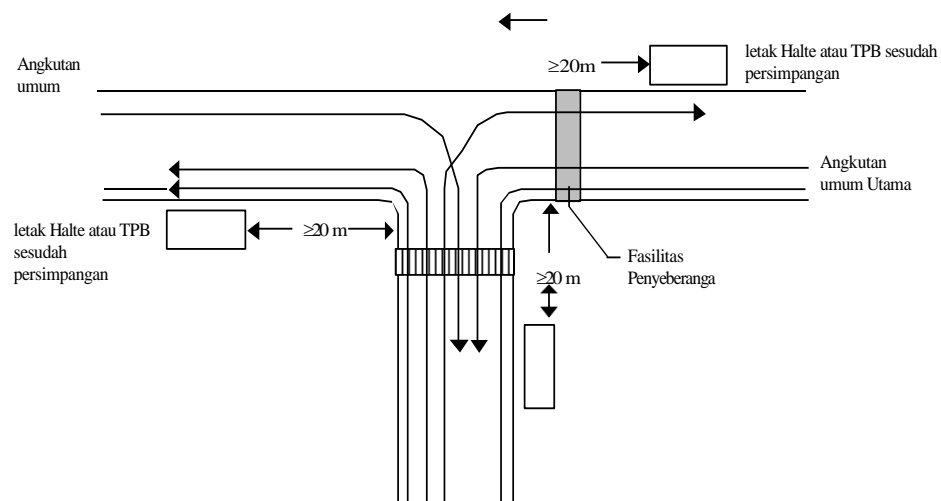
4. Tata Letak Halte

Dalam perencanaan rekayas halte, tata letak halte adalah hal yang harus diperhitungkan. Tata letak halte yang sesuai standar dapat mengoptimalkan arus lalu lintas dan mengurangi dampak kemacetan. Tata letak halte terhadap ruang lalu lintas adalah sebagai berikut:

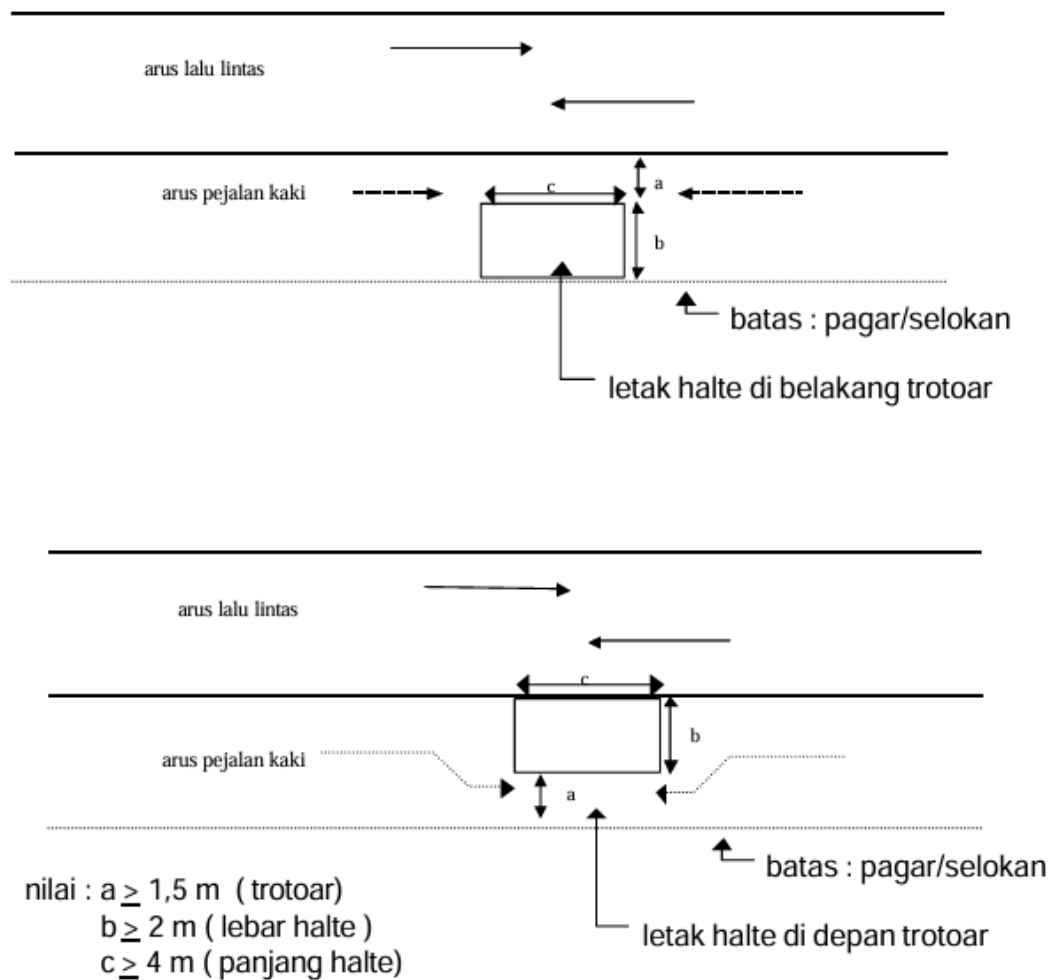
- Jarak maksimal terhadap fasilitas penyeberangan pejalan kaki adalah 100 meter.
- Jarak minimal halte dari persimpangan adalah 50 meter atau bergantung pada panjang antrean.
- Jarak minimal gedung (seperti rumah sakit, tempat ibadah) yang membutuhkan ketenangan adalah 100 meter.
- Peletakan di persimpangan menganut sistem campuran, yaitu antara sesudah persimpangan (farside) dan sebelum persimpangan (nearside), sebagaimana Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.
- Peletakan di ruas jalan terlihat sebagaimana Gambar 2.4.



Gambar 2.2 Perletakan Tempat Perhentian di Pertemuan Jalan Simping Empat



Gambar 2.3 Perletakan Tempat Perhentian di Pertemuan Jalan Simping Tiga



Gambar 2.4 Tata Letak Halte pada Ruas Jalan

2.1.4 Karakteristik Pelayanan Transportasi

Karakteristik pelayanan transportasi merupakan aspek penting dalam menilai kinerja suatu sistem transportasi dalam memenuhi kebutuhan pergerakan masyarakat. Pelayanan transportasi tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan moda, tetapi juga oleh tingkat kemudahan, efisiensi, dan keterjangkauan yang dirasakan oleh pengguna (Tamin, 2000). Beberapa indikator utama dalam menilai karakteristik pelayanan transportasi antara lain tingkat pelayanan, waktu tempuh, dan jarak tempuh.

