

Penentuan Lokasi Halte Transjabodetabek Ciputat-Blok M dengan Model *Set Covering Problem*

The Location Determination of Bus Stop For Transjabodetabek Ciputat-Blok M Route Using Set Covering Problem Model

Fredy Jhon Philip Sitorus^{a,1*}, Wasni^{b,2}, Nur Uddin^{c,3}

^{a,b,c} Program studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Jaya, Bintaro, Tangerang Selatan, Indonesia

^{1*} fredy.jhon@upj.ac.id, ² wasninay@gmail.com, ³ nur.uddin@upj.ac.id

* corresponding e-mail

This is an open access article under the terms of the CC-BY-NC license

ABSTRACT

South Tangerang City is one of the buffer areas around Jakarta. Since October 1st 2014 the Djakarta Passenger Transport Company (Perum PPD) has officially launched 10 units bus of the Transjabodetabek Ciputat – Blok M in the Ciputat PPD pool. This is one of the government's efforts to facilitate the citizens of South Tangerang City to Jakarta with affordable and easy costs. This bus is connected to the Transjakarta's bus stop so that Ciputat people who want to go to the middle of Jakarta City or the farthest areas that are still reachable by Transjakarta don't need to change to the other modes. To optimize the operation of Transjabodetabek bus on the Ciputat – Blok M route require supporting facilities such as bus stop location. In this research, the amount and location of the bus stop is determining by identifying the location of trip generation with a relatively high level of demand and candidate location of the bus stops. The results of calculation using set covering problem model conclude that there are 17 location for bus stop in order to serve demand public bus service.

Keywords : bus rapid transit; bus stop; location determination; set covering problem

ABSTRAK

Kota Tangerang Selatan adalah salah satu daerah penyangga sekitar Jakarta. Sejak 1 Oktober 2014 Perusahaan Umum Pengangkut Penumpang Djakarta (Perum PPD) secara resmi meluncurkan 10 unit bus Transjabodetabek rute Ciputat – Blok M di pool PPD Ciputat. Hal ini sebagai salah satu upaya pemerintah untuk mempermudah warga Kota Tangerang Selatan menuju Jakarta dengan biaya yang terjangkau dan mudah. Bus ini terkoneksi dengan halte Transjakarta sehingga warga Ciputat yang hendak menuju ke tengah Kota Jakarta atau daerah terjauh yang masih terjangkau Transjakarta tidak mengalami kesulitan karena harus berganti moda transportasi. Upaya optimalisasi pengoperasian bus Transjabodetabek rute Ciputat - Blok M memerlukan adanya prasarana pendukung, salah satunya kebutuhan terhadap halte. Pada penelitian ini pemilihan lokasi dan jumlah halte dilakukan dengan mengidentifikasi lokasi bangkitan dengan tingkat permintaan yang relatif tinggi dan kandidat lokasi halte. Hasil penentuan lokasi dengan model set covering problem menunjukkan bahwa terdapat 17 lokasi dalam melayani kebutuhan pelayanan angkutan umum bus

Kata Kunci : bus rapid transit; halte; penentuan lokasi; *set covering problem*

A. Pendahuluan

Jakarta sebagai pusat bisnis dan ekonomi memiliki beragam aktivitas yang melibatkan banyak individu dalam suatu sistem transportasi, dimana aktivitas tersebut bertujuan untuk memenuhi kebutuhan hidup seperti bekerja dan pendidikan. Karakteristik Jakarta yang dikelilingi daerah penyangga (*hinterlands*) menyebabkan timbulnya pola perjalanan dari kawasan penyangga menuju kota Jakarta. Hal ini disebabkan keterkaitan antar wilayah sangat berpengaruh dalam menghasilkan perjalanan dan pola sebaran tata guna lahan.

(Ramadhan, 2019) Salah satu daerah penyangga yang berkembang pesat sebagai kawasan pemukiman adalah Tangerang Selatan, yang terbentuk sebagai daerah otonom berdasarkan UU No.51/2008 tentang Pembentukan Kota Tangerang Selatan yang dimekarkan dari Kabupaten Tangerang. (Sulaiman, 2017) menyatakan bahwa kota Tangerang Selatan diramalkan akan memiliki pertumbuhan ekonomi sebesar 8.5% sehingga diharapkan menjadi pusat pertumbuhan kawasan ekonomi di Jabodetabek. Berdasarkan kondisi tersebut, pemerintah kota Tangerang Selatan perlu melakukan upaya penyediaan sarana dan prasarana transportasi yang memadai untuk memenuhi kebutuhan warganya dalam menunjang aktivitas sehari-hari.

Sejak 1 Oktober 2014, Perusahaan Umum Pengangkut Penumpang Djakarta (Perum PPD) secara resmi meluncurkan 10 unit bus Transjabodetabek koridor Ciputat – Blok M di pool PPD Ciputat (Adikara, 2014). Hal ini sebagai salah satu upaya pemerintah untuk mempermudah warga Kota Tangerang Selatan menuju Jakarta dengan biaya yang terjangkau dan mudah. Bus ini terkoneksi dengan halte Transjakarta sehingga warga Ciputat yang hendak menuju ke tengah kota Jakarta atau daerah terjauh yang masih terjangkau Transjakarta tidak mengalami kesulitan karena harus berganti moda transportasi. Selain itu, dengan menggunakan bus Transjabodetabek penumpang tidak perlu membayar lagi untuk

berpindah moda ke bus Transjakarta.

