

2 LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Transportasi

Sistem transportasi merupakan suatu bentuk keterikatan dan keterkaitan antara penumpang, barang, prasarana, dan sarana yang berinteraksi dalam rangka perpindahan orang atau barang yang tercakup dalam suatu tatanan, baik secara alami maupun buatan/rekayasa (Hadihardaja, 1997). Terdapat 3 ragam sistem transportasi, yaitu sistem kegiatan, sistem jaringan, dan sistem pergerakan. Sistem kegiatan atau tata guna lahan mempunyai jenis kegiatan tertentu yang akan membangkitkan pergerakan dan akan menarik pergerakan dalam proses pemenuhan kebutuhan, sistem jaringan merupakan moda transportasi (sarana) dan media (sarana) dan media (prasarana/infrastruktur) tempat moda transportasi bergerak, sedangkan sistem pergerakan ditimbulkan karena interaksi antara sistem kegiatan dan sistem jaringan.

2.1.1 Angkutan Kota

Angkutan kota adalah sarana transportasi penumpang perkotaan yang biasanya dijalankan di jalan raya pada kondisi lalu lintas campuran (*mixed traffic*) yang disediakan oleh swasta atau operator umum dan berada dalam kelompok dan rute tertentu (Vuchic, 2007). Angkutan kota (angkot) merupakan salah satu sarana transportasi darat dan merupakan bagian dari angkutan umum. Sebagai angkutan umum, angkot memiliki peran dalam memenuhi kebutuhan mobilitas manusia yang terus meningkat dan memungkinkan perpindahan dari satu lokasi ke lokasi lain dalam jarak dekat, menengah, maupun jauh.

Tujuan utama keberadaan angkutan kota adalah menyelenggarakan pelayanan angkutan yang baik (aman, cepat, murah, dan nyaman) dan layak bagi masyarakat. Karena sifatnya yang massal, keberadaan angkutan kota selain mengandung arti pengurangan volume lalu lintas kendaraan pribadi, juga lebih murah karena biaya angkut dapat dibebankan kepada banyak penumpang. Karena sifat massal itu juga maka diperlukan adanya kesamaan di antara para penumpang berkenaan dengan asal dan tujuan (S. Warpani, 1990).

Angkutan kota beroperasi sesuai dengan trayek atau rute yang telah ditetapkan. Menurut Setijowarno & Frazila (2001), rute atau trayek pelayanan angkutan kota dipengaruhi oleh pola perjalanan penduduk dan penyebarannya, serta kondisi fisik wilayah yang akan dilayani angkutan kota. Berdasarkan UU No. 22 Tahun 2009, penyelenggaraan angkutan umum dilakukan dalam upaya memenuhi kebutuhan angkutan yang selamat, aman, nyaman, dan terjangkau. Dalam hal ini, pemerintah bertanggung jawab atas penyelenggaraan angkutan umum tersebut. Keberadaan angkutan umum sangat dibutuhkan oleh masyarakat, khususnya bagi golongan masyarakat yang tidak dapat memfasilitasi pergerakannya dengan angkutan pribadi. Bagi Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota wajib menjamin tersedianya angkutan umum untuk jasa angkutan orang dan/atau barang dalam wilayah kabupaten/kota.

2.1.2 Trayek/Rute Angkutan Kota

Trayek atau rute angkutan umum dapat didefinisikan sebagai jalur tetap di mana angkutan umum beroperasi untuk melayani proses naik dan turun penumpang angkutan di lokasi-lokasi tertentu. Menurut PP No. 74 Tahun 2014 tentang Angkutan Jalan, trayek adalah lintasan kendaraan bermotor umum untuk pelayanan jasa angkutan orang dengan mobil penumpang atau mobil bus yang mempunyai asal dan tujuan perjalanan tetap, lintasan tetap, dan jenis kendaraan tetap serta berjadwal atau tidak berjadwal. Rute angkutan umum biasanya ditempatkan di lokasi di mana memang diperkirakan memang ada calon penumpang yang akan dilayani dalam suatu kota, pada umumnya rute yang melayani masyarakat (S. P. Warpani, 2002)

Berdasarkan Penjelasan Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.687/AJ.206/DRJD/2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur, jaringan trayek adalah kumpulan trayek yang menjadi satu kesatuan pelayanan angkutan orang. Dalam menetapkan jaringan trayek, faktor-faktor yang menjadi bahan pertimbangan yaitu sebagai berikut:

1. Pola tata guna lahan. Pelayanan angkutan umum diusahakan mampu menyediakan aksesibilitas yang baik. Untuk memenuhi hal itu, lintasan trayek

angkutan umum diusahakan melewati tata guna tanah dengan potensi permintaan yang tinggi. Demikian juga lokasi-lokasi yang potensial menjadi tujuan bepergian diusahakan menjadi prioritas pelayanan.

