



Pendekatan *Isochrone* terhadap Aksesibilitas Kawasan *Transit-Oriented Development* (TOD) pada Pembangunan Stasiun Tenjo Baru, Kabupaten Bogor

Dio Astya Firmansyah^{1*}, Tatas^{1,2}, Haris Muhammadun³, Ridho Bayuaji^{1,2}, Muhammad Sigit Darmawan^{1,2}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Sekolah Interdisiplin Manajemen dan Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Cokroaminoto No.12A, DR. Soetomo, Kec. Tegalsari, Surabaya, Jawa Timur 60264

²Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Raya Menur No.127, Manyar Sabrangan, Kec. Mulyorejo, Surabaya, Jawa Timur 60282

³PT. Wahana Trans Utama, Ruko Permata Niaga 2 No.73, Taman Royal 1&3, Kel. Tanah Tinggi, Kec. Tangerang, Kota Tangerang, Banten

*)Corresponding author: dioastyaa@gmail.com

(Received: October 7, 2025; Accepted: November 30, 2025)

Abstract

Isochrone Approach to Accessibility of Transit-Oriented Development (TOD) Areas in the Construction of New Tenjo Station, Bogor Regency. The complexity of transportation in Greater Jakarta (Jabodetabek) encourages the development of Transit-Oriented Development (TOD) areas. This study aims to analyze the level of pedestrian accessibility in the TOD development area of Tenjo Baru Station, Bogor Regency, using a travel time-based isochrone approach. The method used is spatial analysis using the Isochrone Convex Hull technique through Python programming with the OSMnx, GeoPandas, and NetworkX libraries, based on road network data from OpenStreetMap. The results show that pedestrian accessibility around Tenjo Baru Station is not optimal according to TOD principles. The area that can be reached within a 10-minute walk is still very limited, covering only a small part of Podomoro City. Land use distribution is still dominated by residential functions (2,331 units within a 30-minute radius), while non-residential facilities such as commercial, retail, and public facilities are still minimal. The road network shows heterogeneous characteristics with bottlenecks and dead-end roads outside the residential area, as well as a lack of connectivity to the north of the station. This analysis reveals a gap between the existing conditions and the TOD development plan, where the station's capture rate is at risk of being low due to limited accessibility. It is concluded that TOD development at Tenjo Baru Station is still in its early stages with the main challenges being the asymmetry of accessibility and the dominance of residential functions, so that spatial evidence-based planning interventions are needed to achieve optimal TOD principles.

Keywords: accessibility, isochrone, Transit-Oriented Development, New Tenjo Station, walkability, transportation planning

Abstrak

Kompleksitas transportasi di Jabodetabek mendorong pengembangan kawasan berbasis *Transit-Oriented Development* (TOD). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat aksesibilitas pejalan kaki di kawasan pengembangan TOD Stasiun Tenjo Baru, Kabupaten Bogor, dengan menggunakan pendekatan *isochrone* berbasis waktu tempuh. Metode yang digunakan adalah analisis spasial menggunakan teknik *Isochrone Convex Hull* melalui pemrograman Python dengan library OSMnx, GeoPandas dan NetworkX, berdasarkan data jaringan jalan dari OpenStreetMap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aksesibilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Tenjo Baru belum optimal sesuai prinsip TOD. Area yang dapat dijangkau dalam waktu 10 menit berjalan kaki masih sangat terbatas, hanya mencakup sebagian kecil Podomoro City.

Distribusi penggunaan lahan masih didominasi fungsi residensial (2.331 unit dalam radius 30 menit), sementara fasilitas nonresidensial seperti komersial, retail dan publik masih minim. Jaringan jalan menunjukkan karakteristik tidak homogen dengan *bottleneck* dan *dead-end roads* di luar kawasan perumahan, serta ketiadaan konektivitas ke arah utara stasiun. Analisis ini mengungkap kesenjangan antara kondisi eksisting dengan rencana pengembangan TOD, di mana *capture rate* stasiun berisiko rendah akibat keterbatasan aksesibilitas. Disimpulkan bahwa pengembangan TOD di Stasiun Tenjo Baru masih dalam tahap awal dengan tantangan utama pada asimetri aksesibilitas dan dominasi fungsi residensial, sehingga diperlukan intervensi perencanaan berbasis bukti spasial untuk mencapai prinsip TOD yang optimal.

Kata kunci: aksesibilitas, *isochrone*, *Transit-Oriented Development*, Stasiun Tenjo Baru, *walkability*, perencanaan transportasi

How to Cite This Article: Firmansyah, D. A., Tatas, T., Muhammadun, H., Bayuaji, R., & Darmawan, M. S. (2025). Pendekatan *Isochrone* terhadap Aksesibilitas Kawasan *Transit-Oriented Development* (TOD) pada Pembangunan Stasiun Tenjo Baru, Kabupaten Bogor. *JPII*, 3(4), 219-227. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2025.30854>

