

Pemilihan Moda dan Kemauan Menggunakan Kereta Api Perkotaan di Yogyakarta

M.I.T. Syamsuddin¹, I. Muthohar^{2*}, Dewanti²

¹Magister Sistem dan Teknik Transportasi, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

²Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

*Corresponding author: imam.muthohar@ugm.ac.id

INTISARI

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) telah mengalami transformasi dari kawasan kompak pada tahun 1990 menjadi lebih luas dan tersebar pada tahun 2017. Pertumbuhan penduduk yang pesat menciptakan kepadatan tinggi, dengan 65% lahan digunakan untuk pemukiman. Penelitian ini mengkaji jenis moda kereta api yang sesuai dengan karakteristik wilayah sekaligus menganalisis probabilitas kemauan menggunakan kereta api perkotaan di Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Berdasarkan karakteristik wilayah, moda yang paling sesuai adalah trem otonom tanpa rel atau yang biasa disebut *Autonomous Rail Rapid Transit* (ART). Hal ini disebabkan ART memiliki keunggulan dari segi biaya dan kompleksitas konstruksi. Kemauan menggunakan kereta api perkotaan dianalisis menggunakan pendekatan *stated preferences* dengan memberikan survey dengan faktor perbedaan tarif, waktu tunggu, jarak tempuh ke halte, konektivitas, dan waktu tempuh layanan. Survey ini mendapatkan hasil berupa kemauan menggunakan kereta api perkotaan dalam tiga skenario yaitu optimis, moderat, dan pesimis dengan probabilitas mau menggunakan secara berurutan sebesar 77,6%; 66,3%, dan 55,0%.

Kata kunci: Kawasan Perkotaan Yogyakarta, kereta api perkotaan, *stated preferences*,

1 PENDAHULUAN

Daerah Istimewa Yogyakarta yang juga dikenal sebagai Kota Pelajar menjadi daya tarik tersendiri bagi masyarakat yang tinggal di pedesaan untuk berpindah atau melakukan urbanisasi dengan berbagai tujuan. Bentuk Kawasan Perkotaan Yogyakarta mengalami transformasi dari yang awalnya relatif kompak pada tahun 1990. Pada tahun 2017, bentuk Kawasan Perkotaan Yogyakarta bertransformasi menjadi kawasan perkotaan yang lebih luas dan tersebar, diikuti dengan peningkatan luas kawasan terbangun dari 22,8% menjadi 62,1%. Kawasan pinggiran perkotaan Yogyakarta juga mengalami perkembangan dengan kecepatan 1,46% per tahun dengan fokus pembangunan di sisi sebelah utara. Dengan adanya perkembangan tersebut, Kawasan Perkotaan Yogyakarta membutuhkan suatu infrastruktur penunjang baru salah satunya angkutan umum massal (Rozano and Yan, 2018).

Kota Yogyakarta yang juga merupakan salah satu kota besar dan merupakan pusat pertumbuhan ekonomi di Daerah Istimewa Yogyakarta mengalami perkembangan yang pesat. Pada tahun 2017, jumlah penduduk Kota Yogyakarta sekitar 455.535 jiwa atau kurang lebih 10% dari keseluruhan jumlah penduduk di Daerah Istimewa Yogyakarta. Jumlah penduduk yang relatif besar apabila dibandingkan dengan luas wilayah Kota Yogyakarta yang hanya sekitar 3.186 hektar menyebabkan angka kepadatan penduduk di Kota Yogyakarta cukup tinggi yaitu sebesar 12.513 jiwa/km². Dari penggunaan lahan yang ada, 65% lahan digunakan untuk pemukiman dengan ketersediaan ruang terbuka hijau hanya sebesar 2% (Badan Pusat Statistik Provinsi D.I Yogyakarta, 2023). Keterbatasan lahan tersebut tidak mendukung perkembangan kota yang terus meningkat sehingga terjadi perkembangan yang melampaui batasan administratif ke wilayah sekitar seperti Kabupaten Sleman yang mengindikasikan adanya pemekaran wilayah Yogyakarta ke daerah sekitarnya. Perkembangan kota yang terus meluas ini akhirnya membentuk “Kawasan Perkotaan Yogyakarta” dengan di dalamnya terdapat pusat-pusat pertumbuhan baru yaitu pusat pertumbuhan di kawasan Depok, Ngaglik, Gamping, Ngeplak, dan Mlati (Wahyuhana and Prabawa, 2021).