2. Pola pergerakan penumpang angkutan umum. Rute angkutan umum yang baik adalah arah yang mengikuti pola pergerakan penumpang angkutan sehingga tercipta pergerakan yang lebih efisien. Trayek angkutan umum harus dirancang sesuai dengan pola pergerakan penduduk yang terjadi, sehingga transfer moda yang terjadi pada saat penumpang mengadakan perjalanan dengan angkutan umum dapat diminimumkan.
3. Kepadatan penduduk. Salah satu faktor menjadi prioritas angkutan umum adalah wilayah kepadatan penduduk yang tinggi, yang pada umumnya merupakan wilayah yang mempunyai potensi permintaan yang tinggi. Trayek angkutan umum yang ada diusahakan sedekat mungkin menjangkau wilayah tersebut.
4. Daerah pelayanan. Pelayanan angkutan umum, selain memperhatikan wilayah-wilayah potensial pelayanan, juga menjangkau semua wilayah perkotaan yang ada. Hal ini sesuai dengan konsep pemerataan pelayanan terhadap penyediaan fasilitas angkutan umum.
5. Karakteristik jaringan. Kondisi jaringan jalan akan menentukan pola pelayanan trayek angkutan umum. Karakteristik jaringan jalan meliputi konfigurasi, klasifikasi, fungsi, lebar jalan, dan tipe operasi jalur. Operasi angkutan umum sangat dipengaruhi oleh karakteristik jaringan jalan yang ada.

2.1.3 Halte

Menurut PM No. 10 Tahun 2012 tentang Standar Pelayanan Minimal Angkutan Massal Berbasis Jalan, halte adalah tempat pemberhentian kendaraan bermotor umum untuk menaikkan dan menurunkan penumpang yang dilengkapi fasilitas pendukung tertentu seperti tempat duduk, papan informasi, dan peneduh. Dalam konteks transportasi perkotaan, halte memegang peran penting sebagai titik persinggahan yang terorganisir guna memastikan kelancaran mobilitas masyarakat. Halte angkutan umum sering kali menjadi bagian dari sistem transportasi yang lebih besar dan terintegrasi, berfungsi sebagai titik konektivitas antar moda transportasi.

Sejalan dengan definisinya, fungsi utama halte yaitu sebagai titik naik dan turunnya penumpang angkutan umum. Melalui halte, penyediaan lokasi yang aman dan nyaman bagi penumpang untuk naik atau turun dari angkutan umum terpenuhi. Selain itu, halte juga berperan penting dalam pengaturan lalu lintas kota. Aktivitas menaikkan dan menurunkan penumpang yang dilakukan di lokasi halte dapat mengurangi kemacetan dibandingkan kendaraan umum yang berhenti di sembarang tempat.

Perencanaan halte diatur dalam Pedoman Teknis Perencanaan Tempat Perhentian Kendaraan Penumpang Umum (TPKPU) yang dikeluarkan oleh Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat pada Tahun 1996. 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.

1. Tujuan Perencanaan TPKPU

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 Perencanaan TPKPU

Persyaratan umum 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 antara halte disesuaikan dengan tata guna lahan dan lokasinya. Penentuan jarak antar halte ini merupakan komponen yang harus diperhitungkan karena menyangkut aksesibilitas lokasi halte oleh pengguna halte. Berikut disajikan tabel jarak halte pada Tabel 2.1 (Departemen Perhubungan, 1996) berikut.