Upaya optimalisasi pengoperasian bus Transjabodetabek koridor Ciputat - Blok M memerlukan adanya prasarana pendukung, salah satunya adalah halte. Halte merupakan fasilitas pendukung dalam sistem angkutan umum yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dari angkutan umum sesuai dengan sistem pelayanan yang telah ditentukan. Oleh karena itu, dalam sistem moda Bus Rapid Transit (BRT), ketepatan dalam menentukan lokasi dan jumlah halte merupakan dua aspek yang penting dalam keberhasilan layanan angkutan umumnya.

Saat ini jumlah halte yang tersedia dalam pelayanan Transjabodetabek Koridor Ciputat - Blok M masih belum memadai dikarenakan lebih banyak digunakan pemberhentian dengan jenis *bus stop*. Hal ini dapat menjadi pertimbangan bagi para pengguna angkutan umum dikarenakan adanya beberapa aspek kenyamanan dan keselamatan yang belum dapat dipenuhi. Oleh karena itu, penulis bermaksud untuk menginisiasi pembangunan halte pada rute ini dengan menganalisis sumber tarikan dan bangkitan pergerakan yang terjadi di sepanjang rute dengan memperhatikan kondisi tata guna lahan yang ada disekitar lokasi. (Prawira, 2015) menyatakan bahwa tingkat kesulitan pengguna dalam memanfaatkan fasilitas halte berdampak terhadap timbulnya permasalahan transportasi lain, yaitu kurang minatnya pengguna menggunakan moda transportasi tersebut.

Terdapat beberapa model dalam menentukan lokasi fasilitas yang optimal, dalam studi ini dipilih model *set covering problem*. Pemilihan ini didasarkan pada pertimbangan aksesibilitas dimana model *set covering problem* memiliki tujuan untuk memberikan kemudahan bagi penumpang dalam memperoleh akses ke halte berdasarkan dua indikator yaitu jarak tempuh minimum dan jumlah halte minimum.

(Wibowo et al., 2018) melakukan studi tentang menentukan lokasi dan jumlah halte

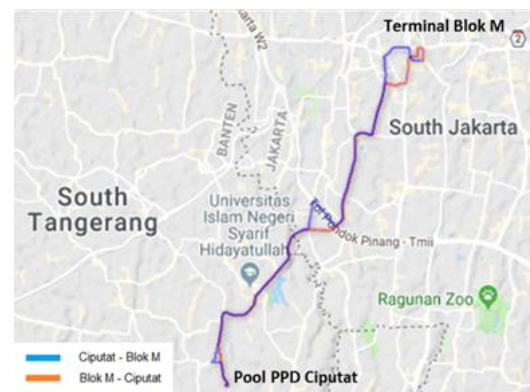
di sepanjang rute I BRT dengan mengidentifikasi lokasi bangkitan yang memiliki tingkat permintaan relatif tinggi dan kandidat lokasi halte yang memenuhi kriteria. Lokasi halte terpilih ditentukan dengan metode *Set Covering Problem*. Hasil perhitungan menyimpulkan terdapat 19 lokasi halte terpilih di sepanjang rute Rajabasa-Sukaraja di Kota Bandar Lampung. Hal yang sama dilakukan oleh (Rahmawati, 2009) yang menambahkan faktor pertimbangan keterbatasan anggaran dalam menentukan lokasi yang optimum dalam menentukan pemilihan halte yang akan dibangun. Sedangkan (Jeong, 2017) melakukan studi optimasi jumlah tempat pengisian bahan bakar melalui beberapa alternatif berdasarkan jangkauan kendaraan yang dibatasi oleh jarak tempuh kendaraan dengan bahan bakar pada kapasitas penuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan difusi dipengaruhi jangkauan kendaraan dan urutan permintaan asal tujuan kendaraan dengan mempertimbangkan proses difusi tersebut. (Susanto et al., 2018) juga telah melakukan studi *set covering method* untuk memecahkan masalah kehabisan bahan bakar minyak di daerah terpencil karena minimnya kapal tanker. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan *Analytic Network Process* dan metode *set covering model* dengan menentukan lokasi dermaga yang tepat untuk tanker, maka dermaga akan dapat memenuhi kebutuhan seluruh sektor yang ada, dan melalui rencana penentuan penugasan kapal tanker yang tepat maka akan dapat memenuhi kebutuhan seluruh Kawasan Indonesia Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penugasan titik awal kandidat adalah diproduksi oleh 4 pelabuhan yaitu 2 pelabuhan di Ambon, Makasar dan Tegal.

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menghasilkan jumlah dan lokasi halte yang optimum sehingga dapat memenuhi kebutuhan bangkitan pergerakan berdasarkan tata guna lahan dan integrasi antar angkutan umum pada rute bus Transjabodetabek koridor Ciputat - Blok M.