Tingkat pelayanan transportasi menggambarkan kualitas layanan yang diberikan kepada pengguna, yang dapat dilihat dari beberapa aspek (Z.Tamin, 2000). yaitu sebagai berikut:

1. Kemudahan Akses
2. Kenyamanan
3. Keamanan
4. Keteraturan operasional

Dalam konteks angkutan kota, tingkat pelayanan juga dipengaruhi oleh ketersediaan halte, keterjangkauan lokasi pemberhentian, serta kesesuaian antara kebutuhan pergerakan dengan distribusi fasilitas transportasi.

Waktu tempuh merupakan salah satu indikator penting yang menunjukkan lama perjalanan yang dibutuhkan oleh pengguna dari titik asal menuju tujuan. Waktu tempuh dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi jaringan jalan, kecepatan kendaraan, tingkat kemacetan, serta pola pemberhentian angkutan (Prasetyo, 2019). Semakin efisien waktu tempuh, maka semakin baik tingkat pelayanan transportasi yang diberikan

Jarak tempuh berkaitan dengan panjang lintasan perjalanan yang harus ditempuh oleh pengguna, termasuk jarak akses menuju halte atau titik naik turun penumpang. Jarak tempuh yang terlalu jauh dapat menurunkan minat masyarakat dalam menggunakan angkutan umum, sehingga diperlukan perencanaan lokasi halte yang optimal agar dapat menjangkau wilayah permukiman dan pusat aktivitas secara efektif ((Institute of Transportation Engineers, 2021))

Dalam penelitian ini, karakteristik pelayanan transportasi digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi keterjangkauan dan pemerataan layanan angkutan kota, khususnya melalui analisis spasial terhadap distribusi halte eksisting dan rencana penambahan halte baru. Dengan mempertimbangkan aspek waktu tempuh dan jarak tempuh, diharapkan perencanaan halte dapat meningkatkan aksesibilitas serta kualitas pelayanan transportasi secara keseluruhan

2.2 Potensi Pergerakan

Prasarana transportasi mempunyai dua fungsi utama, yaitu sebagai alat bantu untuk mengarahkan pembangunan di wilayah perkotaan dan sebagai sarana yang mendukung pergerakan manusia maupun barang yang terjadi akibat aktivitas di daerah tersebut (Morlok, 1978). Pergerakan adalah kegiatan sehari-hari yang dilakukan untuk berbagai tujuan seperti pendidikan, olahraga, berbelanja, hiburan,

dan rekreasi. Dengan meningkatnya kebutuhan akan pergerakan, maka diperlukan sistem jaringan transportasi yang memadai untuk menampung kebutuhan tersebut.

Selain itu, pergerakan timbul karena adanya kebutuhan yang tidak dapat dipenuhi di tempat asalnya, sehingga manusia membutuhkan mobilitas untuk melaksanakan aktivitas sehari-hari yang dapat diklasifikasikan berdasarkan tujuan perjalanan (Nur et al., 2021).

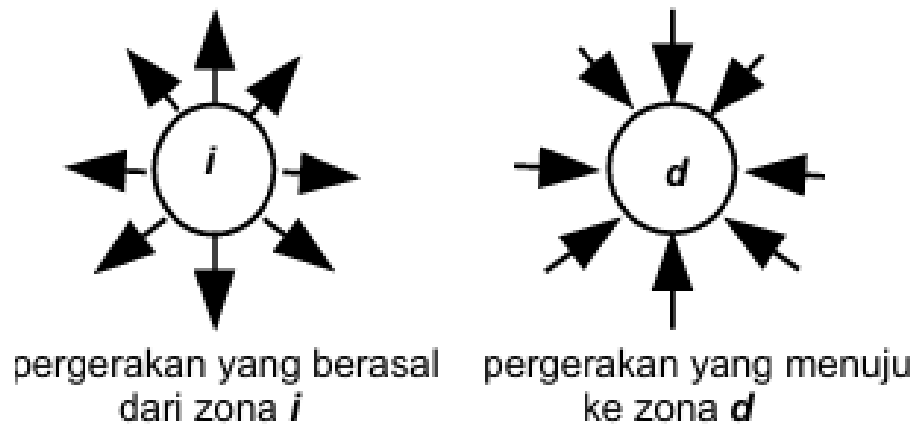
2.2.1 Bangkitan dan Tarikan Pergerakan

Bangkitan pergerakan merupakan tahap awal dalam pemodelan transportasi yang bertujuan memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona atau tata guna lahan serta jumlah pergerakan yang tertarik ke zona atau tata guna lahan tersebut (Rahmadi & Miro, 2016). Pergerakan perjalanan individu atau kelompok dibedakan menjadi dua jenis utama, yakni perjalanan yang berasal dari rumah (home-based) dan perjalanan yang tidak berasal dari rumah (non-home based) (Ersandi et al., 2009). Jumlah pergerakan yang terjadi di setiap wilayah berbeda-beda, dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain:

1. Pendapatan rumah tangga
2. Kepemilikan kendaraan
3. Struktur rumah tangga
4. Ukuran rumah tangga
5. Karakteristik tata guna lahan
6. Kepadatan daerah pemukiman
7. Aksesibilitas pada wilayah tersebut

Tarikan perjalanan adalah proses pemodelan yang bertujuan memperkirakan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu zona atau tata guna lahan tertentu. Besarnya tarikan lalu lintas sangat dipengaruhi oleh dua aspek utama dalam tata guna lahan, yaitu jenis aktivitas yang terjadi dan intensitas kegiatan di zona tersebut. Faktor-faktor yang umum mempengaruhi tarikan perjalanan meliputi keberadaan kantor pemerintahan, pusat perdagangan, sekolah, serta taman rekreasi. Besar kecilnya tarikan yang dihasilkan oleh suatu tata guna lahan akan berbeda-beda sesuai dengan luas dan fungsi bangunan, yang biasanya dihitung berdasarkan

luas lantai yang digunakan untuk aktivitas tersebut. Dari buku Z.Tamin, (2000), bangkitan dan tarikan pergerakan dapat diilustrasikan pada gambar berikut.