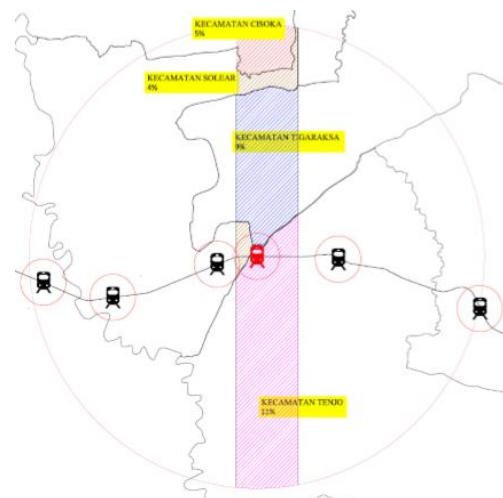
PENDAHULUAN

Kompleksnya transportasi di daerah metropolitan seperti Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi (Jabodetabek) menjadikan moda transportasi kereta menjadi moda transportasi umum yang sesuai untuk diterapkan di sana karena dapat menampung lebih banyak orang, tingkat keamanan yang tinggi, bebas dari kemacetan kendaraan, dan dapat melayani aktivitas mobilisasi yang sangat tinggi walaupun belum sepenuhnya terintegrasi dengan baik (Sunarto, 2009). Tetapi Jakarta Metropolitan Area (JMA) sudah menggeser solusi konvensional seperti pembangunan jalan baru menuju alternatif transportasi terintegrasi (Isa, 2014) dengan menyediakan alternatif angkutan umum seperti *Bus Rapid Transit* (BRT) TransJakarta, *Mass Rapid Transit* (MRT), *Light Rapid Transit* (LRT) dan Kereta Rel Listrik (KRL) *CommuterLine* (Handayani et al., 2021). Oleh sebab itu, dirasa sangat perlu menerapkan konsep *Transit-Oriented Development* (TOD) pada transportasi umum untuk memudahkan akses masyarakat (Jakarta Smart City, 2023; Taki & Maatouk, 2018). Upaya untuk mengintegrasikan transportasi memang sudah dilakukan, tetapi faktanya sistem integrasi transportasi di Jakarta 91% belum terintegrasi (Handayani et al., 2021). Misalnya Bus TransJakarta hanya 19 dari 220 halte yang terkoneksi dengan MRT, LRT dan KRL atau sekitar 8,6% saja (Handayani et al., 2021).

Dengan berkembangnya kawasan perumahan baru di kawasan Bogor dan Tangerang, dilakukan pembangunan stasiun KRL berbasis TOD sebagai pendukung akses transportasi umum di sana. Menurut laporan *Feasibility Study* (FS) Pembangunan Stasiun Tenjo Baru, Kecamatan Tenjo, sebagai daerah yang dilalui oleh KRL (Kereta Rel Listrik) relasi Stasiun Tanah Abang-Rangkas Bitung (Lebak) memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai kawasan TOD. Perkembangan permukiman yang masif di daerah tersebut menyebabkan

adanya potensi bangkitan (*demand*) transportasi, misalnya seperti:

- Perumahan Bintaro Jaya dengan total pengembangan sebesar 2.000 hektar, akan menghasilkan bangkitan dan tarikan perjalanan kurang lebih 400.000 orang;
- Perumahan Bumi Serpong Damai dengan total pengembangan sebesar 6.000 hektar, akan menghasilkan bangkitan dan tarikan perjalanan kurang lebih 1.200.000 orang;
- Perumahan PERUMNAS dan beberapa pengembang yang ada di sekitar Parung Panjang sebanyak 500 hektar, akan menghasilkan bangkitan dan tarikan perjalanan kurang lebih 120.000 orang;
- Perumahan Agung Podomoro Land yang ada di sekitar Tigaraksa dan Tenjo dengan total pengembangan sebanyak 652 hektar, akan menghasilkan bangkitan dan tarikan perjalanan kurang lebih 150.000 orang.



Gambar 1. *Catchment Area* Stasiun Tenjo Baru

Analisis *catchment area* yang tertuang dalam dokumen studi kelayakan, memiliki potensi cakupan terhadap 4 kecamatan di sekitarnya, yaitu Kecamatan Tenjo dengan potensi cakupan area 13%, Kecamatan Tigaraksa 9%, Kecamatan Solear 4% dan Kecamatan Cisoka 5%. Dari pemetaan *catchment area* ini belum bisa menjadi bukti seberapa banyak masyarakat yang terlayani berdasarkan banyaknya bangunan dan pusat-pusat aktivitas (*point of interest*). Berkaitan dengan hal tersebut, dalam proses perencanaan, konstruksi, hingga tahap pelaksanaan pembangunan stasiun baru ini perlu pendetailan potensi, memperhatikan unsur kode etik keinsinyuran, profesionalisme dan Keselamatan, Kesehatan, dan Keamanan Kerja Lingkungan (K3L) untuk mencapai hasil pekerjaan yang optimal.

Secara konsep, pengembangan transportasi berbasis TOD pertama kali diperkenalkan di Amerika Serikat pada akhir abad ke-19 ketika moda transportasi yang melayani kawasan pertumbuhan menjadi populer (Cervero et al., 2002; Evans & Pratt, 2007). Tujuan konsep ini adalah menggabungkan berbagai kegiatan fungsional (*mixed-use*) di area sekitar stasiun transit hingga radius yang dapat dijangkau pejalan kaki dengan cukup, nyaman, aman dan menyenangkan (yaitu, ± 400 -800 m atau sama dengan jarak berjalan kaki selama 10 menit). Sehingga perjalanan dapat digabungkan menjadi lebih singkat dan cepat dengan memadukan berbagai fungsi kegiatan (integrasi) (Hasibuan et al., 2014) seperti pusat komersial, perkantoran, ritel, jasa dan ruang terbuka publik (Taki & Maatouk, 2018). Menurut Shkurti (2022), salah satu aspek penting dalam TOD adalah aksesibilitas, yang merupakan konsep untuk mengukur kualitas atau dampak perluasan transportasi umum. Biasanya konsep ini dimodelkan menggunakan metode GIS dan algoritma rute seperti *isochrone* melalui waktu perjalanan. Menurutnya metode ini lebih mudah dipahami dibandingkan metode lain. Untuk mengoptimalkan potensi dari perencanaan pembangunan Stasiun Tenjo Baru, perlu dilakukan analisis *isochrone* agar didapatkan potensi *demand* transportasi dari perjalanan masyarakat yang lebih nyata.