Tabel 2.1 Jarak Halte

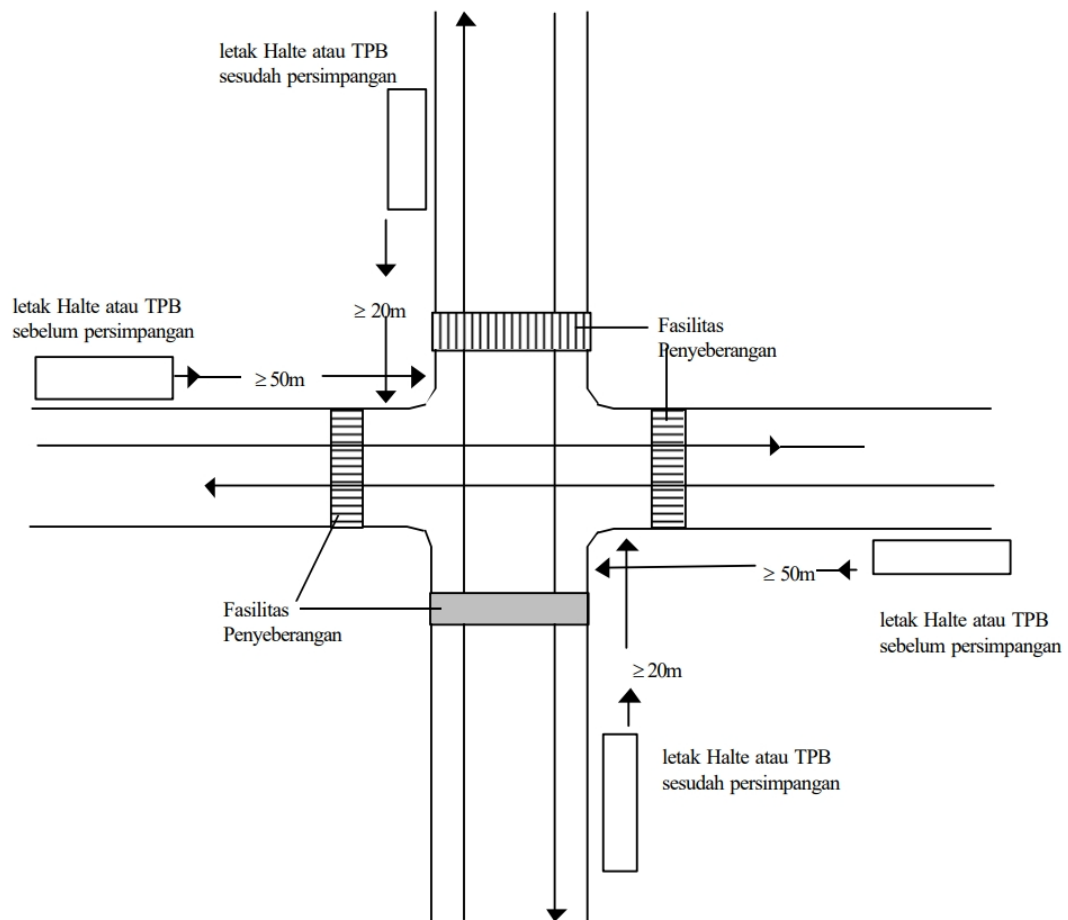
Zona	Tata Guna Lahan	Lokasi	Jarak Tempat Henti (m)
1	Pusat kegiatan sangat padat: pasar, pertokoan	CBD, Kota	200 – 300
2	Padat : perkantoran, sekolah, jasa	Kota	300 – 400
3	Permukiman	Kota	300 – 400
4	Campuran padat: perumahan, sekolah, jasa	Pinggiran	300 – 500
5	Campuran jarang: perumahan, ladang, sawah,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

4. Tata Letak Halte

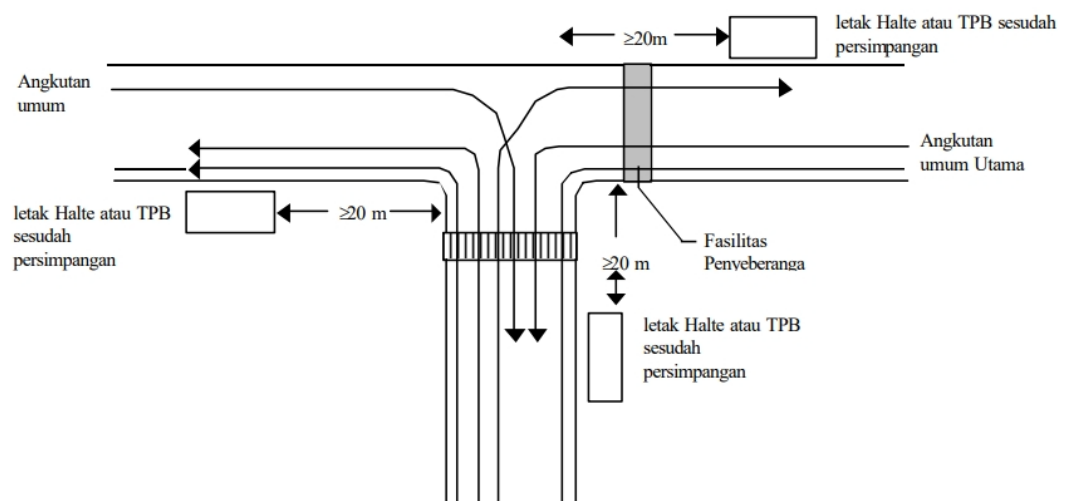
Dalam perencanaan rekayasa halte, tata letak halte merupakan hal yang harus diperhitungkan. Tata letak halte yang sembarangan dapat mengakibatkan lalu lintas terganggu, seperti terjadinya kemacetan. Tata letak halte terhadap ruang lalu lintas adalah sebagai berikut:

- 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 2.1 dan Gambar 2.2.