Gambar 2.5 Bangkitan dan Tarikan Pergerakan

Bangkitan dan tarikan pergerakan merupakan konsep dasar dalam perencanaan transportasi yang menggambarkan jumlah perjalanan yang dihasilkan (bangkitan), seperti diilustrasikan pada Gambar 2.5 bagian i dan yang ditarik (tarikan) oleh suatu zona, seperti diilustrasikan pada Gambar 2.5 bagian d. Bangkitan umumnya berkaitan dengan kawasan permukiman, sedangkan tarikan berkaitan dengan kawasan yang memiliki aktivitas tinggi seperti perkantoran, perdagangan, pendidikan, dan fasilitas umum lainnya. Besarnya bangkitan dan tarikan dipengaruhi oleh karakteristik tata guna lahan, seperti jenis penggunaan lahan, luas bangunan, serta intensitas kegiatan.

Bangkitan dan tarikan lalu lintas tersebut tergantung pada dua aspek tata guna lahan:

1. Jenis tata guna lahan

Jenis penggunaan lahan secara signifikan memengaruhi sifat bangkitan lalu lintas yang dihasilkannya. Berbagai kategori lahan, seperti hunian, pendidikan, dan komersial, menghasilkan pola lalu lintas yang unik. Pola ini tercermin dalam aspek kunci seperti volume arus kendaraan, dominasi moda transportasi (seperti pejalan kaki, kendaraan roda dua/empat, atau truk), serta pola temporal kejadiannya. Bangkitan lalu lintas juga dipengaruhi kuat oleh fungsi dan aktivitas di suatu kawasan lahan. Misalnya, area perkantoran biasanya menciptakan puncak arus lalu lintas pada pagi dan sore hari, seiring jam masuk

dan pulang kerja. Sebaliknya, zona komersial seperti pusat perbelanjaan menunjukkan arus yang lebih stabil sepanjang hari, didorong oleh aktivitas perdagangan yang berkelanjutan. Pada intinya, volume dan komposisi lalu lintas dari suatu lahan bergantung pada faktor sosial-ekonomi di kawasan tersebut. Black (1978) menyajikan data empiris dari Amerika Serikat, di mana 1 hektar lahan hunian menghasilkan sekitar 60–70 pergerakan kendaraan per minggu. Kawasan perkantoran mencapai 700 pergerakan per hari per hektar, sementara tempat parkir umum hanya sekitar 12 pergerakan per hari per hektar. Data ini menggarisbawahi bahwa intensitas dan peran fungsional lahan sangat menentukan skala bangkitan lalu lintas.

2. Jumlah aktivitas pada tata guna lahan tersebut

Bangkitan pergerakan lalu lintas tidak hanya bergantung pada jenis tata guna lahan, melainkan juga pada tingkat intensitas aktivitas di lahan itu. Semakin intensif pemanfaatan suatu area tanah, semakin tinggi pula volume arus lalu lintas yang tercipta. Intensitas ini mengukur frekuensi dan skala kegiatan manusia yang memicu pergerakan. Indikator utama intensitas aktivitas lahan adalah tingkat kepadatan, yang mencakup jumlah penduduk, bangunan, atau kegiatan per satuan luas. Kawasan permukiman pinggiran kota, meski luasnya besar, sering menghasilkan bangkitan lalu lintas rendah karena kepadatan dan intensitasnya lebih kecil daripada pusat kota. Hubungan antara bangkitan lalu lintas dan intensitas aktivitas terutama di zona permukiman tidak linear. Faktor seperti tipe hunian, kepadatan penduduk, dan pola aktivitas warga menyebabkan variasi ini. Dengan demikian, luas kawasan saja tidak cukup; intensitas penggunaan lahan serta karakteristik kegiatannya pun menentukan bangkitan lalu lintas.

Berdasarkan konsep bangkitan dan tarikan pergerakan tersebut, perencanaan fasilitas transportasi publik, khususnya halte angkutan kota, perlu mempertimbangkan karakteristik tata guna lahan yang membentuk potensi pergerakan suatu zona. Zona dengan tingkat bangkitan dan tarikan pergerakan yang tinggi menunjukkan intensitas aktivitas yang besar, sehingga secara logis membutuhkan tingkat pelayanan transportasi yang lebih tinggi dibandingkan zona dengan potensi pergerakan rendah. Dengan demikian, penempatan halte tidak

hanya didasarkan pada keberadaan rute angkutan, tetapi juga pada fungsi dan intensitas penggunaan lahan yang dilayani (Rahmadi & Miro, 2016)

Pendekatan perencanaan halte berbasis tata guna lahan menekankan bahwa halte seharusnya ditempatkan pada lokasi-lokasi yang memiliki peran strategis dalam menarik dan menghasilkan pergerakan, seperti kawasan pendidikan, perdagangan, perkantoran, dan fasilitas pelayanan publik. Hal ini sejalan dengan temuan empiris bahwa intensitas dan fungsi kegiatan pada suatu kawasan berpengaruh signifikan terhadap besarnya bangkitan dan tarikan perjalanan (Fuady et al., 2021)

Selanjutnya, perbedaan tingkat potensi pergerakan antar zona menuntut adanya konsep prioritas dalam penyediaan infrastruktur transportasi. Tidak seluruh wilayah memerlukan fasilitas halte dengan tingkat urgensi yang sama, sehingga diperlukan mekanisme penentuan prioritas berdasarkan kombinasi tingkat bangkitan dan tarikan pergerakan. Zona dengan potensi pergerakan tinggi menjadi prioritas utama dalam perencanaan halte, sedangkan zona dengan potensi sedang dan rendah dapat dipertimbangkan secara bertahap sesuai kebutuhan pelayanan. Pendekatan prioritas ini sejalan dengan prinsip perencanaan transportasi yang menempatkan fasilitas layanan pada pusat-pusat tarikan pergerakan (Z.Tamin, 2000).