Sejak mulai beroperasi pada tahun 2008, hanya Bus Trans Jogja yang melayani angkutan umum massal untuk mendukung perjalanan di dalam Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Meskipun demikian, tingkat keterisian Bus Trans Jogja hanya mencapai angka 42,08% (Sugeng, Nasuon and Hasanah, 2016). Tingkat keterisian yang rendah disinyalir karena masih bercampurnya jalur Bus Trans Jogja dengan kendaraan pribadi dan halte Bus Trans Jogja belum merata sehingga hanya sebagian kecil masyarakat memilih Bus Trans Jogja sebagai angkutan umum utama Ketika

melakukan perjalanan. Halte yang belum merata juga membuat jangkauan layanan Bus Trans Jogja menjadi terbatas. Menurut (Valentine, Devi and Pramana, 2020). jangkauan Bus Trans Jogja dalam Kawasan Perkotaan Yogyakarta sebesar 52,24%. Artinya masih ada 47,76% persen yang belum terlayani oleh 17 rute dan 128 armada Bus Trans Jogja. Selain itu, kepadatan penduduk juga menyebabkan kemacetan di beberapa ruas jalan di Kawasan Perkotaan Yogyakarta, seperti ruas Yogyakarta-Kaliurang (depan gardu PLN) yang memiliki nilai *VC Ratio* sebesar 0,9 dan Jl. Seturan (STIE YKPN) yang memiliki *VC Ratio* sebesar 0,83 (Dinas Perhubungan D.I. Yogyakarta, 2021).

Salah satu alternatif penanganan masalah transportasi massal di Kawasan Perkotaan Yogyakarta adalah pembangunan jalur kereta api yang melayani perjalanan internal di dalam Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan melakukan kajian pemilihan moda kereta api perkotaan yang sesuai dengan karakteristik Kawasan Perkotaan Yogyakarta dan menganalisis kemauan menggunakan moda transportasi kereta sebagai moda utama transportasi perkotaan di Yogyakarta.

2 METODE PENELITIAN

Analisis multi kriteria adalah metode yang dikembangkan dan digunakan dalam masalah pengambilan keputusan dan dimaksudkan untuk bisa mengakomodasi berbagai aspek serta mengikutsertakan berbagai pihak terkait secara komprehensif dan *scientific* (Sulistiyorini and Herianto, 2010). Secara umum, analisis multi kriteria melibatkan perbandingan tingkat kecocokan antara berbagai alternatif terhadap kriteria untuk menentukan pilihan yang paling sesuai dengan konsep dan tujuan yang diinginkan (Pramono, 2021). Kriteria dibutuhkan sebelum memutuskan suatu pilihan. Kriteria adalah standar penentuan atau aturan-aturan dasar yang mana alternatif keputusan-keputusan diurutkan menurut keinginan kriteria itu sendiri, atau dengan kata lain kriteria adalah suatu istilah umum yang meliputi konsep-konsep dari atribut dan sasaran (Malczewski, 1999 dalam Jalanastri, Mukti and Azwansyah, 2019).

Penelitian dilakukan di Kawasan Perkotaan Yogyakarta dengan metode survey *stated preferences*. *Stated Preference* (SP) adalah kelompok metode pengukuran survey preferensi masyarakat terhadap alternatif berdasarkan pengambilan keputusan dalam hipotesis situasi pilihan yang tepat (Aizaki, Nakatani and Sato, 2014). Metode ini telah banyak digunakan dalam sektor transportasi karena mampu menilai atau memprediksi preferensi masyarakat terkait pilihan moda transportasi yang belum tersedia atau mengamati bagaimana tanggapan mereka terhadap regulasi baru. *Stated Preference* telah menjadi alat yang kuat dalam evaluasi kebijakan transportasi, perencanaan transportasi, dan pemahaman perilaku konsumen terkait moda transportasi (Kroes and Sheldon, 1988). Faktor yang diberikan dalam survey yang dilakukan antara lain waktu tunggu, jarak tempuh ke halte, konektivitas, dan waktu tempuh.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer berupa survey preferensi (*Stated Preferences*) terhadap calon pengguna kereta api perkotaan dan data sekunder berupa informasi yang diperoleh dari berbagai sumber, termasuk data yang dikeluarkan oleh pemerintah, temuan dari penelitian sebelumnya, dan sumber data lainnya. Data yang dibutuhkan untuk penelitian ini meliputi data primer yang didapat melalui survey kemauan menggunakan layanan kereta api perkotaan. Survey tersebut direncanakan menggunakan 12 variasi skema layanan yang tercantum dalam kuesioner dengan variasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi skema layanan kemauan menggunakan kereta api perkotaan di Yogyakarta