Sehingga diharapkan tercapai sasaran yang diharapkan yaitu memberikan akses menuju halte yang ideal berdasarkan jarak tempuh bagi penumpang dengan penyediaan jumlah halte yang minimum namun tetap memenuhi semua titik permintaan di sepanjang daerah layanan rute angkutan umum tersebut.

B. Metode Penelitian

Pada penelitian ini lokasi penelitian sesuai dengan rute Transjabodetabek Ciputat-Blok M yang berawal dari Pool PPD Ciputat dan berakhir di Terminal Blok M. Waktu penelitian dilaksanakan selama 3 bulan dimulai dari bulan September 2019 sampai dengan Desember 2019.



Sumber : google map
Gambar 1 Peta lokasi

Pengumpulan data dilakukan dengan metode pengamatan langsung di lapangan dan penyebaran kuisioner dengan tahapan pengumpulan data terdiri dari :

- 1) Survei pendahuluan
Kegiatan ini dilakukan untuk menentukan titik lokasi pengamatan yang meliputi, rute TransJabodetabek Ciputat - Blok M, sumber bangkitan pergerakan sebagai acuan titik permintaan dan titik kandidat lokasi halte sebagai objek pengamatan.
- 2) Pelaksanaan survei
Dilaksanakan dengan mempertimbangkan hasil dari survei pendahuluan yang terdiri dari pengamatan secara langsung dan penyebaran kuisioner kepada responden.
Pengumpulan data dalam penelitian ini

terdiri dari data primer dan sekunder. Sumber data primer didapat melalui penyusunan dan penyebaran kuisisioner dengan tujuan untuk mengetahui titik permintaan yang selanjutnya dibandingkan dengan titik sumber bangkitan dari tata guna lahan yang ada di sepanjang rute Transjabodetabek Ciputat – Blok M. Sedangkan data sekunder terdiri dari rute angkutan umum yang diperoleh dari observasi secara langsung maupun melalui website resmi Transjakarta, lokasi bangkitan pergerakan yang diperoleh dari pemanfaatan aplikasi Google Maps sesuai dengan kondisi tata guna lahan, dan data angkutan umum yang sejalur dan bersimpangan dengan Transjabodetabek Ciputat – Blok M diperoleh dari pemanfaatan tools transit pada *Google Maps* yang di validasi dengan observasi secara langsung sesuai rute yang berlaku. Pengolahan data pada penelitian ini digunakan pendekatan kuantitatif karena penelitian ini menggunakan data numerik dan menekankan proses penelitian pada pengukuran hasil yang

objektif menggunakan analisis statistik. Penentuan kandidat halte berdasarkan dua aspek utama yaitu lokasi bangkitan berdasarkan tata guna lahan (tempat kerja, sekolah dan universitas, pusat perbelanjaan, tempat tinggal, fasilitas umum) dan data lokasi peralihan moda. Salah satu faktor penting dalam menentukan lokasi yang optimal untuk sebuah halte adalah mengetahui lokasi permintaan dari pengguna BRT maupun angkutan umum yang beroperasi. Lokasi permintaan halte merupakan sumber bangkitan dan tarikan pergerakan penduduk serta lokasi peralihan moda sebelum ataupun setelah menggunakan angkutan umum yang telah dipilih oleh responden. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat 34 titik sumber bangkitan pergerakan dan peralihan moda yang disebar dalam bentuk kuisisioner untuk mengetahui lokasi dengan nilai permintaan tertinggi. Hasil penyebaran kuisisioner dapat dilihat pada Tabel.1

Tabel 1 Hasil penyebaran kuisisioner tentang permintaan tertinggi untuk Jumlah penumpang

No	Lokasi yang dipilih	Jumlah yang memilih	
		Ya	Tidak
1	Menara Harapan School	0	7
2	Simpang Otista Raya	4	3
3	SMK Darussalam	7	0
4	Ciputat LOT	2	5
5	Baileys Apartemen	6	1
6	Kemenag RI	4	2
7	Polsek Ciputat	6	0
8	UIN Jakarta	4	2
9	Simpang WR Supratman	6	0
10	Lotte Grosir Ciputat	1	5
11	Simpang Jalan Pahlawan	6	0
12	SMP Muhammadiyah 17 Ciputat	1	5
13	Living Plaza Ciputat	5	1
14	UMJ	6	0
15	Sandrutex	6	0
16	Simpang Pasar Jumat	6	2

No	Lokasi yang dipilih	Jumlah yang memilih	
		Ya	Tidak
17	Selapa Polri	5	3
18	Simpang Ciputat Raya	7	1
19	Kartini	8	2
20	Niaga Hijau 1	2	8
21	Simpang Pondok Indah	8	2
22	Metro Pondok Indah	1	1
23	Simpang PIM	2	0
24	Simpang Margaguna Radio Dalam	2	0
25	Jalan Dwijaya	2	0
26	Auto 2000	2	0
27	Kelurahan Gandaria Utara	2	0
28	Yado III	2	0
29	Yado I	2	0
30	RRI	2	0
31	Beer Garden	1	1
32	UHAMKA	2	0
33	Taman Ayodya	1	1
34	Simpang Iskandarsyah	1	1