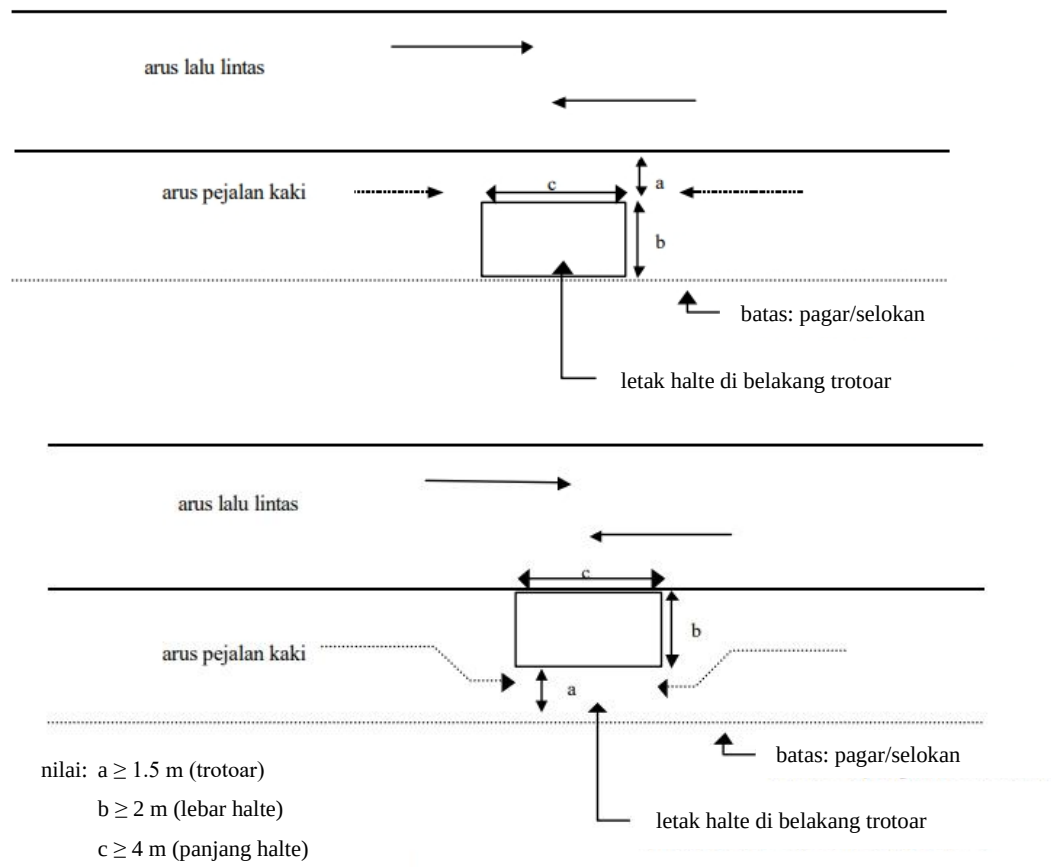
e. Peletakan di ruas jalan terlihat sebagaimana Gambar 2.3.



Gambar 2.1 Peletakan Tempat Perhentian di Pertemuan Jalan Simping Empat



Gambar 2.2 Peletakan Tempat Perhentian di Pertemuan Jalan Simping Tiga



Gambar 2.3 Tata Letak Halte pada Ruas Jalan

2.2 Potensi Pergerakan

Menurut Tamin & Frazila (1997), prasarana transportasi mempunyai dua peran utama, pertama sebagai alat bantu untuk mengarahkan pembangunan di daerah perkotaan, dan kedua sebagai prasarana bagi pergerakan manusia dan/atau barang yang timbul akibat adanya kegiatan di daerah perkotaan tersebut. Pergerakan adalah aktivitas yang kita lakukan sehari-hari untuk berbagai macam alasan dan tujuan seperti belajar, olahraga, belanja, hiburan, dan rekreasi. Jika terdapat kebutuhan akan pergerakan yang besar, tentu dibutuhkan pula sistem jaringan transportasi yang cukup untuk dapat menampung kebutuhan akan pergerakan tersebut (Tamin, 2000).

Menurut Morlok (1978), timbulnya pergerakan karena adanya proses pemenuhan kebutuhan yang tidak dapat dipenuhi di tempat asalnya. Pergerakan ini terbentuk karena manusia memerlukan mobilitas dalam aktivitas sehari-hari, yang dikategorikan berdasarkan tujuan perjalanannya.