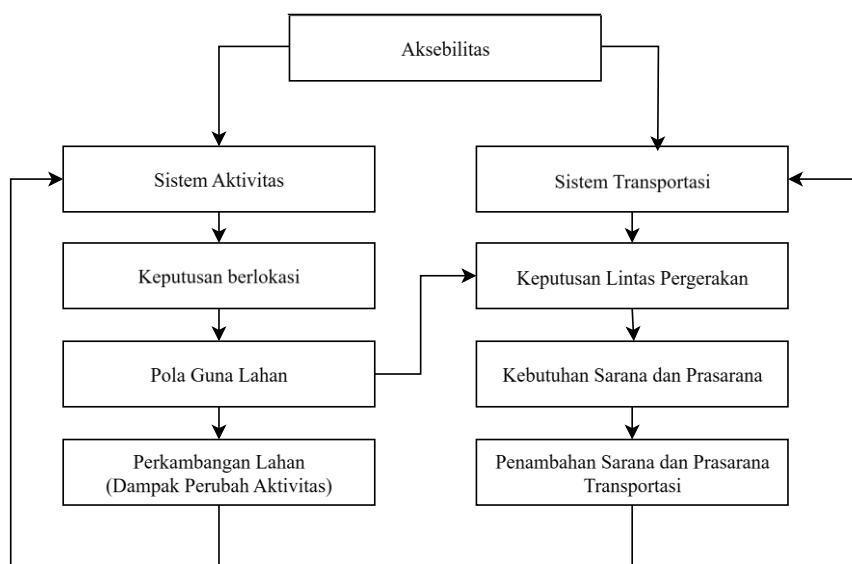
Hubungan antara bangkitan dan tarikan pergerakan pada akhirnya membentuk logika potensi pergerakan suatu zona, yang dapat diklasifikasikan berdasarkan kombinasi tingkat aktivitas asal dan tujuan. Pola ini sejalan dengan berbagai temuan empiris yang menunjukkan bahwa zona dengan aktivitas bangkitan tinggi cenderung menghasilkan arus pergerakan lebih besar, terutama apabila dipadukan dengan zona tujuan yang memiliki tingkat tarikan yang kuat. Misalnya, penelitian oleh Fuady, Arifin, dan Purba (2021) mengenai bangkitan dan tarikan perjalanan di kawasan pendidikan di Kota Bandar Lampung menunjukkan bahwa intensitas aktivitas suatu kawasan, baik dari sisi fungsi pendidikan maupun aktivitas pendukungnya secara signifikan meningkatkan volume pergerakan yang menuju maupun keluar dari zona tersebut. Temuan ini memperkuat bahwa kombinasi karakteristik asal-tujuan yang berbeda (rendah, sedang, atau tinggi) menghasilkan tingkat potensi pergerakan yang bervariasi, sehingga pendekatan

kategorisasi logika potensi pergerakan menjadi relevan dalam analisis perencanaan transportasi berbasis tata guna lahan.

2.2.2 Hubungan Tata Guna Lahan dengan Potensi Pergerakan

Analisis pola penggunaan lahan dan pergerakan penduduk menjadi dasar penting dalam pengelolaan sistem transportasi dengan konsep bangkitan dan tarikan perjalanan. Menurut Rachman (2020), perubahan pemanfaatan lahan yang memiliki tingkat aksesibilitas baik dapat memicu aktivitas bangkitan dan tarikan perjalanan. Pertumbuhan pesat penggunaan lahan dari waktu ke waktu, terutama untuk permukiman dan perumahan, menyebabkan perubahan dari lahan kosong menjadi lahan terbangun.

Bagan hubungan antara pola guna lahan dan sistem transportasi menurut (Meyer. Miller, 1984), Kebutuhan dan intensitas penggunaan lahan yang meningkat selaras dengan kenaikan permintaan moda transportasi sebagai sarana mobilitas. Dengan demikian, perkembangan penggunaan lahan sangat memengaruhi perkembangan sistem jaringan transportasi. Peningkatan dan perbaikan jaringan transportasi di suatu wilayah akan menambah aksesibilitas dan mendukung berbagai aktivitas di kawasan tersebut (Asfiati & Zurkiyah, 2021).



Gambar 2.6 Sistem Interaksi Pola Guna Lahan dan Sistem Transportasi

Menurut Asfiati & Zurkiyah, (2021), hubungan antara pola penggunaan lahan dan aktivitas transportasi dipengaruhi oleh perubahan penggunaan lahan yang

meningkatkan aktivitas penduduk, yang kemudian menaikkan kebutuhan perjalanan. Peningkatan permintaan perjalanan juga berdampak pada penyediaan sarana dan prasarana transportasi serta perubahan tingkat aksesibilitas. Dengan kata lain, interaksi antara pola penggunaan lahan dan sistem transportasi bersifat dinamis dan saling memengaruhi.

Dalam menghitung nilai bangkitan dan tarikan perjalanan di wilayah tertentu seperti permukiman, perumahan, dan kawasan aktivitas lainnya, salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah berdasarkan *Trip Generation Manual* edisi ke-11 yang diterbitkan Institute of Transportation Engineers (ITE, 2021). Pedoman ini menyajikan data empiris dari studi lapangan di Amerika Utara yang mencakup berbagai tipe penggunaan lahan, termasuk kategori *Residential*, *Commercial*, *Institutional*, dan *Industrial*, masing-masing dengan kode *Land Use Code* (LUC). Setiap LUC memiliki tabel dan grafik yang menunjukkan rata-rata jumlah perjalanan yang dihasilkan per satuan ukuran seperti unit rumah tangga atau 1000 ft² GFA, yang digunakan untuk memperkirakan jumlah perjalanan yang dihasilkan oleh suatu fasilitas atau properti. Untuk penggunaan lahan permukiman (LUC 215), jumlah perjalanan yang dibangkitkan dapat dihitung dengan mengalikan jumlah unit rumah dalam suatu kawasan dengan nilai trip rate pada jam puncak (*Peak Hour Trip Rate*) menurut Institute of Transportation Engineers (2021). Berikut diberikan Persamaan 2.1 untuk menghitung jumlah perjalanan yang dihasilkan oleh permukiman atau perumahan (LUC 215) menurut Institute of Transportation Engineers (2021).

$$\textit{Trip Generation} = 0,57 \times \text{Jumlah Unit} \quad (2.1)$$

Persamaan trip generation tersebut menunjukkan hubungan linier antara jumlah unit penggunaan lahan dan jumlah perjalanan yang dihasilkan. Koefisien sebesar 0,57 merupakan tingkat bangkitan perjalanan (*trip rate*) yang menyatakan bahwa setiap satu unit penggunaan lahan rata-rata menghasilkan 0,57 perjalanan pada periode waktu tertentu. Nilai koefisien ini diperoleh berdasarkan hasil pengamatan empiris terhadap berbagai lokasi dengan karakteristik penggunaan lahan yang serupa, sehingga mencerminkan kondisi rata-rata bangkitan perjalanan. Pendekatan linier ini digunakan karena hubungan antara jumlah unit dan jumlah

perjalanan bersifat proporsional serta relatif mudah diterapkan dalam analisis perencanaan transportasi.