Sumber : hasil pengamatan

Untuk menentukan kandidat halte yang akan dibangun pada penelitian ini dilakukan pengujian statistik *Cochran Q-Test* terhadap hasil pengamatan langsung pada responden yaitu supir angkutan umum. Dalam metode *Cochran Q-Test* diberikan pernyataan tertutup kepada responden, yaitu pernyataan yang pilihan jawabannya sudah disediakan. Untuk mengetahui lokasi yang dipilih, dilakukan *Cochran Q-Test* dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Hipotesis yang akan diuji:
 H_0 : semua atribut yang diuji memiliki proporsi jawaban “ya” yang sama
 H_1 : tidak semua atribut yang diuji memiliki proporsi jawaban “ya” yang sama
- 2) Mencari Q_{hitung} (Q_{hit}) dengan menggunakan persamaan

$$Q = \frac{(k-1) \left[k \sum_j^k c_j^2 - \left(\sum_j^k c_j \right)^2 \right]}{k \sum_i^1 R_i - \sum_i^1 R_i^2} \quad (1)$$

- 3) Penentuan Q_{tabel} (Q_{tab})

Dengan $\alpha = 0.05$, derajat kebebasan (dk) = $k - 1$, maka diperoleh Q_{tabel} (0.05:df) dari Tabel Chi Square Distribution.

- 4) Keputusan:
 Tolak H_0 dan terima H_1 , jika $Q_{hitung} > Q_{tabel}$
 Terima H_0 dan tolak H_1 , jika $Q_{hitung} < Q_{tabel}$
- 5) Kesimpulan
 Jika tolak H_0 berarti proporsi jawaban “ya” masih berbeda pada semua atribut. Artinya, belum ada kesepakatan antar responden tentang atribut. Jika terima H_0 berarti proporsi jawaban “ya” pada semua atribut dianggap sama. Dengan demikian, semua responden dianggap sepakat mengenai semua atribut sebagai faktor yang dipertimbangkan.
 Penentuan lokasi halte dilakukan dengan menggunakan metode pemodelan lokasi (*facility location*) yaitu model *Set Covering Problem*. Model ini disederhanakan dengan menggunakan persamaan integer linear programming dengan teknik branch

and bound persamaan dipecahkan menggunakan aplikasi Matlab memanfaatkan fungsi *Linprog*. Model ini dibangun dengan dua pendekatan, yaitu minimalisasi jumlah titik lokasi fasilitas namun memiliki kemampuan melayani semua titik permintaan. Model *set covering* dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$N_i = \{j | d_{ij} \leq D_e\} \tag{2}$$

Keterangan *i* adalah titik permintaan dengan indeks *i*, *j* adalah titik alternatif lokasi dengan indeks *j*, *d_{ij}* adalah jarak antara titik permintaan *i* dengan alternatif lokasi *j*, *D_e* adalah jarak pemenuhan dan *N_i* adalah semua alternatif lokasi yang meliputi titik permintaan *i*.

A. Fungsi tujuan

Bertujuan untuk meminimalkan jumlah halte yang akan dibangun. Suku $\frac{1}{h_j} x_j$ dimasukkan dalam model untuk menghasilkan pilihan terhadap kandidat halte dengan jumlah penumpang lebih besar.

$$\text{Minimize } z = \sum_j \left(x_j + \frac{1}{h_j} x_j \right) \tag{3}$$

B. Fungsi pembatas

$$\sum_{j \in N_i} x_j \geq 1 \tag{4}$$

Batasan ini menyatakan bahwa setiap titik permintaan dipenuhi sedikitnya dari satu halte. Tujuan batasan ini adalah halte dapat memenuhi area pelayanan di setiap titik permintaan.

$$x_j \in \{0,1\} \tag{5}$$

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{jika titik } i \text{ dipenuhi} \\ 0, & \text{jika tidak} \end{cases}$$

Fungsi pembatas ini menetapkan bahwa suatu keputusan untuk penempatan lokasi tersebut dipilih atau tidak sebagai pemenuhan titik-titik

permintaan, dimana: *h_j* adalah jumlah permintaan pada kandidat halte *j*, *i* adalah titik permintaan (1,2,...,m), *j* adalah titik halte yang memenuhi kriteria (1,2,...,n)

$$\text{Untuk } j \in N_j, \quad N_j = \{j | d_{ij} \leq r\} \tag{6}$$

Batasan menetapkan bahwa setiap area dapat dilayani oleh sekurangnya satu halte. Batasan menyatakan suatu halte dapat memenuhi kebutuhan dari titik permintaan bila jarak antara halte dengan titik permintaan lebih kecil dari 400 m, sesuai Keputusan DIRJEN Perhubungan Darat (Nomor: 271/HK.105/DRJD/96).

Setelah semua data untuk keperluan analisis telah terkumpul dan tervalidasi selanjutnya adalah bagaimana memilih lokasi halte yang optimal sehingga titik permintaan sesuai dengan dua skenario yang telah ditetapkan sebagai berikut:

- A. Skenario 1, pada fungsi batasan terdapat batasan yang mengharuskan terpilihnya seluruh lokasi halte eksisting.
- B. Skenario 2, pada fungsi batasan hanya halte BRT (Transjakarta) eksisting yang dipilih.