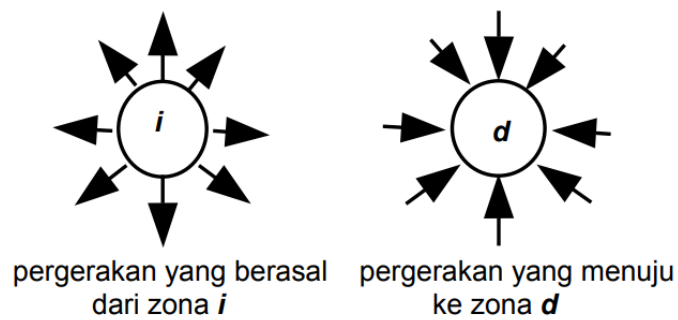
2.2.1 Bangkitan dan Tarikan Pergerakan

Bangkitan pergerakan adalah tahapan pemodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona atau tata guna lahan dan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona (Tamin, 2000). Bangkitan perjalanan seseorang atau sekelompok orang yang dibedakan menjadi dua macam yaitu perjalanan berasal dari rumah (*home based*) dan perjalanan bukan berasal dari rumah (*non-home based*). Jumlah kejadian bangkitan perjalanan yang dilakukan seseorang di tiap daerah/wilayah akan berbeda-beda dikarenakan beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain:

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

Tarikan perjalanan adalah tahapan pemodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona. Tarikan lalu lintas tersebut tergantung pada dua aspek tata guna lahan, yaitu jenis dan jumlah aktivitas/intensitas pada tata guna lahan tersebut. Faktor yang mempengaruhi tarikan perjalanan biasanya adalah kantor pemerintah dan perdagangan, sekolah dan taman rekreasi. Besarnya tarikan masing-masing tata guna lahan akan berbeda untuk luas dan fungsinya karena besarnya tarikan bangunan diukur dari luas setiap lantai yang digunakan untuk aktivitas.

Menurut Nur dkk. (2021), faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya pergerakan dari suatu perjalanan (*trip*) merupakan fungsi dari ketiga faktor besar, yaitu pola tata guna lahan dan pembangunan di daerah penelitian, karakteristik sosial ekonomi dan aktivitas penduduk yang melakukan perjalanan dari wilayah tersebut, dan kapabilitas dan keadaan sistem transportasi yang ada di daerah penelitian. Bangkitan dan tarikan pergerakan menurut Tamin (2000) dapat diilustrasikan pada Gambar 2.4 berikut.



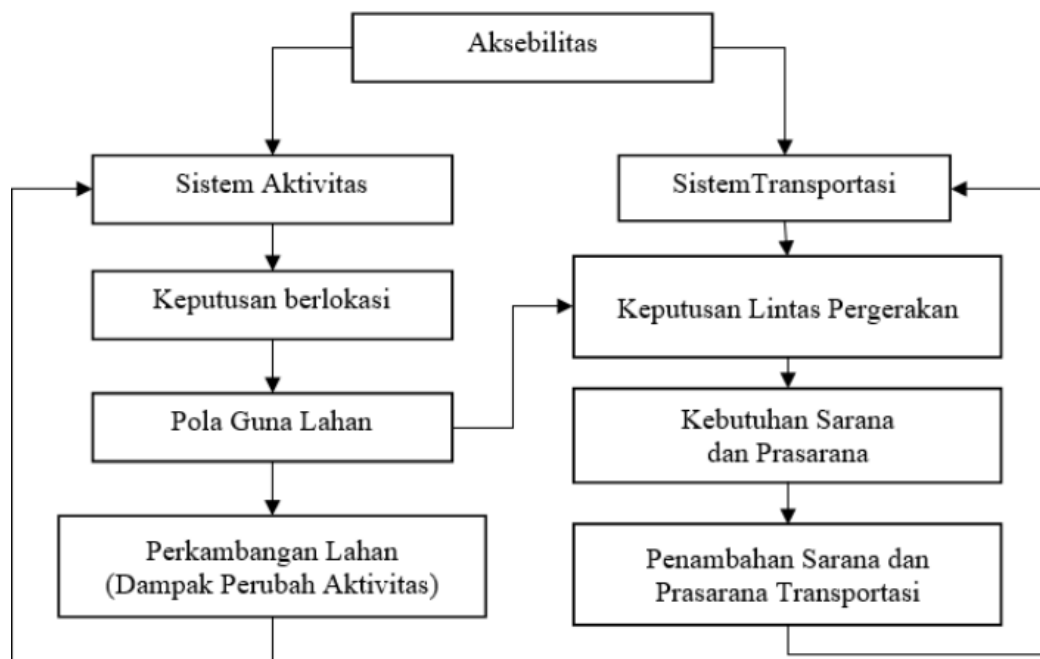
Gambar 2.4 Bangkitan dan Tarikan Pergerakan

2.2.2 Hubungan Tata Guna Lahan dengan Potensi Pergerakan

Analisis pola guna lahan dan pergerakan penduduk menjadi gambaran bagi konsep pengelolaan sistem transportasi mengikuti pola bangkitan, tarikan. Menurut Nur dkk. (2021), perubahan suatu guna lahan yang memiliki aksesibilitas yang baik dapat menciptakan aktivitas bangkitan dan tarikan.