METODE PENELITIAN

Analisis Isochrone

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh seseorang dapat berjalan kaki dalam waktu 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 dan 30 menit dari lokasi Stasiun Tenjo Baru. Proses penelitian diawali dengan observasi dan studi pustaka. Observasi dilakukan untuk mengetahui gambaran lokasi secara nyata di lapangan. Studi pustaka dilakukan untuk mencari tahu berbagai referensi seperti dokumen studi kelayakan, jurnal pendukung dan artikel untuk memahami proses pengambilan dan analisis data. Setelah data-data yang diperlukan sudah lengkap, mulai dilakukan proses analisis spasial menggunakan metode *Isochrone Convex*

Hull dengan media *Google Collab*. Analisis ini berfokus pada pembuatan *isochrone*, yaitu representasi geografis dari area yang dapat dijangkau dalam waktu tertentu dari titik lokasi tertentu (dalam hal ini, Stasiun KRL Tenjo Baru), dengan mempertimbangkan jaringan jalan yang dapat dilalui dengan berjalan kaki. Tahap unduh dan pemrosesan data dalam pengerjaan analisis spasial adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan jaringan jalan
OSMnx (*Python for Street Network*) adalah *library* spesialis untuk mengunduh, memodelkan, menganalisis dan memvisualisasikan data jaringan jalan dari *OpenStreetMap* (Boeing, 2025)
2. Penggunaan isochrone
GeoPandas (*Python for Geospasial Data*) yang digunakan untuk memproses dan memvisualisasi hasil *isochrones* (shapefile, GeoJSON) (GeoPandas Developers, 2013).
3. Visualisasi
NetworkX (*Python for Complex Network*) dapat digunakan untuk pembuatan, manipulasi, menganalisis struktur, dinamika dan fungsi jaringan kompleks dengan melakukan perhitungan graf inti, seperti misalnya digunakan untuk mencari rute terpendek berdasarkan waktu tempuh (NetworkX Developers, 2014).

Konsep Kriteria TOD

Menurut (ITDP, 2017), terdapat 8 kriteria penilaian suatu kawasan dapat memenuhi fungsinya sebagai TOD, yaitu sebagai berikut:

1. Berjalan kaki (*walkability*):
Membangun lingkungan yang mendukung kegiatan berjalan kaki. Yang ditandai dengan infrastruktur pejalan kaki aman, lengkap, dapat diakses oleh semua, aktif, hidup, nyaman, terjaga temperaturnya.
2. Bersepeda (*cycle*)
Memberikan prioritas kepada jaringan transportasi tidak bermotor. Yang ditandai dengan jaringan infrastruktur bersepeda tersedia lengkap dan aman serta terdapat parkir sepeda dan lokasi penyimpanan tersedia dalam jumlah cukup dan aman.
3. Menghubungkan (*connect*)
Menciptakan jaringan jalan dan jalur pejalan kaki yang padat. Yang ditandai dengan adanya rute berjalan kaki dan bersepeda pendek (lebih pendek dari rute kendaraan), langsung dan bervariasi.
4. Angkutan umum (*transit*)
Menempatkan pembangunan di dekat jaringan angkutan umum massal yang berkualitas tinggi yang dapat diakses dengan berjalan kaki.
5. Pembauran (*mixed-use*)
Merencanakan pembangunan dengan tata guna lahan, pendapatan dan demografi bercampur.

Yang ditandai dengan adanya kesempatan dan jasa yang berada pada jarak berjalan kaki yang pendek dari tempat tinggal dan bekerja, dan ruang publik aktif untuk waktu yang lama. Selain itu demografi masyarakat dan tingkat pendapatan yang beragam ada pada kalangan penduduk setempat.

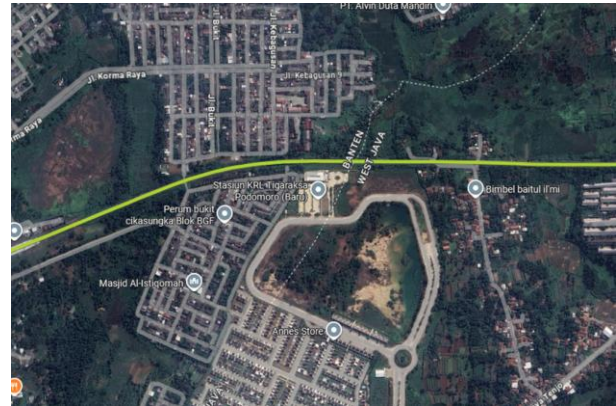
6. Memadatkan (*densify*)
Mengoptimalkan kepadatan ruang dan menyesuaikan kapasitas angkutan umum. Kepadatan permukiman dan area bekerja mendukung angkutan berkualitas tinggi, pelayanan lokal dan aktivitas ruang publik.
7. Merapatkan (*compact*)
Membangun wilayah-wilayah dengan jarak kebutuhan perjalanan yang pendek. Pembangunan terjadi di dalam atau di sekitar area perkotaan yang sudah ada sehingga perjalanan dalam kota nyaman dengan pilihan angkutan umum yang beragam.
8. Beralih (*shift*)
Meningkatkan mobilitas melalui penataan parkir dan kebijakan penggunaan lahan (pengurangan lahan yang digunakan untuk kendaraan bermotor).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Stasiun KRL Tenjo Baru berada di Kecamatan Tenjo, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat dengan koordinat -6.32733239230488, 106.44081761149263 yang berada di dalam Kawasan Podomoro City. Karakteristik area di sekitar Stasiun Tenjo Baru adalah area semi-urban atau area ‘setengah kota, setengah desa’ yang sedang mengalami pertumbuhan dan perubahan, menjembatani gaya hidup pedesaan dan perkotaan. Masih sangat banyak area yang belum terbangun, namun di sisi lain terdapat pengembangan yang salah satunya adalah Stasiun Tenjo Baru ini sebagai pusat simpul TOD untuk konektivitas transportasi perkotaan. Sebagai bagian dari koridor Tanah Abang-Merak, stasiun ini memiliki posisi strategis dalam mendukung mobilitas harian pekerja yang tinggal di Bogor dan Tangerang namun bekerja di Jakarta.