Penyelesaian model *Set Covering Problem* dilakukan dengan pendekatan metode *Branch and Bound* melalui aplikasi Matlab

C. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan prosedur pengujian tersebut di atas berdasarkan data hasil kuisisioner yang dapat dilihat pada Tabel 1 menyisakan 29 titik sumber bangkitan pergerakan dan peralihan moda yang telah teruji memiliki tingkat permintaan yang tinggi. Titik dengan tingkat permintaan yang tinggi disebut sebagai titik permintaan yang dinotasikan sebagai *i* himpunan titik permintaan. Karena titik tersebut berjumlah 29, maka notasi himpunan dilambangkan dengan *i* = {1,2,3,...,29}, notasi 1 adalah titik permintaan 1 begitupun seterusnya.

Dalam penelitian ini juga diperlukan

data jumlah penumpang pada setiap lokasi titik permintaan. Untuk mengetahui jumlah penumpang maka dilakukan pengambilan data dengan melakukan pengamatan selama 12 jam sejak pukul 06.00 – 18.00 WIB, pada masing-masing titik permintaan untuk

mengetahui jumlah penumpang naik dan turun angkutan umum. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Titik permintaan

No	Titik Permintaan	Jumlah Penumpang (per minggu)
1	Simpang Otista Raya	638
2	SMK Darussalam	7552
3	Baileys Apartemen	4107
4	Kemenag RI	1971
5	Polsek Ciputat	3511
6	UIN Jakarta	3260
7	Simpang WR Supratman	3009
8	Simpang Jalan Pahlawan	2786
9	Living Plaza Ciputat	2125
10	UMJ	1464
11	Sandratex	2329
12	Simpang Pasar Jumat	1100
13	Selapa Polri	4105
14	Simpang Ciputat Raya	1561
15	Kartini	2129
16	Simpang Pondok Indah	664
17	Metro Pondok Indah	304
18	Simpang PIM	1107
19	Simpang Margaguna Radio Dalam	649
20	Jalan Dwijaya	631
21	Auto 2000	651
22	Kelurahan Gandaria Utara	721
23	Yado III	892
24	Yado I	1063
25	RRI	750
26	Beer Garden	531
27	UHAMKA	1826
28	Taman Ayodya	568
29	Simpang Iskandarsyah	478

Sumber : hasil olahan

Kandidat halte dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan data titik-titik permintaan yang telah diperoleh dari hasil pengujian *Cochran Q-Test* yang disesuaikan dengan kondisi eksisting halte di sepanjang rute yang terdiri dari halte BRT dan non-BRT. Halte BRT terdiri dari Halte Pondok Pinang, Halte Pondok Indah 1, dan Halte

Pondok Indah 2. Sedangkan halte non-BRT terdiri dari Halte UIN Jakarta, Halte Situ Gintung, Halte Selapa, dan Halte Kartini. Oleh karena itu terdapat beberapa titik permintaan yang tidak direncanakan dibangun halte baru karena masih dapat dilayani oleh halte eksisting tersebut. Beberapa Lokasi permintaan yang dapat

dilayani oleh halte eksisting adalah UIN Jakarta, Simpang Jalan Pahlawan, Selapa Polri, Simpang Ciputat Raya, Kartini, Simpang Pondok Indah, dan Metro Pondok Indah.

Untuk mengetahui daerah yang dapat dilayani kandidat halte maka jarak antara

kandidat halte dengan titik permintaan ditetapkan tidak lebih dari 400 m. Perhitungan nilai jarak tempuh dilakukan dengan memanfaatkan *tools Measure* pada aplikasi *Google Maps* dan diperoleh jarak satu titik ke titik lainnya sebagaimana tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3

No	Titik Permintaan	Kandidat Halte yang Memenuhi	Jarak dengan kandidat halte (m)
1	Simpang Otista Raya	Otista Raya (x_1)	216
2	SMK Darussalam	SMK Darussalam (x_2)	120
3	Baileys Apartemen	Baileys Apartemen (x_3)	30
4	Kemenag RI	Kemenag (x_4)	25
5	Polsek Ciputat	Polsek Ciputat (x_5)	358
		Kemenag (x_4)	350
6	UIN Jakarta	Polsek Ciputat (x_5)	55
		Halte UIN Jakarta (x_6)	383
		Halte UIN Jakarta (x_6)	29
7	Simpang WR Supratman	WR Supratman (x_7)	242
		Halte UIN Jakarta (x_6)	247
8	Simpang Jalan Pahlawan	WR Supratman (x_7)	34
		Halte Situ Gintung (x_8)	28
9	Living Plaza Ciputat	Halte Situ Gintung (x_8)	28
		Living Plaza (x_9)	22
10	UMJ	UMJ (x_{10})	166
		Living Plaza (x_9)	198
		UMJ (x_{10})	20
11	Sandratex	Sandratex (x_{11})	241
		UMJ (x_{10})	238
12	Simpang Pasar Jumat	Sandratex (x_{11})	15
		Pasar Jumat (x_{12})	44
13	Selapa Polri	Halte Selapa (x_{13})	253
		Halte Selapa (x_{13})	34
14	Simpang Ciputat Raya	Halte Pondok Pinang (x_{14})	122
		Halte Kartini (x_{15})	182
15	Kartini	Halte Kartini (x_{15})	20
16	Simpang Pondok Indah	Halte Pondok Indah 1 (x_{16})	234
17	Metro Pondok Indah	Halte Pondok Indah 1 (x_{16})	327
18	Simpang PIM	Halte Pondok Indah 2 (x_{17})	398
		Ranch Market (x_{18})	163
19	Simpang Margaguna Radio Dalam	Ranch Market (x_{18})	372
		Margaguna (x_{19})	60
20	Jalan Dwijaya	Dwijaya (x_{20})	165
		Margaguna (x_{19})	254
		Dwijaya (x_{20})	31
21	Auto 2000	Auto2000 (x_{21})	270
		Dwijaya (x_{20})	340