Bangkitan pergerakan (*trip generation*) didefinisikan sebagai konsep analisis yang digunakan untuk mengukur volume perjalanan yang dihasilkan dari suatu wilayah, khususnya kawasan permukiman. Konsep ini mencerminkan tingkat aktivitas mobilitas penduduk yang berangkat dari tempat tinggal menuju berbagai tujuan, seperti lokasi kerja, sekolah, atau pusat kegiatan lainnya. Semakin tinggi jumlah rumah tangga di suatu wilayah, semakin besar pula potensi bangkitan pergerakan yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini, estimasi bangkitan pergerakan dari kawasan permukiman dilakukan dengan menerapkan pendekatan Trip Generation Manual yang diterbitkan oleh Institute of Transportation Engineers (ITE). Pendekatan tersebut mengonversi karakteristik penggunaan lahan khususnya jumlah unit rumah tangga menjadi estimasi jumlah perjalanan. Setiap unit rumah diasumsikan menghasilkan perjalanan rata-rata pada periode jam sibuk, dengan koefisien tetap yang merepresentasikan intensitas pergerakan per unit rumah pada jam sibuk sore.

Rumus perhitungan menyatakan bahwa total bangkitan pergerakan diperoleh dari hasil kali jumlah unit rumah dengan koefisien standar tersebut, yang diukur dalam satuan perjalanan per jam sibuk. Hasil estimasi ini selanjutnya dimanfaatkan sebagai dasar analisis kebutuhan transportasi, terutama untuk mengevaluasi kecukupan infrastruktur pendukung angkutan umum seperti halte bus. Kawasan dengan nilai bangkitan pergerakan yang tinggi mengindikasikan tingginya intensitas mobilitas penduduk, sehingga menuntut peningkatan kualitas dan distribusi layanan transportasi yang lebih optimal.

2.3 Geographic Information System

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem yang digunakan untuk menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, mengolah, menganalisis, dan memaparkan data yang berhubungan dengan lokasi di bumi (Purboyo et al., 2024). SIG memiliki kemampuan untuk menggabungkan berbagai data spasial pada titik tertentu di permukaan bumi, kemudian mengolah dan menganalisis data tersebut, dan akhirnya menyajikan hasilnya dalam bentuk peta yang mudah dipahami.

Dalam konteks transportasi, Sistem Informasi Geografis (SIG) memainkan peran krusial dalam mengelola serta menganalisis data spasial, termasuk jaringan jalan, titik persimpangan, pola aktivitas wilayah, dan pola pergerakan kendaraan. Demi menjamin efektivitas fungsi-fungsinya serta akurasi informasi yang dihasilkan, SIG memerlukan integrasi antar komponen utama yang saling mendukung (Awangga, 2019). Komponen-komponen ini memfasilitasi pengolahan data spasial hingga analisis transportasi secara terstruktur. Berikut penjelasan komponen utama SIG:

1. Sistem Komputer (*Hardware* dan Sistem Operasi)

Sistem komputer berfungsi sebagai infrastruktur fisik inti SIG. Komponennya mencakup CPU, monitor, keyboard, mouse, dan media penyimpanan. Pada studi transportasi, perangkat ini esensial untuk memproses data besar seperti jaringan jalan, simpang, dan lalu lintas, sehingga analisis berjalan efisien.

2. Perangkat Lunak SIG (*Software* GIS)

Software SIG digunakan untuk mengolah, menganalisis, dan memvisualisasikan data spasial. Contoh populer adalah ArcGIS, yang mendukung fitur seperti pemetaan jaringan, analisis buffer, *overlay*, dan *network analysis*. Di bidang transportasi, alat ini membantu evaluasi konektivitas jalan, rute angkutan umum, serta kualitas layanan transportasi.

3. Basis Data SIG (Database GIS)

Basis data SIG menyimpan dan mengatur data spasial serta atribut secara terpadu. Data spasial transportasi mencakup peta jalan, simpang, dan zona lahan, sementara atributnya meliputi volume lalu lintas, kapasitas jalan, dan metrik layanan. Struktur basis data yang baik menjamin akurasi analisis spasial.

4. Metode atau Prosedur SIG

Metode SIG mencakup langkah-langkah dari input data, penyimpanan, pengolahan, analisis, hingga output. Dalam riset transportasi, metode ini mengungkap relasi spasial antara infrastruktur transportasi dan aktivitas wilayah, seperti pola permintaan perjalanan, aksesibilitas, serta performa jaringan jalan.

5. Sumber Daya Manusia (Pengguna)

Sumber daya manusia bertindak sebagai operator dan pengelola SIG. Mereka bertanggung jawab atas pengumpulan data, pemilihan metode, serta interpretasi hasil. Pada analisis transportasi, keahlian pengguna dalam SIG dan konsep transportasi sangat menentukan kualitas output dan validitas kesimpulan.

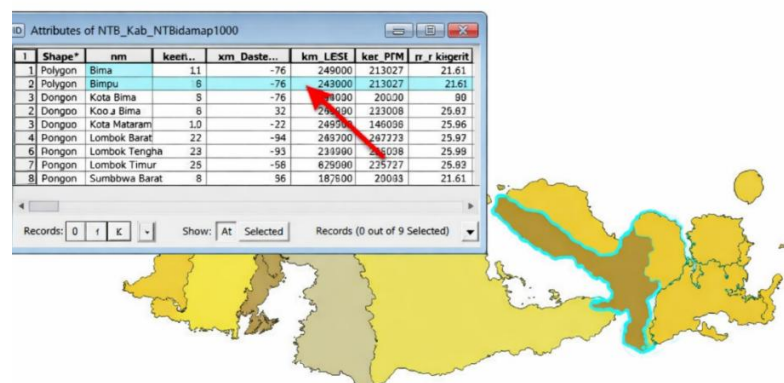
Menurut Permatasari (2024), mayoritas data yang dikelola dalam SIG adalah data spasial yang berorientasi geografis dengan sistem koordinat tertentu sebagai acuan referensi. Data dalam SIG terdiri dari dua komponen utama yang membedakannya dari data biasa, yakni data lokasi atau spasial dan data atribut yang berisi informasi deskriptif tambahan. Kedua data ini saling melengkapi dan membentuk dasar analisis serta visualisasi dalam SIG.

1. Informasi lokasi atau informasi spasial.

Informasi spasial merupakan data yang menunjukkan posisi atau lokasi suatu objek di permukaan bumi. Data ini umumnya direpresentasikan dalam bentuk koordinat geografis, seperti lintang dan bujur, maupun sistem koordinat proyeksi tertentu yang disertai dengan datum dan proyeksi peta. Contoh umumnya adalah informasi lintang dan bujur, termasuk di antaranya informasi datum dan proyeksi. Dalam kajian transportasi, informasi spasial digunakan untuk memetakan elemen jaringan transportasi seperti ruas jalan, simpang, halte, terminal, serta zona pelayanan.

2. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial.