Berdasarkan Masterplan Podomoro City, di dalam kawasan Stasiun Tenjo Baru akan dibangun beberapa fasilitas lain di antaranya adalah pusat layanan TOD (pedestrian, plaza, hall dan komersial), terminal transportasi jalan, fasilitas *park and ride*, pasar modern dan fasilitas penunjang lainnya. Dan area di sekitarnya direncanakan sebagai kawasan fasilitas umum, *mixed-use* (penggunaan lahan campuran), komersial dan residensial. Namun, observasi lapangan menunjukkan bahwa perkembangan fisik saat ini masih didominasi oleh permukiman dengan kepadatan rendah hingga menengah, serta masih terbatasnya fasilitas penunjang aktivitas perkotaan seperti pusat perbelanjaan, perkantoran dan ruang terbuka publik yang terintegrasi.



Gambar 2. Stasiun Tenjo Baru

Karakteristik demografi dan sosial ekonomi masyarakat sekitar didominasi oleh penduduk dengan mobilitas tinggi yang bekerja sebagai profesional atau swasta di Jakarta dan sekitarnya yang sebesar 52% merupakan pengguna harian kereta api berdasarkan survei Masyarakat Transportasi Indonesia (MTI) dalam dokumen studi kelayakan. Potensi ini sejalan dengan tujuan pengembangan TOD, yaitu mengurangi ketergantungan terhadap kendaraan pribadi dengan menyediakan alternatif transportasi umum yang andal dan terintegrasi dengan aktivitas sehari-hari. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah bagaimana mentransformasi kawasan yang masih bersifat monofungsional (residensial) menjadi kawasan campuran (*mixed-use*) yang hidup dan berkelanjutan, sesuai dengan prinsip dasar TOD.

Analisis Jaringan Jalan dan Pola Mobilitas

Analisis jaringan jalan di sekitar Stasiun Tenjo Baru dilakukan dengan menggunakan OSMnx untuk mengunduh data jalan dari *OpenStreetMap* dalam radius 3000 meter. Hasilnya menunjukkan pola jaringan jalan yang tidak homogen dengan perbedaan signifikan antara kawasan Podomoro City dan area di luarnya. Di dalam Podomoro City, jaringan jalan direncanakan dengan pola *grid* yang teratur, lebar jalan yang memadai dan konektivitas antar blok yang baik, mencerminkan karakteristik kawasan perencanaan terpadu. Sebaliknya, area di luar Podomoro City masih didominasi oleh jaringan jalan organik yang berkembang secara alami, dengan banyak ditemukan jalan buntu (*dead-end roads*), percabangan yang tidak teratur dan beberapa titik *bottleneck* yang berpotensi menghambat arus pergerakan.



Gambar 3. Hasil unduh titik dan jalan (*nodes and edges*)

Hasil unduh jaringan jalan menggunakan OSMnx (Gambar 3) mengungkapkan karakteristik yang tidak homogen. Di dalam kawasan Podomoro City, jaringan jalan menunjukkan pola *grid* yang teratur dengan konektivitas baik, sedangkan di luar kawasan tersebut pola jalan cenderung organik dan tidak terstruktur, dengan banyak ditemukan *dead-end roads* dan *bottlenecks*. Implikasi penting dari temuan ini adalah:

1. Asimetri Aksesibilitas
Stasiun hanya memiliki konektivitas jalan yang baik ke arah selatan saja. Jaringan jalan di area timur dan barat belum terkoneksi. Area utara stasiun masih terisolasi dari akses pejalan kaki langsung akibat hambatan topografi atau terdapat jaringan rel ganda.
2. Inefisiensi Rute Berjalan Kaki
Pola jalan yang tidak teratur di luar kawasan perumahan menyebabkan jarak tempuh aktual lebih panjang dibandingkan jarak Euclidean, yang mengurangi efektivitas prinsip *walkability* dalam konsep TOD.
3. Dampak terhadap *First-Mile/Last-Mile Connectivity*
Adanya ketergantungan terhadap kendaraan pribadi atau moda transportasi lain untuk menuju stasiun yang bertentangan dengan tujuan TOD.