No	Titik Permintaan	Kandidat Halte yang Memenuhi	Jarak dengan kandidat halte (m)
		Auto2000 (x ₂₁)	40
22	Kelurahan Gandaria Utara	Kelurahan Gandaria Utara (x ₂₂)	202
		Auto2000 (x ₂₁)	235
23	Yado III	Kelurahan Gandaria Utara (x ₂₂)	15
		Yado III (x ₂₃)	243
		Kelurahan Gandaria Utara (x ₂₂)	224
		Yado III (x ₂₃)	15
24	Yado I	Yado I (x ₂₄)	198
		RRI (x ₂₅)	370
		Yado III (x ₂₃)	183
		Yado I (x ₂₄)	17
25	RRI	RRI (x ₂₅)	178
		Yado III (x ₂₃)	365
		Yado I (x ₂₄)	177
		RRI (x ₂₅)	14
26	Beer Garden	Beer Garden (x ₂₆)	280
		RRI (x ₂₅)	315
		Beer Garden (x ₂₆)	32
27	UHAMKA	UHAMKA (x ₂₇)	271
		Beer Garden (x ₂₆)	270
		UHAMKA (x ₂₇)	33
28	Taman Ayodya	UHAMKA (x ₂₇)	350
29	Simpang Iskandarsyah	Taman Ayodya (x ₂₈)	42
		Pasar Raya (x ₂₉)	110

Berdasarkan Persamaan (3) diperoleh 29 kandidat halte, dan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut digunakan persamaan fungsi tujuan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Min z = & \sum_j \left(x_1 + \frac{1}{638}x_1 \right) + \left(x_2 + \frac{1}{7552}x_2 \right) + \left(x_3 + \frac{1}{4107}x_3 \right) + \left(x_4 + \frac{1}{1971}x_4 \right) + \left(x_5 + \frac{1}{3511}x_5 \right) \\
 & + \left(x_6 + \frac{1}{3260}x_6 \right) + \left(x_7 + \frac{1}{3009}x_7 \right) + \left(x_8 + \frac{1}{2786}x_8 \right) + \left(x_9 + \frac{1}{2125}x_9 \right) + \left(x_{10} + \frac{1}{1464}x_{10} \right) \\
 & + \left(x_{11} + \frac{1}{2329}x_{11} \right) + \left(x_{12} + \frac{1}{1100}x_{12} \right) + \left(x_{13} + \frac{1}{4105}x_{13} \right) + \left(x_{14} + \frac{1}{1561}x_{14} \right) \\
 & + \left(x_{15} + \frac{1}{2129}x_{15} \right) + \left(x_{16} + \frac{1}{664}x_{16} \right) + \left(x_{17} + \frac{1}{304}x_{17} \right) + \left(x_{18} + \frac{1}{1107}x_{18} \right) \\
 & + \left(x_{19} + \frac{1}{649}x_{19} \right) + \left(x_{20} + \frac{1}{631}x_{20} \right) + \left(x_{21} + \frac{1}{651}x_{21} \right) + \left(x_{22} + \frac{1}{721}x_{22} \right) + \left(x_{23} + \frac{1}{892}x_{23} \right) \\
 & + \left(x_{24} + \frac{1}{1063}x_{24} \right) + \left(x_{25} + \frac{1}{750}x_{25} \right) + \left(x_{26} + \frac{1}{531}x_{26} \right) + \left(x_{27} + \frac{1}{1826}x_{27} \right) \\
 & + \left(x_{28} + \frac{1}{568}x_{28} \right) + \left(x_{29} + \frac{1}{478}x_{29} \right)
 \end{aligned}$$

Batasan model matematik untuk persamaan fungsi tujuan di atas adalah sebagai berikut:

- a) Setiap titik permintaan dapat dipenuhi oleh sekurangnya 1 halte, dengan model matematik batasan ini adalah:

$\sum_j \in N_i x_j \geq 1 \forall i$. Pada masalah ini, titik permintaan satu hanya dapat dipenuhi oleh kandidat halte 1, sehingga model persamaannya adalah $x_1 \geq 1$. Sedangkan untuk titik permintaan empat dapat dipenuhi oleh

kandidat halte 4 dan 5, sehingga model persamaannya adalah $x_4 + x_5 \geq 1$. Model ini digunakan untuk setiap titik permintaan sehingga batasan model

matematik untuk setiap permintaan adalah sebagai berikut:

:

Permintaan 1	$x_1 \geq 1$
Permintaan 2	$x_2 \geq 1$
Permintaan 3	$x_3 \geq 1$
Permintaan 4	$x_4 + x_5 \geq 1$
Permintaan 5	$x_4 + x_5 + x_6 \geq 1$
Permintaan 6	$x_6 + x_7 \geq 1$
Permintaan 7	$x_6 + x_7 \geq 1$
Permintaan 8	$x_8 \geq 1$
Permintaan 9	$x_9 + x_{10} \geq 1$
Permintaan 10	$x_9 + x_{10} + x_{11} \geq 1$
Permintaan 11	$x_{10} + x_{11} \geq 1$
Permintaan 12	$x_{12} + x_{13} \geq 1$
Permintaan 13	$x_{13} \geq 1$
Permintaan 14	$x_{14} + x_{15} \geq 1$
Permintaan 15	$x_{15} \geq 1$
Permintaan 16	$x_{16} \geq 1$
Permintaan 17	$x_{16} \geq 1$
Permintaan 18	$x_{17} + x_{18} \geq 1$
Permintaan 19	$x_{18} + x_{19} + x_{20} \geq 1$
Permintaan 20	$x_{19} + x_{20} + x_{21} \geq 1$
Permintaan 21	$x_{20} + x_{21} + x_{22} \geq 1$
Permintaan 22	$x_{21} + x_{22} + x_{23} \geq 1$
Permintaan 23	$x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} \geq 1$
Permintaan 24	$x_{23} + x_{24} + x_{25} \geq 1$
Permintaan 25	$x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} \geq 1$
Permintaan 26	$x_{25} + x_{26} + x_{27} \geq 1$
Permintaan 27	$x_{26} + x_{27} \geq 1$
Permintaan 28	$x_{27} + x_{28} \geq 1$
Permintaan 29	$x_{29} \geq 1$

- b) Kandidat halte pada masalah ini selalu dipilih $x_7 = 1$, karena pada titik tersebut merupakan lokasi pergantian moda.
- c) Batasan untuk skenario pertama adalah dipilih $x_6, x_8, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}$, dan $x_{17} = 1$, karena kondisi eksisting pada titik-titik tersebut sudah terdapat halte dan akan tetap dipertahankan.
- d) Batasan untuk skenario kedua adalah dipilih x_{14}, x_{16} , dan $x_{17} = 1$, karena titik-titik tersebut adalah lokasi

- e) eksisting halte BRT Transjakarta yang akan tetap dipertahankan. $x_j \in \{0,1\}$, fungsi pembatas ini digunakan sebagai penetapan keputusan terpilihnya lokasi kandidat halte. Berdasarkan hasil optimasi yang dilakukan dengan model matematik, dengan pemanfaatan aplikasi matlab, dan penerapan dua skenario pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4 Lokasi halte terpilih

No	Skenario 1		Skenario 2	
	Halte Terpilih	Jarak halte berikutnya (m)	Halte Terpilih	Jarak halte berikutnya (m)
1	Otista Raya (x_1)	690	Otista Raya (x_1)	690
2	SMK Darussalam (x_2)	503	SMK Darussalam (x_2)	503
3	Baileys Apartemen (x_3)	1.380	Baileys Apartemen (x_3)	1.380
4	Polsek Ciputat (x_5)	354	Polsek Ciputat (x_5)	568
5	Halte UIN Jakarta (x_6)	214	WR Supratman (x_7)	819
6	WR Supratman (x_7)	819	Halte Situ Gintung (x_8)	636
7	Halte Situ Gintung (x_8)	636	UMJ (x_{10})	1.430
8	UMJ (x_{10})	1.430	Halte Selapa (x_{13})	488
9	Halte Selapa (x_{13})	488	Halte Pondok Pinang (x_{14})	245
10	Halte Pondok Pinang (x_{14})	245	Halte Kartini (x_{15})	1.100
11	Halte Kartini (x_{15})	1.100	Halte Pondok Indah 1 (x_{16})	2.270
12	Halte Pondok Indah 1 (x_{16})	2.270	Halte Pondok Indah 2 (x_{17})	1.120
13	Halte Pondok Indah 2 (x_{17})	1.120	Dwiijaya (x_{20})	781
14	Dwiijaya (x_{20})	781	Yado III (x_{23})	945
15	Yado III (x_{23})	945	UHAMKA (x_{27})	1.560
16	UHAMKA (x_{27})	1.560	Pasar Raya (x_{29})	832
17	Pasar Raya (x_{29})	832		
	Jarak Terpendek	214		245
	Jarak Terpanjang	2.270		2.270
	Jarak Rata-rata	903,94		960,43
	Standar Deviasi	534,92		507,38

Setelah diperoleh lokasi halte terpilih berdasarkan skenario yang telah ditetapkan, untuk mengetahui efektifitas pelayanan dari halte terpilih tersebut maka perlu dilakukan analisis beban penumpang yang dapat dilayani pada setiap halte terpilih

berdasarkan skenario. Untuk mengetahui besarnya beban penumpang yang terlayani, maka perlu dilakukan perhitungan jumlah penumpang naik dan turun pada halte terpilih sebagai berikut :