Skema Layanan	Tarif	Waktu Tempuh	Waktu Tunggu	Jarak Tempuh ke Stasiun	Konektivitas dengan Moda Lain
Skema 1	Rp8.000	Lebih cepat 20%	5 menit	400 meter	ada
Skema 2	Rp8.000	Lebih cepat 10%	5 menit	100 meter	ada
Skema 3	Rp8.000	Sama	10 Menit	200 meter	tidak ada
Skema 4	Rp8.000	Sama	15 Menit	100 meter	tidak ada
Skema 5	Rp5.000	Lebih cepat 10%	5 menit	200 meter	tidak ada
Skema 6	Rp5.000	Sama	10 Menit	400 meter	ada
Skema 7	Rp5.000	Sama	15 Menit	100 meter	ada
Skema 8	Rp5.000	Lebih cepat 20%	5 menit	100 meter	tidak ada
Skema 9	Rp3.000	Sama	5 menit	200 meter	ada
Skema 10	Rp3.000	Lebih cepat 10%	15 Menit	400 meter	tidak ada
Skema 11	Rp3.000	Sama	5 menit	100 meter	tidak ada
Skema 12	Rp3.000	Lebih cepat 10%	10 Menit	100 meter	ada

Menurut Ortúzar and Willumsen (2011) fungsi logit dan probit dapat diklasifikasikan menjadi beberapa model, salah satu dari model tersebut adalah *binomial logit model*. Probabilitas kemauan menggunakan kereta api perkotaan dianalisis menggunakan pendekatan *binomial logit model* yang melibatkan variabel terikat yang terkait dengan dua opsi kategori, yakni apakah responden memilih untuk menggunakan suatu moda transportasi atau mempertahankan moda transportasi yang saat ini digunakan oleh responden dalam melakukan perjalanan komuting. Untuk mengidentifikasi persentase kemungkinan terpilihnya moda transportasi digunakan persamaan *binomial logit*. Probabilitas munculnya suatu moda transportasi dipengaruhi oleh nilai utilitas moda tersebut. Untuk mengetahui probabilitas terpilihnya suatu moda transportasi, dibandingkan nilai utilitasnya dengan nilai utilitas moda transportasi lainnya. Untuk menghitung probabilitas *binomial logit*, dapat menggunakan persamaan berikut.

$$P(i) = \frac{e^{Y_i}}{e^{Y_i} + e^{Y_{jn}}} \quad (1)$$

dimana $P(i)$ adalah probabilitas moda transportasi terpilih, Y_i adalah utilitas moda transportasi terpilih, dan Y_{jn} adalah utilitas moda transportasi lainnya.

Sementara itu utilitas tiap moda dimodelkan dalam persamaan berikut.

$$U_n = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_nx_n \quad (2)$$

dimana U_n adalah utilitas pilihan n, a_0 adalah konstanta, a_1 dan a_n adalah parameter model, serta x_1 dan x_n adalah nilai atribut.

Selanjutnya untuk mendapatkan%tase kemauan menggunakan responden kereta api perkotaan didapatkan melalui persamaan berikut.

$$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1x)}} \quad (3)$$

dimana $F(x)$ adalah probabilitas kemauan menggunakan, β_0 adalah konstanta, β_1 adalah parameter model, dan x adalah nilai atribut.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Karakteristik Responden