Informasi atribut merupakan data yang menjelaskan karakteristik atau properti dari suatu objek spasial. Setiap objek dalam SIG dapat memiliki satu atau lebih atribut yang berkaitan dengannya, seperti jenis jalan, volume lalu lintas, kapasitas jalan, kepadatan penduduk, tingkat pendapatan, maupun karakteristik sosial ekonomi lainnya. Contohnya yaitu jenis bencana, kependudukan, pendapatan per tahun, dan lain lain. Dalam studi transportasi, data atribut berperan penting untuk mendukung analisis kinerja jaringan jalan, perencanaan trayek angkutan umum, serta pemodelan bangkitan dan tarikan pergerakan. Integrasi antara data spasial dan data atribut memungkinkan analisis yang lebih komprehensif.

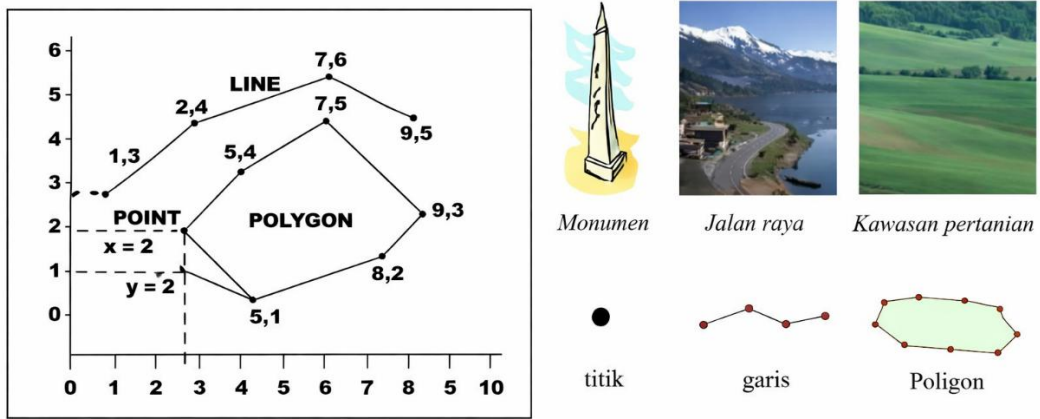


Gambar 2.7 Data Spasial dan Data Atribut

Di sektor transportasi, GIS sering dimanfaatkan untuk menelaah pola lalu lintas, jaringan transportasi, dan aksesibilitas layanan transportasi umum dari perspektif spasial. Dalam konteks perencanaan transportasi umum, GIS berfungsi sebagai instrumen untuk mengonversi konsep aksesibilitas serta cakupan layanan menjadi representasi spasial. Teknik analisis buffer diterapkan untuk menggambarkan jangkauan jarak halte terhadap lingkungan sekitarnya, sehingga dapat diidentifikasi area yang sudah terintegrasi maupun yang masih belum terjangkau oleh fasilitas tersebut. Metode ini memungkinkan penilaian kebutuhan halte dilakukan secara obyektif berdasarkan radius layanan dan distribusi aktivitas regional.

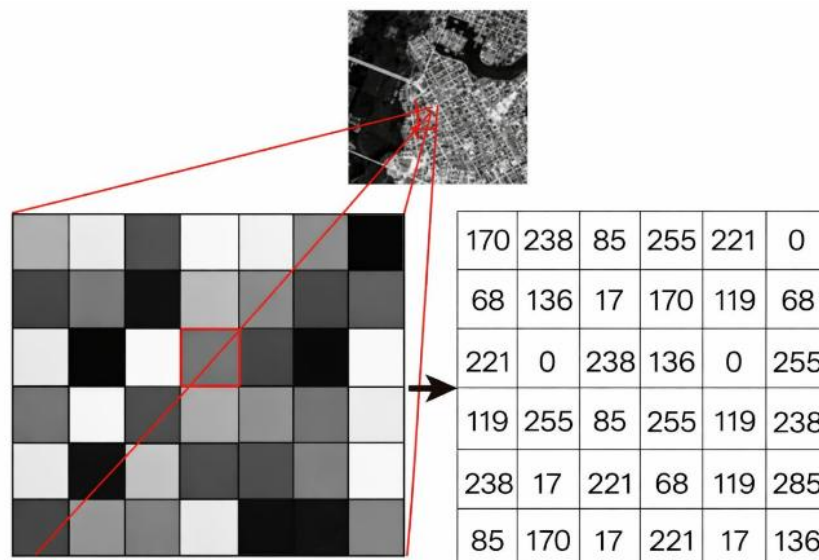
2.3.1 Data Spasial Vektor

Data spasial terbagi dalam dua format utama, yaitu vektor dan raster. Data format vektor berupa data yang mampu merepresentasikan objek-objek di permukaan bumi beserta atribut-atributnya dalam basis data. Biasanya, data vektor tersimpan dalam *file* atau basis data yang memuat informasi mengenai posisi serta karakteristik dari entitas geografis tersebut. Format ini digunakan untuk menyimpan data geografis dalam bentuk geometris seperti titik, garis, dan poligon yang merefleksikan objek fisik di lapangan (Muhammad Agam Cakra Donya, 2020). Berikut disajikan ilustrasi model data vektor dalam GIS pada Gambar 2.7 (Astrini & Oswald, 2012).