Pertumbuhan penggunaan lahan yang pesat dari tahun ke tahun menyebabkan perubahan dalam penggunaan lahan, baik untuk permukiman maupun perumahan. Lahan yang sebelumnya tidak memiliki bangunan dapat bertransformasi menjadi area terbangun. Seiring meningkatnya kebutuhan dan penggunaan lahan, permintaan terhadap moda transportasi sebagai sarana mobilitas juga semakin tinggi. Oleh karena itu, perkembangan penggunaan lahan berpengaruh terhadap perkembangan sistem jaringan transportasi. Peningkatan dan perbaikan jaringan transportasi di suatu wilayah akan meningkatkan aksesibilitas, sehingga dapat mendukung berbagai aktivitas di kawasan tersebut.

Bagan hubungan antara pola guna lahan dan sistem transportasi menurut Fajri (2023), ditunjukkan dalam Gambar 2.5. Berdasarkan bagan tersebut, dapat diketahui bahwa aktivitas transportasi terjadi karena dipengaruhi oleh pola penggunaan lahan di suatu daerah. Perubahan dalam pola guna lahan akan meningkatkan aktivitas penduduk, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan kebutuhan perjalanan. Bertambahnya permintaan perjalanan juga mempengaruhi ketersediaan sarana dan prasarana transportasi yang perlu disediakan, sehingga menyebabkan perubahan dalam tingkat aksesibilitas.



Gambar 2.5 Sistem Interaksi Pola Guna Lahan dan Sistem Transportasi

Nilai bangkitan dan tarikan pergerakan (*trip generation and attraction*) dalam suatu wilayah seperti permukiman, perumahan, kawasan aktivitas, dan lainnya dapat diperoleh melalui salah satu pendekatan yang umum digunakan, yaitu mengacu pada *Trip Generation Manual* edisi ke-11 yang diterbitkan oleh Institute of Transportation Engineers (ITE). Manual ini merupakan panduan komprehensif yang menyediakan data empiris tentang jumlah pergerakan (*trip*) yang dihasilkan atau ditarik oleh berbagai jenis penggunaan lahan, berdasarkan studi lapangan di berbagai lokasi di Amerika Utara.

Trip generation adalah proses perhitungan jumlah perjalanan yang dihasilkan (bangkitan) dari suatu zona (misalnya kawasan permukiman) dan jumlah perjalanan yang ditarik (tarikan) ke suatu zona (misalnya pusat perbelanjaan atau kantor). Dalam *ITE Trip Generation Manual* edisi ke-11, data disajikan berdasarkan kategori penggunaan lahan seperti "*Residential*", "*Commercial*", "*Institutional*", hingga "*Industrial*", masing-masing dengan kode *Land Use Code* (LUC). Setiap LUC memiliki tabel dan grafik yang menunjukkan rata-rata jumlah perjalanan per satuan ukuran (misalnya per unit rumah tangga, 1000 ft² GFA, kamar hotel, dan sebagainya) untuk memperkirakan jumlah perjalanan yang dihasilkan oleh suatu fasilitas atau properti.

Jumlah perjalanan yang dibangkitkan oleh permukiman atau perumahan dapat dilihat dari jumlah unit rumah yang ada di dalam sebuah kawasan. Jumlah unit tersebut kemudian dikalikan dengan nilai ITE *Average PM Peak Hour Trip Rate*. Berikut diberikan Persamaan 2.1 untuk menghitung jumlah perjalanan yang dihasilkan oleh permukiman atau perumahan (LUC 215) menurut Institute of Transportation Engineers (2021).

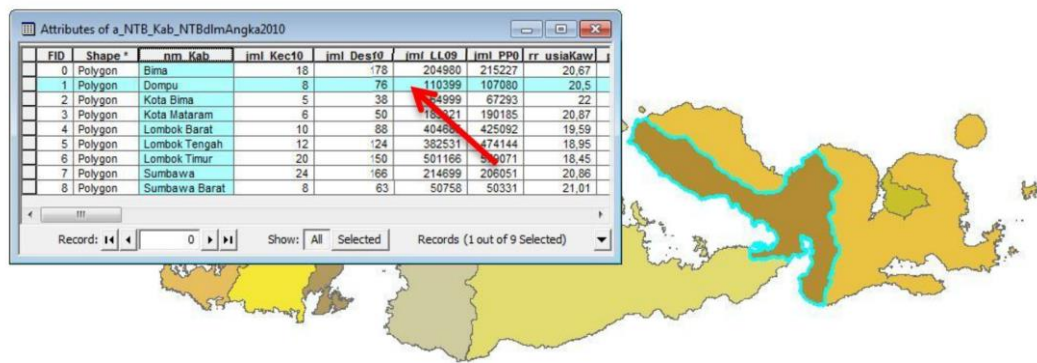
$$\text{Trip Generation} = 0.57 \times \text{Jumlah Unit} \quad (2.1)$$

2.3 *Geographic Information System*

Geographic Information System (GIS) diartikan sebagai sistem untuk menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis dan memaparkan data yang berkaitan dengan semua ruang yang berhubungan dengan keadaan bumi (Awangga, 2019). GIS ini memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, mengolah serta menganalisisnya, dan akhirnya menyajikan hasil dalam bentuk peta.