Gambar 4. Nodes yang berada dalam area cakupan penelitian

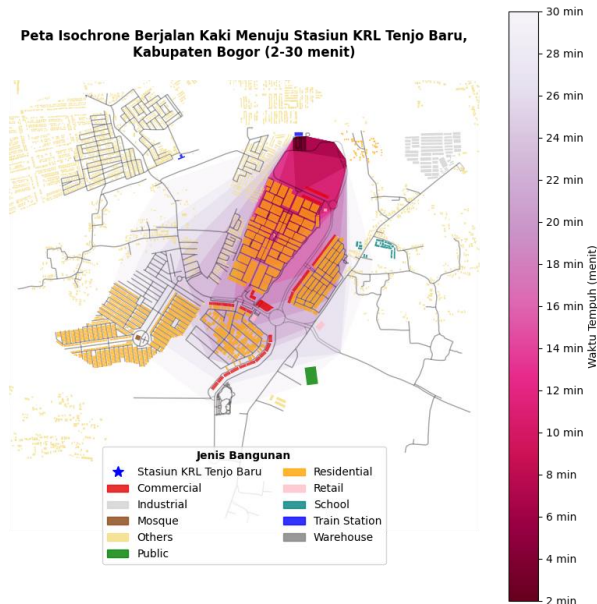
Berdasarkan *nodes* dan *edges* yang telah diunduh, dilakukan perhitungan waktu tempuh berjalan kaki dari Stasiun Tenjo Baru dan ditandai menggunakan warna. Gambar 4 menunjukkan bahwa *nodes* berwarna merupakan titik yang dapat dijangkau berdasarkan waktu tempuh, dengan semakin muda warna menunjukkan semakin jauh dari titik lokasi Stasiun Tenjo Baru. Jarak analisis dibatasi hingga 3000 meter dari pusat lokasi. Skrip menggunakan semua jenis jaringan jalan (*network_type='all'*). Waktu perjalanan bervariasi antara 2 hingga 30 menit, dengan kecepatan berjalan kaki 4,5 km/jam.

Selain itu, analisis atribut jalan mengungkapkan bahwa sebagian besar ruas jalan di luar Podomoro City tidak dilengkapi dengan trotoar yang memadai, pencahayaan jalan yang baik, maupun penyeberangan yang aman. Kondisi ini tidak hanya mengurangi kenyamanan berjalan kaki, tetapi juga meningkatkan risiko keselamatan bagi pejalan kaki, terutama pada malam hari atau saat cuaca buruk. Oleh karena itu, upaya perbaikan jaringan jalan tidak hanya perlu difokuskan pada aspek konektivitas, tetapi juga pada peningkatan kualitas infrastruktur pejalan kaki yang mendukung prinsip *complete streets*.

Analisis *Isochrone* dan Cakupan Layanan

Analisis kali ini berfokus pada pembuatan *isochrone*, yaitu representasi geografis dari area yang dapat dijangkau dalam waktu tertentu dari titik lokasi tertentu (dalam hal ini, Stasiun KRL Tenjo Baru), dengan mempertimbangkan jaringan jalan yang dapat dilalui dengan berjalan kaki. Poligon dibuat di atas *file* jaringan jalan untuk menghasilkan visualisasi area yang terlayani. Setelah itu data jenis bangunan diunduh dan ditampilkan

dalam visualisasi peta di atas jaringan jalan dan poligon *isochrone*. Jenis bangunan yang teridentifikasi masuk ke dalam visualisasi peta adalah bangunan komersial, industri, perumahan, retail, masjid, sekolah, stasiun, pergudangan, fasilitas publik dan jenis bangunan lainnya. Namun yang termasuk dalam cakupan area poligon *isochrone* hanya bangunan komersial, residensial, retail, masjid, fasilitas publik, sekolah dan jenis bangunan lainnya.



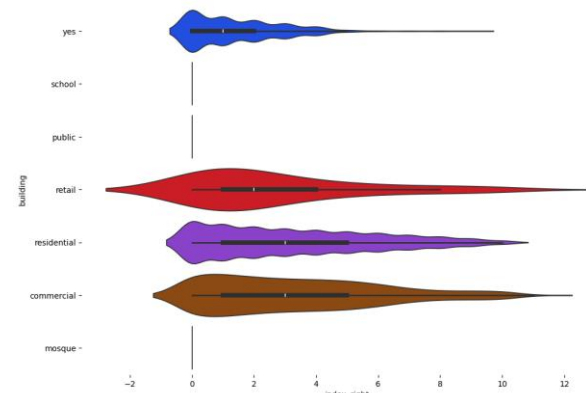
Gambar 5. Peta *isochrone* berjalan kaki menuju Stasiun Tenjo Baru dalam waktu 2 hingga 30 menit

Peta *isochrone* (Gambar 5) menunjukkan bahwa area yang dapat dijangkau dalam waktu 10 menit berjalan kaki masih sangat terbatas, hanya mencakup sebagian kecil Podomoro City. Baru pada waktu 20-30 menit, cakupan mulai meluas, namun dengan pola tidak simetris dan masih terkonsentrasi di selatan stasiun. Tabel 1 memberikan data kuantitatif yang memperkuat temuan ini dengan dalam 8 menit hanya 2 bangunan komersial yang terjangkau, dalam 10 menit bangunan residensial mulai muncul (185 unit) dan fasilitas publik (masjid, sekolah, fasilitas umum) baru muncul setelah 30 menit. Interpretasi kritis terhadap distribusi bangunan:

1. Dominasi permukiman
Bangunan residensial mendominasi semua rentang waktu, mencapai 2.331 unit dalam 30 menit. Ini mengindikasikan bahwa kawasan sekitar stasiun masih berfungsi sebagai kawasan yang homogen daripada kawasan aktivitas campuran.
2. Ketidadaan *mixed-use*
Idealnya, dalam radius 5-10 menit berjalan kaki, TOD harus memiliki variasi bangunan komersial, retail dan publik yang seimbang. Kenyataan di

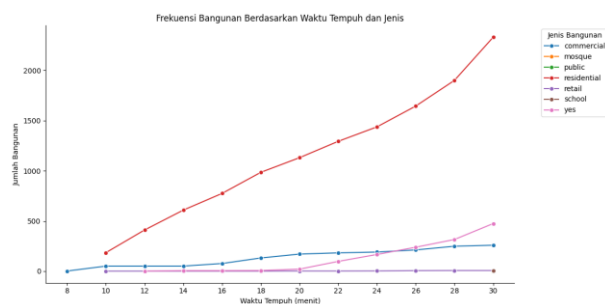
Tenjo Baru menunjukkan masih tertinggalnya pengembangan fasilitas nonresidensial.

3. Hambatan *first and last mile*
Tidak adanya bangunan yang terjangkau dalam 6 menit pertama mengindikasikan masalah *first and last mile connectivity* yang serius. Penumpang akan kesulitan mengakses stasiun secara langsung tanpa moda penghubung.
4. Kesenjangan antara perencanaan dan realita
Secara aktual area di sekitar stasiun masih didominasi oleh fungsi hunian meskipun *masterplan* Podomoro City telah mengatur pengembangan kawasan campuran.
5. Implikasi terhadap pola perjalanan
Dominasi fungsi hunian berpotensi menciptakan pola perjalanan yang tidak seimbang (hanya tinggi pada jam berangkat atau pulang kerja) sehingga dapat mengurangi efisiensi operasional kereta.
6. Dampak terhadap kehidupan sosial dan ekonomi
Keterbatasan fasilitas nonresidensial dalam radius berjalan kaki dapat mengurangi interaksi sosial dan aktivitas ekonomi lokal.



Gambar 6. Grafik *index-right* jenis bangunan berdasarkan waktu tempuh

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara indeks sebaran jenis bangunan berdasarkan waktu tempuh. Semakin kecil angka pada sumbu *index_right*, maka hal tersebut menunjukkan semakin lama waktu tempuhnya. Banyaknya jenis bangunan yang tercakup dalam peta *isochrone* ditandai dengan semakin menebalnya warna pada grafik. Jenis bangunan yang paling banyak ditemukan dalam peta *isochrone* adalah bangunan komersial, retail, residensial dan bangunan lainnya. Interpretasi grafik dari hasil analisis spasial ini perlu diberi perhatian lebih karena dapat disimpulkan bahwa area di sekitar Stasiun Tenjo Baru masih belum banyak pengembangan. Artinya masyarakat masih membutuhkan sekitar 30 menit berjalan kaki untuk dapat menjangkau area dengan jenis bangunan yang bervariasi. Di mana waktu 30 menit tersebut merupakan waktu yang sangat lama yang dibutuhkan untuk mobilisasi.



Gambar 7. Grafik frekuensi jenis bangunan berdasarkan waktu tempuh

Data pada indeks diperjelas dengan grafik frekuensi jenis bangunan berdasarkan waktu tempuh, bahwa masyarakat membutuhkan waktu sekitar 12 menit berjalan kaki agar dapat menjangkau jenis bangunan yang bervariasi (komersial, retail, residensial dan bangunan lainnya) walaupun dalam jumlah yang sedikit. Hanya bangunan residensial yang menunjukkan peningkatan tajam di setiap penambahan waktu tempuhnya hingga lebih dari 2000 bangunan pada waktu 30 menit. Hal ini dapat diketahui bahwa area permukiman masih sangat mendominasi area di sekitar Stasiun Tenjo Baru dan memiliki jumlah yang sangat banyak walaupun dibandingkan dengan semua jenis bangunan yang lain apabila dijumlahkan.

Tabel 1. Jumlah jenis bangunan yang termasuk ke dalam area *isochrone*

travel time	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
building												
commercial	2	51	51	51	77	132	171	183	191	212	249	259
mosque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
public	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
residential	0	185	411	609	775	985	1131	1294	1438	1645	1901	2331
retail	0	1	1	1	1	1	2	2	3	6	7	7
school	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
yes	0	0	1	6	6	7	21	98	167	239	316	351

Persebaran bangunan selain residensial dan komersial masih belum tersebar dengan baik. Bahkan masyarakat memerlukan waktu tempuh maksimal (30 menit) agar dapat menjangkau fasilitas publik seperti masjid agung, lapangan olahraga dan kawasan pendidikan. Padahal yang memungkinkan untuk menciptakan bangkitan dan tarikan paling besar adalah mereka yang berasal atau menuju bangunan-bangunan yang terklasifikasi menjadi fasilitas publik.