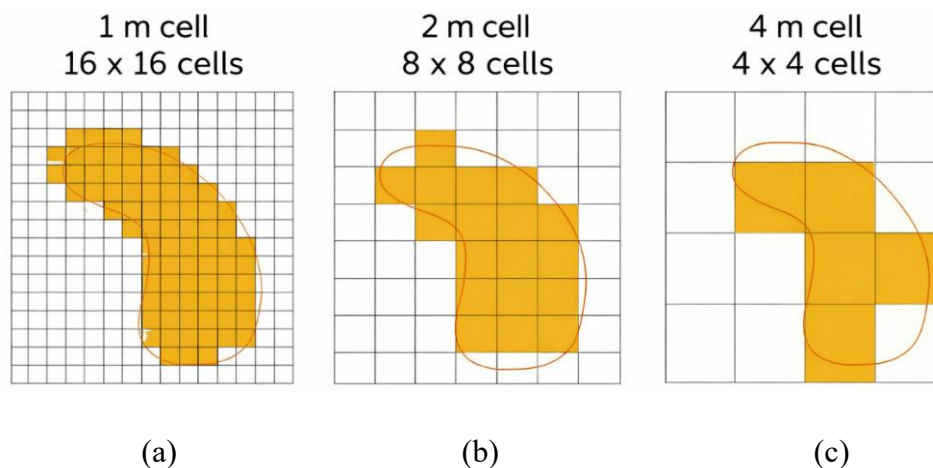


Gambar 2.8 Model Data Vektor

Format data raster adalah format yang digunakan untuk menyimpan serta merepresentasikan data geografis dalam bentuk matriks piksel. Setiap piksel pada data raster mempunyai nilai yang menggambarkan atribut atau fenomena di lokasi tersebut, lihat Gambar 2.8 (Astrini & Oswald, 2012). Pada data raster, resolusi ditentukan oleh ukuran pikselnya, yang berarti resolusi piksel merefleksikan ukuran nyata di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap piksel dalam data tersebut. Semakin kecil ukuran area yang diwakili oleh satu piksel, maka resolusinya semakin tinggi Gambar 2.9 (Astrini & Oswald, 2012). Format raster sangat efektif untuk merepresentasikan batas yang berubah secara bertahap, seperti jenis tanah, tutupan lahan, dan vegetasi (Nobel D. Sekeon et al., 2016).



Gambar 2.9 Model Data Raster

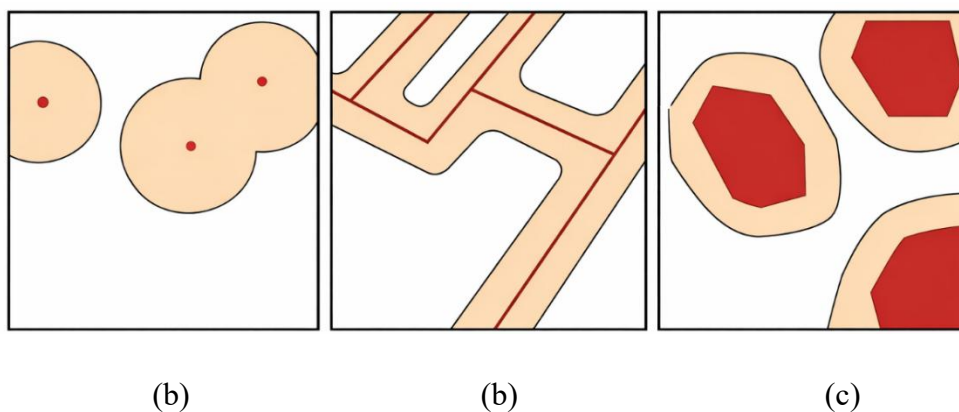


Gambar 2.10 Resolusi Data Raster: (a) Tinggi, (b) Sedang, (c) Rendah

2.3.2 Analisis Spasial Vektor (*Buffer Analysis*)

Metode buffer merupakan teknik analisis yang dipakai untuk mengenali hubungan kedekatan suatu titik dengan wilayah sekitarnya, yang dikenal juga sebagai analisis kedekatan (*proximity analysis*). Teknik ini sering diterapkan dalam penentuan lokasi strategis, misalnya untuk mengukur wilayah yang terpengaruh oleh suatu titik, garis, atau poligon berdasarkan jarak tertentu.

Pada dasarnya, proses buffering menghasilkan dua wilayah, yakni wilayah yang berada di dalam jarak tertentu dari objek geografis dan wilayah yang berada di luar jarak tersebut. (Alviana et al., 2023) Wilayah di dalam jarak spesifik ini disebut zona buffer dan biasanya direpresentasikan sebagai poligon vektor yang mengelilingi fitur titik, garis, maupun poligon Gambar 2.10 (Nusantara Geosains Institut, 2024).



Gambar 2.11 *Buffer Zone* : (a) Titik, (b) Garis), dan (c) Poligon

Buffer yang terbentuk dari titik biasanya mewakili jangkauan layanan atau cakupan fungsi yang ada pada titik tersebut. Sedangkan *buffer* yang berasal dari garis dan poligon lebih sering menggambarkan dampak dari fenomena tertentu yang tergambar pada peta, seperti wilayah yang terdampak luapan sungai atau tingkat kebisingan di sekitar jalan raya. Pada *buffer* poligon, terdapat dua jenis berdasarkan arah pembentukannya, yaitu *buffer* yang melebar ke luar dan yang mengerut ke dalam. *Buffer* yang mengerut ke dalam dikenal dengan istilah *set-backs*, yang berfungsi menunjukkan pengaruh poligon terhadap regulasi tertentu, misalnya garis sempadan bangunan atau rencana pelebaran jalan yang dapat mengurangi luas lahan dalam poligon tersebut (Aqli Wafirul, 2010).

Konsep aksesibilitas pada transportasi umum mengacu pada kemudahan akses masyarakat terhadap layanan angkutan, yang biasanya diukur berdasarkan jarak berjalan kaki ke fasilitas seperti halte. Aksesibilitas optimal tercapai ketika jarak tempuh tersebut masuk akal dan sesuai dengan kemampuan pengguna, sehingga halte dapat dimanfaatkan secara maksimal. Dalam perencanaan halte, faktor aksesibilitas ini krusial karena berdampak langsung pada preferensi masyarakat untuk memilih angkutan umum (Z.Tamin, 2000).

Catchment area atau wilayah jangkauan halte mencerminkan area yang masih bisa dilayani secara efektif oleh fasilitas tersebut dalam batas jarak maksimal tertentu. Konsep ini membantu menilai apakah suatu kawasan sudah tercakup layanan atau masih butuh penambahan halte. Melalui analisis spasial, jangkauan ini divisualisasikan sebagai *buffer*, memungkinkan pengukuran dan evaluasi keterjangkauan transportasi umum secara kuantitatif serta objektif.

Dengan GIS, konsep aksesibilitas dan *catchment area* diubah menjadi analisis spasial yang menggabungkan data rute angkutan kota, distribusi halte, serta pola tata guna lahan. Hasil dari *buffer* dan *overlay* analisis ini mengungkap zona-zona dengan akses terbatas ke halte serta potensi lokasi baru untuk fasilitas tambahan. Dengan begitu, GIS menjadi alat vital dalam mengevaluasi kebutuhan halte berdasarkan jangkauan layanan dan dinamika aktivitas wilayah secara spasial.