Menurut Astrini & Oswald (2012), sebagian besar data yang akan ditangani dalam GIS merupakan data spasial yaitu data yang berorientasi geografis, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang membuatnya berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (*attribute*). Data spasial dan data atribut dalam GIS dapat dilihat pada Gambar 2.6 (Astrini & Oswald, 2012).

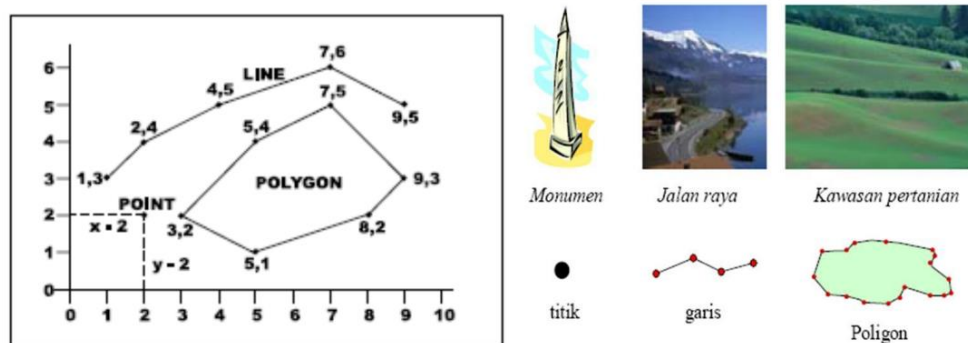
1. Informasi lokasi atau informasi spasial. Contoh umumnya adalah informasi lintang dan bujur, termasuk di antaranya informasi datum dan proyeksi.
2. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial. Suatu lokalitas bisa mempunyai beberapa atribut atau properti yang berkaitan dengannya. Contohnya yaitu jenis bencana, kependudukan, pendapatan per tahun, dan lain-lain.



Gambar 2.6 Data Spasial dan Data Atribut

2.3.1 Data Spasial Vektor

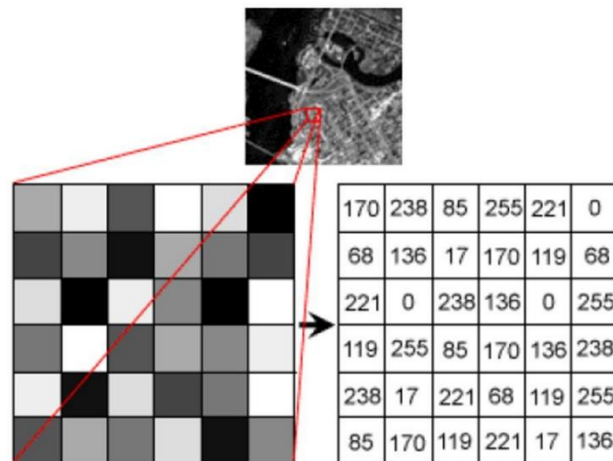
Data spasial direpresentasikan ke dalam dua format, yaitu data vektor dan data raster (Erkamim dkk., 2023). Format data vektor merupakan data yang dapat merepresentasikan objek di permukaan bumi dan atribut basis datanya. Format data vektor umumnya terdiri dari *file* atau basis data yang berisi informasi tentang lokasi dan atribut dari entitas geografis tersebut. Format data vektor digunakan untuk menyimpan data geografis yang diwakili sebagai objek geometris seperti titik, garis, atau poligon. Berikut disajikan ilustrasi model data vektor dalam GIS pada Gambar 2.7 (Astrini & Oswald, 2012).



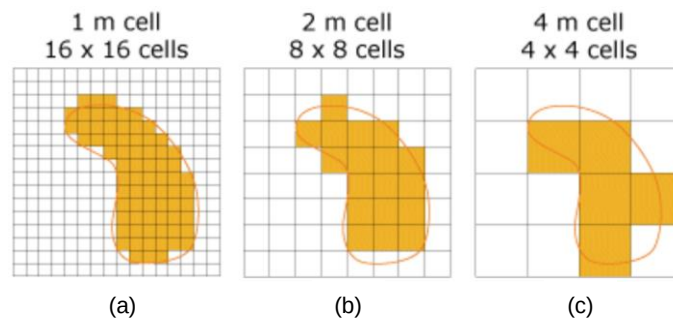
Gambar 2.7 Model Data Vektor

Format data raster merupakan format yang digunakan untuk menyimpan dan merepresentasikan data geografis dalam bentuk matriks piksel. Setiap piksel dalam data raster memiliki nilai yang merepresentasikan atribut atau nilai fenomena di lokasi tersebut, lihat Gambar 2.8 (Astrini & Oswald, 2012). Pada data raster, resolusi tergantung pada ukuran pikselnya. Dengan kata lain, resolusi piksel

menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap piksel pada data. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, maka semakin tinggi resolusinya (Gambar 2.9)(Astrini & Oswald, 2012). Format data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, vegetasi lahan dan sebagainya (Erkamim dkk., 2023).