Tabel 5 Beban penumpang terlayani

No	Skenario 1		Skenario 2	
	Halte Terpilih	Jumlah Penumpang (per minggu)	Halte Terpilih	Jumlah Penumpang (per minggu)
1	Otista Raya (x_1)	638	Otista Raya (x_1)	638
2	SMK Darussalam (x_2)	7.552	SMK Darussalam (x_2)	7.552
3	Baileys Apartemen (x_3)	4.107	Baileys Apartemen (x_3)	4.107
4	Polsek Ciputat (x_5)	3.511	Polsek Ciputat (x_5)	3.511
5	Halte UIN Jakarta (x_6)	3.260	WR Supratman (x_7)	3.260
6	WR Supratman (x_7)	3.009	Halte Situ Gintung (x_8)	2.786
7	Halte Situ Gintung (x_8)	2.786	UMJ (x_{10})	1.464
8	UMJ (x_{10})	1.464	Halte Selapa (x_{13})	4.105
9	Halte Selapa (x_{13})	4.105	Halte Pondok Pinang (x_{14})	1.561
10	Halte Pondok Pinang (x_{14})	1.561	Halte Kartini (x_{15})	2.129
11	Halte Kartini (x_{15})	2.129	Halte Pondok Indah 1 (x_{16})	968
12	Halte Pondok Indah 1 (x_{16})	968	Halte Pondok Indah 2 (x_{17})	1.107
13	Halte Pondok Indah 2 (x_{17})	1.107	Dwijijaya (x_{20})	631
14	Dwijijaya (x_{20})	631	Yado III (x_{23})	892
15	Yado III (x_{23})	892	UHAMKA (x_{27})	1.826
16	UHAMKA (x_{27})	1.826	Pasar Raya (x_{29})	478
17	Pasar Raya (x_{29})	478		
	Total	40.024		36.764

D. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan validasi dengan uji *Cochran Q-Test*, terdapat 29 titik bangkitan pergerakan dan peralihan moda pada rute Transjabodetabek yang kemudian ditetapkan sebagai kandidat halte yang akan dioptimasi. Dengan menggunakan model *set covering problem*, hasil optimasi menunjukkan bahwa jumlah halte yang optimum untuk rute Ciputat - Blok M pada skenario pertama dan skenario kedua adalah

sebanyak 17 dan 16 halte dengan jarak antar halte rata-rata 903 m pada skenario pertama dan 960 m pada skenario kedua. Pada skenario pertama dengan 17 halte terpilih dapat melayani 40.024 penumpang dalam seminggu. Sedangkan pada skenario kedua dengan 16 halte terpilih dapat melayani 36.764 penumpang dalam seminggu.

E. Daftar Pustaka

Adikara, B. (2014). *Perusahaan Umum Pengangkutan Penumpang Djakarta (Perum PPD) pada Rabu (1/10/2014)*

- secara resmi meluncurkan 10 unit bus TransJabodetabek koridor Ciputat-Blok M di pool PPD Ciputat, Kota Tangerang Selatan (Tangsel) Artikel ini telah tayang di Wartakotalive . Wartakota.Tribunnews.Com.
<https://wartakota.tribunnews.com/2014/10/01/transjabodetabek-ciputat-blok-m-resmi-beroperasi>
- Jeong, I. J. (2017). An optimal approach for a set covering version of the refueling-station location problem and its application to a diffusion model. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(2), 86–97.
<https://doi.org/10.1080/15568318.2016.1193780>
- Prawira, S. (2015). *Penentuan Jumlah Dan Lokasi Halte Monorel Dengan Model Set Covering Problem (Studi Kasus : Rencana Pembangunan Monorel Medan- Koridor I)*.
- Rahmawati, M. (2009). *Penentuan Jumlah Dan Lokasi Halte Rute I Bus Rapid Transit (Brt) Di Surakarta Dengan Model Set Covering Problem* Mardiana Rahmawati Nim I 0303034 Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik. 1–162.
- Ramadhan, faiz. (2019). *Perencanaan strategis sistem informasi pada rsud tangerang selatan skripsi*. Universitas Islam negeri syarif hidayatullah...BELUM MENDELEY
- Sulaiman, F. (2017). *Tangerang Selatan (Tangsel) diprediksi bakal menjadi pusat pertumbuhan ekonomi baru di kawasan Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi)*. Tahun ini, Pemerintah Kota Tangerang Selatan menargetkan perekonomian Tangsel mampu tumbuh hingga 8, .
Wartaekonomi.Co.Id.
<https://www.wartaekonomi.co.id/read136051/tangsel-diprediksi-jadi-pusat-pertumbuhan-ekonomi-baru>
- Susanto, A. D., Susanto, A., & Suharyo, O. S. (2018). *Optimization Of The Anp And Set Covering Method For The Allocation Of Tanker In The East Sea Region Of Indonesia*. 9(2), 63–74.
- Wibowo, H., Anggraini, M., & Aldino, R. Y. (2018). Pemodelan Set Covering Problem Dalam Penentuan Lokasi Halte Bus Rapid Transit (Brt) Pada Koridor Rajabasa-Sukaraja Di Kota Bandar Lampung. *Spektrum Industri*, 16(2), 111.
<https://doi.org/10.12928/si.v16i2.11543>