Dalam pembentukan *buffer* untuk menganalisis fenomena atau dampak suatu elemen peta, diperlukan integrasi antara visualisasi peta tematik yang mengklasifikasikan berdasarkan tema, dengan data yang terkandung dalam elemen

peta tersebut. Peta tematik bertujuan untuk membedakan tiap elemen peta berdasarkan fungsi, kepemilikan, atau status, meskipun bentuk elemen tersebut sama seperti poligon, garis, atau titik, sehingga analisis buffer menjadi lebih tepat dan informatif (Aqli Wafirul, 2010). Langkah-langkah melakukan operasi *buffer* di QGIS menurut Nusantara Geosains Institut (2024) adalah sebagai berikut:

1. Input data vektor yang akan dilakukan operasi *buffer* ke dalam QGIS
2. Pada menu bar, pilih *Vector > Geoprocessing Tools > Buffer*
3. Tentukan input layer yang akan dilakukan operasi buffer. Tentukan juga jarak *buffer* (pastikan sistem koordinat menggunakan UTM). Kemudian atur *segments*, di mana semakin tinggi *segments* maka semakin halus lengkungan *buffer*. Tentukan bentuk ujung *buffer* (*round, flat, square*) sesuai kebutuhan dan juga *join style* yang menentukan apakah sudut sambungan akan berbentuk bulat (*round*), runcing (*miter*), atau tumpul (*beveled*) ketika membuat *offset* pada sudut garis.
4. Jalankan operasi *buffer* dengan meng-klik *Run*.

Analisis *buffer* dapat digunakan untuk membantu menentukan lokasi halte yang diperlukan dengan menempatkan halte di area yang memiliki kebutuhan tinggi, seperti permukiman dan kawasan aktivitas. Selain itu, analisis ini juga memastikan bahwa halte berada dalam radius yang dapat dijangkau dengan berjalan kaki guna meningkatkan jumlah pengguna angkutan umum sekaligus mengurangi kesenjangan pelayanan transportasi dengan menempatkan halte di daerah yang minim kendaraan pribadi. Dengan demikian, penempatan halte yang didasarkan pada analisis *buffer* dapat mendukung peningkatan aksesibilitas dan efektivitas layanan transportasi umum.

2.4 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Author	Variable & Metode	Ringkasan Penelitian
1.	Perencanaan Konektivitas Rute Pengangkutan Umum	Pradipta et al. (2023)	Variabel: rute angkutan, konektivitas jaringan, aksesibilitas	Penelitian ini mengevaluasi keterhubungan rute angkutan umum terhadap pusat

No	Judul	Author	Variable & Metode	Ringkasan Penelitian
			Metode: analisis jaringan transportasi dan evaluasi rute	aktivitas perkotaan. Hasil menunjukkan bahwa perencanaan rute yang tidak terintegrasi dengan pola aktivitas menyebabkan rendahnya efektivitas pelayanan angkutan umum.
2.	Penentuan Trayek Jaringan Angkutan Umum Berbasis BRT	Nugroho et al. (2021)	Variabel: tata guna lahan, kepadatan penduduk, jaringan jalan Metode: analisis spasial dan evaluasi trayek	Studi ini menekankan bahwa penentuan trayek harus mengikuti distribusi aktivitas dan permintaan perjalanan. Trayek yang dirancang tanpa mempertimbangkan tata guna lahan berpotensi menurunkan minat penggunaan angkutan umum.
3.	Tinjauan Kinerja Pelayanan Angkutan Umum	Ariga & Bastian (2020)	Variabel: waktu tempuh, kenyamanan, akses halte Metode: analisis deskriptif kinerja pelayanan	Penelitian menunjukkan bahwa keberadaan dan keterjangkauan halte berpengaruh langsung terhadap kepuasan pengguna angkutan kota. Jarak halte yang terlalu jauh menurunkan kualitas pelayanan.
4.	Bangkitan dan Tarikan Pergerakan di Kawasan Pendidikan	Fuady et al. (2021)	Variabel: jenis aktivitas, intensitas fasilitas, volume perjalanan Metode: analisis bangkitan-tarikan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan dengan fungsi pendidikan memiliki tarikan pergerakan yang tinggi, sehingga perlu didukung oleh fasilitas transportasi publik seperti halte

No	Judul	Author	Variable & Metode	Ringkasan Penelitian
				dan rute angkutan yang memadai.
5.	Model Bangkitan dan Tarikan Perjalanan Kendaraan pada Pasar	Pakpahan & Roosmadianto (2021)	Variabel: jenis kegiatan, luas bangunan, jumlah perjalanan Metode: pemodelan bangkitan-tarikan	Penelitian ini menegaskan bahwa pusat kegiatan ekonomi seperti pasar merupakan zona tarikan pergerakan tinggi yang membutuhkan akses transportasi publik yang baik dan terstruktur.
6.	Analisis Bangkitan dan Tarikan Pergerakan Penduduk Kota Manado	Kumaat (2013)	Variabel: jumlah penduduk, fasilitas, pola perjalanan Metode: analisis matriks asal-tujuan	Studi ini menunjukkan bahwa tarikan perjalanan memiliki pengaruh lebih besar dibandingkan bangkitan dalam menentukan intensitas pergerakan harian, sehingga fasilitas transportasi sebaiknya difokuskan pada zona tarikan.
7.	Strategi Pengembangan Sistem Transportasi dengan Pendekatan TOD	Barus et al. (2023)	Variabel: aksesibilitas, simpul transportasi, tata guna lahan Metode: analisis spasial GIS	Penelitian ini menegaskan bahwa GIS mampu mengidentifikasi lokasi simpul transportasi yang optimal, termasuk halte, dengan mempertimbangkan kepadatan aktivitas dan keterjangkauan wilayah.
8.	Analisis Buffer dalam SIG untuk Perencanaan Ruang	Aqli Wafirul (2010)	Variabel: jarak layanan, objek spasial Metode: buffer analysis GIS	Studi ini membuktikan bahwa analisis buffer efektif untuk menentukan jangkauan pelayanan suatu fasilitas, termasuk halte angkutan umum,

No	Judul	Author	Variable & Metode	Ringkasan Penelitian
				berdasarkan radius tertentu.
9.	Analisis Buffer SIG untuk Pemilihan Jarak Terdekat	Alviana et al. (2023)	Variabel: jarak, lokasi fasilitas, aksesibilitas Metode: buffer dan proximity analysis	Penelitian menunjukkan bahwa metode buffer dalam GIS mampu menentukan lokasi fasilitas secara objektif dan akurat berdasarkan kedekatan spasial.
10.	Pola Penggunaan Lahan terhadap Sistem Pergerakan Lalu Lintas	Asfiati & Zurkiyah (2021)	Variabel: penggunaan lahan, volume lalu lintas Metode: analisis hubungan spasial	Hasil penelitian menegaskan bahwa perubahan tata guna lahan berdampak langsung terhadap peningkatan pergerakan dan kebutuhan sistem transportasi publik.