Evaluasi Kesesuaian dengan Prinsip TOD

Berdasarkan kriteria TOD yang ideal (Cervero et al., 2002; Hasibuan et al., 2014; ITDP, 2017), kawasan sekitar Stasiun Tenjo Baru belum memenuhi beberapa prinsip dasar:

Tabel 2. Evaluasi kesesuaian dengan konsep TOD

Prinsip TOD	Kondisi ideal	Temuan di Tenjo Baru	Kesenjangan
<i>Walkability</i>	400-800 m (5-10 menit)	Baru optimal lebih dari 20 menit	Sangat Tinggi
<i>Cycling</i>	Jaringan bersepeda lengkap, aman, beserta parkirnya	Belum ada penanda khusus jalur sepeda tetapi terdapat parkir sepeda di area stasiun	Sedang
<i>Connect</i>	Jaringan jalan terintegrasi	<i>Bottlenecks</i> dan <i>dead-end roads</i>	Tinggi
<i>Transit</i>	Dekat atau terdapat jaringan angkutan umum massal	Terdapat area transit angkutan umum	Rendah
<i>Mixed-use</i>	Variasi fungsi dalam radius 10 menit	Dominasi residensial hingga 30 menit	Sangat Tinggi
<i>Densify</i>	Kepadatan bangunan tinggi	Kepadatan rendah hingga menengah	Tinggi
<i>Compact</i>	Pembangunan rapat dengan pilihan moda angkutan beragam	Masih didominasi area terbuka dan permukiman, serta hanya ada satu moda angkutan massal	Sangat Tinggi
		Parkir dan penggunaan lahan lebih banyak untuk kendaraan bermotor dibandingkan kendaraan nonbermotor	Sangat Tinggi

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa kesenjangan terbesar terjadi pada prinsip *walkability*, *mixed-use*, *compact* dan *shift*. Keterbatasan aksesibilitas pejalan kaki, dominasi fungsi residensial, dan masih banyaknya lahan terbuka yang belum terkelola dengan baik menjadi faktor utama yang menghambat terwujudnya TOD yang optimal.

Walkability yang masih rendah disebabkan karena infrastruktur pejalan kaki yang tidak memadai, ditambah dengan pola jalan yang tidak terintegrasi, membuat berjalan kaki menjadi kurang menarik sebagai moda akses menuju stasiun. Selain itu, faktor keselamatan dan kenyamanan seperti pencahayaan, peneduh dan penyeberangan yang aman masih perlu diperbaiki. Konsep *mixed-use* juga belum terwujud meskipun dalam rencana disebutkan pengembangan kawasan campuran,

realitas di lapangan menunjukkan bahwa fungsi hunian masih mendominasi. Hal ini memerlukan intervensi kebijakan seperti insentif untuk pengembang yang menyediakan fasilitas komersial atau publik, serta penataan zonasi yang mendukung keragaman fungsi. Selain itu kepadatan bangunan yang rendah berimplikasi pada rendahnya potensi penumpang dalam radius berjalan kaki. Peningkatan kepadatan melalui pengembangan vertikal (rusunawa, apartemen, perkantoran bertingkat) dapat menjadi solusi, asalkan diimbangi dengan penyediaan ruang terbuka dan infrastruktur pendukung. Dan juga masih dominannya penggunaan lahan untuk parkir dan jalan bagi kendaraan bermotor menunjukkan bahwa paradigma *car-oriented development* masih kuat. Perlu ada kebijakan yang mendorong peralihan menuju transportasi berkelanjutan, seperti pembatasan parkir, pengembangan jalur sepeda dan integrasi dengan angkutan umum lain.

Implikasi Terhadap Potensi Demand Transportasi

Data bangkitan perjalanan dari studi kelayakan menunjukkan potensi 1.870.000 perjalanan dari kawasan permukiman sekitar. Namun, temuan aksesibilitas yang terbatas mengindikasikan bahwa:

1. Potensi *capture rate* rendah
Hanya penduduk dalam radius 20-30 menit berjalan kaki yang akan menggunakan stasiun sebagai moda utama.
2. Ketergantungan pada moda penghubung
Diperlukan angkutan pengumpan (minibus atau *shuttle*) untuk menjangkau permukiman yang lebih jauh.
3. Risiko *park-and-ride overload*
Jika fasilitas parkir tidak memadai, dapat terjadi penumpukan kendaraan pribadi di sekitar stasiun.
4. Dampak terhadap pengembangan kawasan
Aksesibilitas menjadi kunci bahwa TOD dapat diimplementasikan dengan baik. Keterbatasan aksesibilitas dapat memperlambat proses pengembangan kawasan TOD secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis *isochrone* yang dilakukan terhadap aksesibilitas kawasan TOD Stasiun Tenjo Baru, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Aksesibilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Tenjo Baru belum optimal sesuai prinsip TOD. Area yang dapat dijangkau dalam waktu 10 menit berjalan kaki masih sangat terbatas dan terkonsentrasi di sebelah selatan stasiun. Baru pada waktu 20-30 menit cakupan area mulai meluas, namun dengan pola asimetris yang menunjukkan ketidakseimbangan perkembangan infrastruktur pedestrian.