Survey dilakukan pada responden yang berada di wilayah Provinsi D.I, Yogyakarta dan beraktivitas didalam wilayah D.I. Yogyakarta. Responden didominasi oleh karyawan swasta dan PNS yang bekerja di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta yang melakukan perjalanan hampir setiap hari. Sepeda motor merupakan moda yang paling banyak digunakan yaitu sebanyak 84,88 persen, sedangkan penggunaan mobil sebanyak 8,43 persen dan ada 2,5 persen yang menggunakan transportasi *online* berupa ojek *online*. Waktu tempuh yang dibutuhkan oleh sebagian besar responden untuk melakukan perjalanan kesehariannya adalah 15 menit – 30 menit, dengan jumlah sebanyak 45,80 persen. Sedangkan waktu tempuh kurang dari 15 menit sebanyak 29,09 persen. Sebagian besar responden melakukan perjalanan hampir setiap hari dalam melakukan aktivitas kesehariannya (baik untuk bekerja maupun sekolah) yaitu sebanyak 94,50 persen setiap hari dan 2,48 persen setiap minggu 1-3 kali. Jarak tempuh perjalanan responden didominasi oleh perjalanan dengan jarak 5 km – 15 km sebanyak 54,09 persen, dan perjalanan dengan jarak kurang dari 5 km sebanyak 23,81 persen.

3.2 Pemilihan Moda

Opsi moda transportasi kereta perkotaan yang memungkinkan dibangun antara lain jenis *Mass Rapid Transit/Light Rapid Transit*, Kereta Rel Listrik, Kereta Diesel Listrik, *Autonomous Rail Rapid Transit*, dan Trem Baterai buatan INKA. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan faktor biaya, kesulitan pada saat proses konstruksi, teknologi yang digunakan pada saat operasi, karakteristik operasional, dan kemudahan perawatan. Berdasarkan tinjauan jenis moda yang telah diketahui, moda transportasi yang memungkinkan untuk dibangun dan dikembangkan pada kereta api perkotaan Yogyakarta adalah jenis *Autonomous Rail Rapid Transit* (ART) yang juga disebut Trem Otonom (TO) atau trem dengan rel karena pada moda transportasi MRT dan KRL sangat sulit dilakukan akibat konstruksi yang kompleks dan biaya yang tinggi.

Tabel 2. Matriks perbandingan sarana kereta api perkotaan

Sarana	Biaya	Kesulitan konstruksi	Teknologi	Operasi	Perawatan
MRT	Paling tinggi	Sulit, tetapi sudah pernah dilakukan	Sudah ada di Indonesia	Paling cepat dan nyaman	Sudah ada di Indonesia
LRT	Paling tinggi	Sulit, tetapi sudah pernah dilakukan	Sudah ada di Indonesia	Cukup cepat dan nyaman	Sudah ada di Indonesia
KRL	Cukup tinggi, karena membutuhkan <i>catenary</i> dan rel	Relatif sulit	Sudah ada di Indonesia	Cukup cepat dan nyaman	Sudah ada di Indonesia
ART/TO	Cukup tinggi pada pengadaan sarana dan penunjangnya	Relatif mudah, tetapi belum pernah dilakukan	Teknologi baru	Perlu studi lebih lanjut	Perawatan sarana cukup sulit
Trem dengan Rel	Relatif lebih murah, hanya saja perlu pembangunan rel	Relatif sulit pada pembangunan rel	Sedang tahap pengembangan di Indonesia	Konflik dengan pengguna jalan relatif tinggi	Perawatan sarana cukup sulit

3.3 Kemauan Menggunakan Kereta Api Perkotaan

Analisis kemauan menggunakan kereta api perkotaan dilakukan dalam 3 model yaitu optimis, moderat, dan pesimis. Skenario optimis yaitu ketika responden memilih jawaban ragu-ragu maka diasumsikan bahwa responden mau menggunakan kereta api perkotaan, sebaliknya apabila responden memilih opsi ragu-ragu dalam kuesioner maka skenario pesimis mengasumsikan bahwa responden tidak mau menggunakan layanan tersebut. Sementara itu skenario moderat merupakan rata-rata dari hasil probabilitas skenario optimis dan pesimis. Hasil analisis model untuk Skenario Optimis adalah berikut.

$$U_{opt} = 0,747 + (0,0001347x_1) + (-0,013x_2) + (0,001x_3) + (-0,404x_4) + (0,234x_5) \tag{4}$$

dimana U_{opt} adalah utilitas kereta api dalam skenario optimis, x_1 adalah atribut tarif, x_2 adalah atribut waktu tunggu, x_3 adalah atribut jarak menuju halte/stasiun, x_4 adalah atribut konektivitas dengan moda lain, dan x_5 adalah atribut waktu tempuh.