Gambar 2.8 Model Data Raster

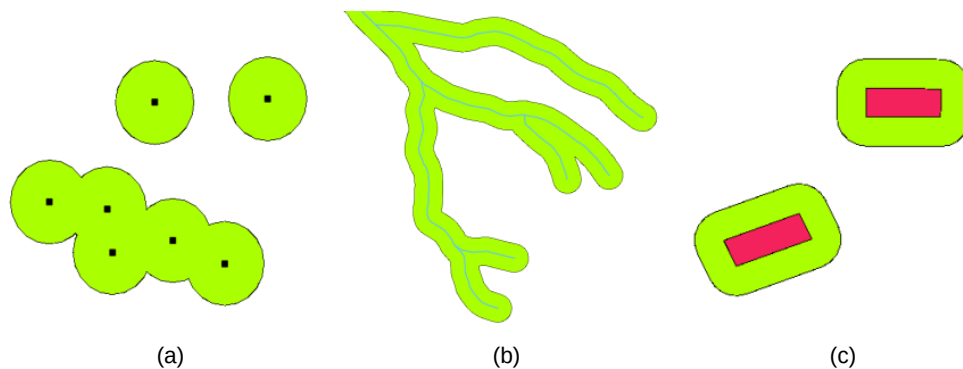


Gambar 2.9 Resolusi Data Raster: (a) Tinggi, (b) Sedang, (c) Rendah

2.3.2 Analisis Spasial Vektor (*Buffer Analysis*)

Buffer adalah salah satu metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi keterkaitan antara suatu titik dengan area sekitarnya, yang dikenal sebagai *Proximity Analysis* (analisis kedekatan) (Aqli, 2010). Analisis ini umumnya diterapkan dalam proses pemilihan lokasi atau lahan yang strategis, misalnya untuk menentukan area yang terpengaruh oleh suatu titik, garis, atau poligon dengan radius tertentu.

Buffering biasanya menciptakan dua area: satu area yang berada dalam jarak tertentu dari fitur dunia nyata yang dipilih dan area lainnya di luarnya. Daerah yang berada dalam jarak tertentu disebut dengan *buffer zone* (QGIS Project, n.d.). Dalam Aplikasi GIS, *buffer zone* selalu direpresentasikan sebagai poligon vektor yang melingkupi fitur poligon, garis, atau titik lainnya (Gambar 2.10)(QGIS Project, n.d.).



Gambar 2.10 *Buffer Zone*: (a) Titik, (b) Garis, dan (c) Poligon

Buffer yang dihasilkan dari titik biasanya merepresentasikan cakupan atau jangkauan layanan dari fungsi yang ada pada titik tersebut. Sementara itu, *buffer* yang terbentuk dari garis dan poligon lebih sering menggambarkan dampak suatu fenomena yang terdapat dalam peta, seperti area terdampak luapan sungai atau tingkat kebisingan di sekitar jalan raya. Pada *buffer* berbentuk poligon, terdapat dua jenis berdasarkan arah pembentukannya, yaitu keluar dan ke dalam. *Buffer* yang mengarah ke dalam disebut *set-backs*, yang berfungsi untuk merepresentasikan pengaruh suatu poligon terhadap regulasi tertentu, misalnya garis sempadan bangunan atau rencana pelebaran jalan yang dapat memengaruhi luas lahan dalam poligon tersebut (Aqli, 2010).

Menurut Aqli (2010), pembentukan *buffer* untuk menganalisis fenomena atau dampak suatu elemen peta, diperlukan integrasi antara visualisasi peta yang diklasifikasikan dalam berbagai tema (peta tematik) dengan data yang terdapat dalam setiap elemen peta. Peta tematik berfungsi untuk membedakan elemen-elemen peta berdasarkan fungsi, kepemilikan, atau statusnya, meskipun elemen-elemen tersebut memiliki bentuk yang sama, seperti poligon, garis, atau titik. 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*.

Buffer analysis dapat membantu dalam penentuan lokasi kebutuhan halte dengan menentukan lokasi halte di area dengan kebutuhan tinggi, seperti permukiman dan kawasan aktivitas kegiatan. Selain itu, memastikan keterjangkauan halte dalam radius berjalan kaki untuk meningkatkan jumlah pengguna angkutan umum dan mengurangi kesenjangan layanan transportasi umum dengan menempatkan halte di daerah minim kendaraan pribadi.