2. Distribusi penggunaan lahan masih didominasi fungsi residensial, dengan 2.331 unit hunian dalam radius 30 menit berjalan kaki, sementara fasilitas nonresidensial seperti komersial, retail dan publik masih sangat terbatas. Hal ini mengindikasikan kawasan tersebut masih berfungsi sebagai kawasan homogen daripada kawasan aktivitas campuran (*mixed-use*) yang ideal untuk TOD.
3. Jaringan jalan menunjukkan karakteristik yang tidak homogen dengan masalah *bottleneck* dan *dead-end roads* di luar kawasan Podomoro City, serta ketiadaan konektivitas jalan ke arah utara stasiun. Kondisi ini menyebabkan jarak tempuh aktual lebih panjang dari jarak Euclidean, mengurangi efektivitas prinsip *walkability*.
4. Terdapat kesenjangan signifikan antara kondisi eksisting dengan rencana pengembangan TOD. Meskipun *masterplan* telah mengatur pengembangan kawasan *mixed-use*, secara aktual implementasinya masih memerlukan waktu beberapa tahun untuk mencapai keseimbangan antara fungsi residensial dan nonresidensial dalam radius *walkable*.
5. Potensi *demand* transportasi yang besar (sekitar 1.870.000 perjalanan) dari kawasan permukiman sekitar berisiko tidak termanfaatkan secara optimal akibat keterbatasan aksesibilitas, yang dapat menurunkan *capture rate* stasiun dan meningkatkan ketergantungan pada moda penghubung serta risiko *park-and-ride overload*. Secara keseluruhan, pengembangan TOD di Stasiun Tenjo Baru masih berada pada tahap awal dengan tantangan utama pada asimetri aksesibilitas, dominasi fungsi residensial dan keterbatasan jaringan pedestrian. Namun, potensi permintaan yang besar dan kerangka perencanaan yang ada memberikan landasan kuat untuk transformasi menuju TOD yang terintegrasi, asalkan diikuti dengan intervensi perencanaan yang berbasis bukti spasial dan implementasi berjenjang sesuai rekomendasi yang telah dirumuskan. Penelitian ini juga mengkonfirmasi temuan sebelumnya mengenai rendahnya tingkat integrasi transportasi di kawasan Jabodetabek (Handayani et al., 2021) sekaligus memberikan kontribusi metodologis melalui penerapan analisis *isochrone* untuk evaluasi aksesibilitas TOD yang lebih komprehensif dan spasial.

Hasil analisis ini dapat menjadi dasar bagi pengambil kebijakan dan perencana kota dalam menyusun strategi pengembangan kawasan TOD yang lebih inklusif, dengan mempertimbangkan aspek aksesibilitas spasial, distribusi penggunaan lahan dan integrasi transportasi multimodal untuk mewujudkan prinsip *transit-oriented development* yang sesungguhnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada PT. Wahana Trans Utama karena telah membantu dalam proses pengerjaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Armaeni, N. K. (2015). *Kajian Etika Profesi Keinsinyuran Sipil*. 4, 41–48.
- Boeing, G. (2025). Modeling and Analyzing Urban Networks and Amenities With OSMnx. *Geographical Analysis*, 1–11. <https://doi.org/10.1111/gean.70009>
- Cervero, R., Ferrel, C., & Murphy, S. (2002). Transit-Oriented Development and Joint Development in the United States: A Literature Review. *Minerva Medica*, 63(14), 838–840.
- Evans, J. E., & Pratt, R. H. (2007). Traveler Response to Transportation System Changes Handbook, Third Edition: Chapter 17, Transit-Oriented Development. In *Traveler Response to Transportation System Changes Handbook, Third Edition: Chapter 17, Transit-Oriented Development*. <https://doi.org/10.17226/14077>
- GeoPandas Developers. (2013). *GeoPandas 1.1.1*. <https://geopandas.org/en/stable/>
- Handayani, S., Afrianti, D. A., & Suryandari, M. (2021). Implementasi Kebijakan Angkutan Umum di DKI Jakarta. *Jurnal Teknologi Transportasi Dan Logistik, Volume 2 N(1)*, 19–28. <https://jurnal.poltradabali.ac.id/jttl/article/view/30>
- Hasibuan, H. S., Soemardi, T. P., Koestoer, R., & Moersidik, S. (2014). The Role of Transit Oriented Development in Constructing Urban Environment Sustainability, the Case of Jabodetabek, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 622–631. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2014.03.075>
- Isa, M. H. (2014). Transit Oriented Development (TOD) Sebagai Solusi Alternatif Dalam Mengatasi Permasalahan Kemacetan Di Kota Surabaya. *Jurusan Arsitektur Bidang Magister Manajemen Pembangunan Kota*, 1–11.
- ITDP. (2017). *TOD Standard*.
- Jakarta Smart City. (2023). *Mengenal Transit Oriented Development di Jakarta*. Smart Mobility. <https://smartcity.jakarta.go.id/id/blog/mengenal-transit-oriented-development-di-jakarta/>
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 58 Tahun 2018 Tentang Tata Cara Pelaksanaan Kerja Sama Pemerintah Dengan Badan Usaha Dalam Penyediaan Infrastruktur Transportasi di Lingkungan Kementerian Perhubungan*.
- NetworkX Developers. (2014). *NetworkX*. <https://networkx.org/>
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, (2018). https://jdih.kemnaker.go.id/asset/data_puu/Permen_5_2018.pdf
- PII. (2021). *Kode Etik Insinyur 2021*.
- Shkurti, M. (2022). *Spatio-temporal public transport accessibility analysis and benchmarking in an interactive WebGIS*. November.
- Sunarto, R. S. (2009). *Undelivering Service Quality in Public Transport - Case of:commuter Railway of Jabodetabek*.
- Taki, H. M., & Maatouk, M. M. H. (2018). Spatial Statistical Analysis for Potential Transit Oriented Development (TOD) in Jakarta Metropolitan Region. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 3(1), 47. <https://doi.org/10.24273/jgeet.2018.3.01.1091>
- Undang-undang (UU) Nomor 11 Tahun 2014 tentang Keinsinyuran, Pemerintah Pusat 1 (2014). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/38602>
- Waisapi, J. Y. (2022). *Engineering Professionalism*. 1(3), 299–314.