Tabel 3. Model Persamaan Skenario Optimis

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1a	tarif	0,000	0,000	139,652	1	0,000	1,000
	tunggu	-0,013	0,006	5,073	1	0,024	0,987
	jarak	0,001	0,000	22,673	1	0,000	1,001
	konekt	-0,404	0,044	84,010	1	0,000	0,668
	waktu	0,234	0,316	0,550	1	0,458	1,264
	Constant	0,747	0,088	72,539	1	0,000	2,110

Hasil analisis model untuk Skenario Pesimis adalah berikut.

$$U_{pes} = -0,134 + (0,0000977x_1) + (-0,009x_2) + (0,000495x_3) + (-0,335x_4) + (0,712x_5) \tag{5}$$

dimana U_{pes} adalah utilitas kereta api dalam skenario pesimis, x_1 adalah atribut tarif, x_2 adalah atribut waktu tunggu, x_3 adalah atribut jarak menuju halte/stasiun, x_4 adalah atribut konektivitas dengan moda lain, dan x_5 adalah atribut waktu tempuh.

Tabel 4. Model Persamaan Skenario Pesimis

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1a	tarif	0,000	0,000	114,765	1	0,000	1,000
	tunggu	-0,009	0,005	3,146	1	0,076	0,991
	jarak	0,000	0,000	10,732	1	0,001	1,000
	konekt	-0,335	0,037	83,619	1	0,000	0,715
	waktu	0,712	0,260	7,501	1	0,006	2,039
	Constant	-0,134	0,074	3,292	1	0,070	0,875

Berdasarkan model tersebut dapat dihitung kemauan menggunakan responden terhadap kereta api perkotaan di Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Hasil analisis dimodelkan pada berbagai skenario layanan seperti pada Tabel 3 dan dimana U_{pes} adalah utilitas kereta api dalam skenario pesimis, x_1 adalah atribut tarif, x_2 adalah atribut waktu tunggu,

x_3 adalah atribut jarak menuju halte/stasiun, x_4 adalah atribut konektivitas dengan moda lain, dan x_5 adalah atribut waktu tempuh.

Tabel 4. Hasil analisis menunjukkan bahwa dalam skenario optimis 77,6% responden mau menggunakan kereta api perkotaan, sementara itu dalam skenario pesimis 55,0% responden mau menggunakan kereta api perkotaan. Skenario moderat merupakan rerata dari skenario optimis dan pesimis sehingga didapatkan 66,3% responden mau menggunakan kereta api perkotaan.

Tabel 5. Hasil Analisis Kemauan Menggunakan Kereta Api Perkotaan

Variasi layanan	Tarif (x_1)	Waktu Tunggu (x_2)	Jarak Tempuh (x_3)	Konektivitas (x_4)	Waktu Tempuh (x_5)	Kemauan menggunakan		
						Optimis	Pesimis	Moderat
Variasi waktu tunggu	6.530	10	200	1	0	78,0%	54,5%	66,3%
	6.530	15	200	1	0	76,9%	53,4%	65,2%
	6.530	20	200	1	0	75,7%	52,4%	64,0%
Variasi jarak tempuh ke halte	6.530	15	100	1	0	75,3%	52,2%	63,8%
	6.530	15	200	1	0	76,9%	53,4%	65,2%
	6.530	15	300	1	0	78,4%	54,7%	66,5%
Variasi konektivitas	6.530	15	200	0	0	83,3%	61,6%	72,4%
	6.530	15	200	1	0	76,9%	53,4%	65,2%
Variasi waktu tempuh	6.530	15	200	1	0	76,9%	53,4%	65,2%
	6.530	15	200	1	0,1	77,3%	55,2%	66,3%
	6.530	15	200	1	0,2	77,7%	57,0%	67,3%
	6.530	15	200	1	0,3	78,1%	58,7%	68,4%
					Rerata	77,6%	55,0%	66,3%

4 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Daerah Istimewa Yogyakarta mengalami transformasi yang semula merupakan kawasan kompak pada tahun 1990 menjadi lebih luas dan tersebar (*sprawl*) pada tahun 2017. Pertumbuhan penduduk yang pesat menyebabkan tingginya kepadatan di kawasan ini terutama akibat berubahnya 65% lahan menjadi kawasan pemukiman.

Analisis pemilihan moda kereta api perkotaan yang sesuai dengan karakteristik Kawasan Perkotaan Yogyakarta menggunakan pendekatan multi kriteria yang bersifat deskriptif. Moda yang paling sesuai berdasarkan karakteristik wilayah adalah *Autonomous Rail Rapid Transit* (ART) atau Trem Otonom Tanpa Rel, yang memiliki keunggulan dari segi biaya dan kompleksitas konstruksi.

Pendekatan *stated preferences* digunakan untuk menganalisis kemauan masyarakat menggunakan kereta api perkotaan. Faktor atau atribut yang ditinjau diantaranya tarif, waktu tunggu, jarak tempuh ke halte, konektivitas, dan waktu tempuh layanan yang dianalisis melalui skema layanan yang berbeda. Hasil survey menunjukkan bahwa dalam skenario optimis, 77,6% responden menyatakan mau menggunakan kereta api perkotaan, sementara dalam skenario pesimis, didapatkan angka 55,0% mau menggunakan. Sementara itu dalam skenario moderat yang merupakan rerata dari skenario optimis dan pesimis menunjukkan sekitar 66,3% responden mau menggunakan kereta api perkotaan.

Pemilihan moda transportasi kereta perkotaan yang sesuai seperti *Autonomous Rail Rapid Transit* (ART) diharapkan dapat memberikan solusi efektif untuk mengatasi masalah transportasi di Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Kesimpulan ini dapat menjadi dasar untuk perencanaan dan pengembangan sistem transportasi yang berkelanjutan dan sesuai dengan preferensi masyarakat setempat.

REFERENSI

Aizaki, H., Nakatani, T. and Sato, K. (2014) *Stated preference methods using R*. 1st Ed., *Stated Preference Methods Using R*. 1st Ed. New York: Chapman and Hall/CRC. doi: 10.1201/b17292.

Badan Pusat Statistik Provinsi D.I Yogyakarta (2023) *Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Angka*. Yogyakarta: Badan Pusat Statistik Provinsi D.I Yogyakarta.

Dinas Perhubungan D.I. Yogyakarta (2021) *Transportasi Dalam Angka 2021*. Available at:

https://dishub.jogjaprov.go.id/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=114&id=215&Itemid=1000000000000.

Jalanastri, N. K., Mukti, E. T. and Azwansyah, H. (2019) 'Penentuan Koridor Jalur Kereta Api Di Kalimantan Barat Berbasis Kawasan Perkebunan', *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 6(3), pp. 1–11.

Kroes, E. P. and Sheldon, R. J. (1988) 'Stated Preferences Methods', *Journal of Transport Economics and Policy*, pp. 11–25. Available at: http://www.bath.ac.uk/e-journals/jtep/pdf/Volume_XX11_No_1_11-25.pdf.

Ortúzar, J. de D. and Willumsen, L. G. (2011) *Modelling Transport, Modelling Transport*. doi: 10.1002/9781119993308.

Rozano, B. and Yan, W. (2018) 'Monitoring the transformation of Yogyakarta's urban form using remote sensing and Geographic Information System', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 148(1). doi: 10.1088/1755-1315/148/1/012010.

Sugeng, R., Nasuon, E. F. and Hasanah, E. U. (2016) 'Kinerja Teknis dan Analisis ATP WTP Angkutan Trans Jogja', *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2016 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*, (June), pp. 91–98. Available at: https://www.researchgate.net/publication/317240602_Kinerja_Teknis_dan_Analisis_ATP_WTP_Angkutan_Trans_Jogja.

Sulistyorini, R. and Herianto, D. (2010) 'Analisis Multi Kriteria Sebagai Metode Pemilihan Suatu Alternatif Ruas Jalan di Propinsi Lampung', *Jurnal Rekayasa*, 14, p. 3.

Valentine, V., Devi, M. K. and Pramana, A. Y. E. (2020) 'Jangkauan Layanan Trans Jogja Terhadap Sebaran aktivitas Di Kawasan Perkotaan Yogyakarta', *Jurnal Transportasi*, 20(3), pp. 171–180.

Wahyuhana, R. and Prabawa, B. A. (2021) 'Kinerja Ekonomi Kawasan Perkotaan Yogyakarta Melalui Analisis Spasial', *Plano Madani*, 10(1), pp. 76–89.