

OPTIMASI PENJADWALAN BISKITA TRANS PAKUAN BOGOR DI KORIDOR-2 DENGAN *INTEGER LINEAR PROGRAMMING*

H. Mayyani, Syahrul, *P. T. Supriyo, A. Aman, Siswandi,
F. Septianto, M. T. Julianto

Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika,
Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga Bogor.
mayyani_mat15@apps.ipb.ac.id, 23syahrul@apps.ipb.ac.id, praptosu@apps.ipb.ac.id *corresponding author, aaman@apps.ipb.ac.id, siswandi@apps.ipb.ac.id, fendy-se@apps.ipb.ac.id, mtjulianto@apps.ipb.ac.id

Abstrak

Kota Bogor merupakan salah satu kota yang berada di provinsi Jawa Barat dengan jumlah penduduk yang banyak. Sejalan dengan perubahan waktu, jumlah penduduk kota Bogor bertambah, sehingga menyebabkan mobilitas semakin meningkat dan juga menyebabkan kemacetan. Salah satu upaya Pemerintah Kota Bogor untuk mengatasi kemacetan adalah dengan melakukan pergantian angkutan kota menjadi bentuk angkutan massal perkotaan dengan konsep *Bus Rapid Transit* yang diberi nama BisKita Trans Pakuan Bogor. Dalam paper ini dibahas masalah optimasi penjadwalan BisKita Trans Pakuan Bogor pada Koridor 2 berdasar *Integer Linear Programming* yang diselesaikan menggunakan bantuan *software* MiniZinc. Model dibangun dengan memperhatikan partisi waktu, rute bus, banyaknya bus yang beroperasi, jam kerja pramudi (pengemudi), banyaknya pramudi serta lamanya perjalanan dalam tiap partisi waktu. Hasil luaran model berupa optimasi banyaknya rit bus dan biaya operasional minimum yang dikeluarkan oleh perusahaan. Banyaknya rit yang dihasilkan selanjutnya digunakan untuk menyusun jadwal keberangkatan bus.

Kata kunci: *Bus Rapid Transit, integer linear programming, optimasi, penjadwalan bus*

1 Pendahuluan

Kota Bogor merupakan salah satu kota yang berada di provinsi Jawa Barat dengan jumlah penduduk yang banyak. Berdasarkan data hasil sensus penduduk tahun 2024 [2], Kota Bogor memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.137.859 jiwa. Hal ini membuat transportasi menjadi salah satu sektor yang berperan penting sebagai alat untuk menunjang perekonomian sebagai sarana distribusi dan angkutan. Seiring berjalannya waktu, penduduk Kota Bogor bertambah, sehingga menyebabkan mobilitas semakin meningkat. Hal tersebut menyebabkan ketidaklancaran dalam hal transportasi atau yang lebih sering dikenal dengan kemacetan. Kemacetan ini sering terjadi pada jam-jam sibuk, terutama pada pagi dan sore hari saat hendak berangkat dan pulang kerja [6].

Pemerintah Kota Bogor berupaya untuk mengatasi kemacetan di Kota Bogor salah satunya dengan melakukan penggantian sebagian angkutan kota menjadi angkutan massal

perkotaan menggunakan konsep *Bus Rapid Transit* (BRT) yang diberi nama BisKita Trans Pakuan Bogor. BRT atau *busway* adalah sistem transportasi bus yang berkualitas tinggi, cepat, nyaman dan murah untuk perjalanan perkotaan dengan menyediakan akses pejalan kaki, infrastruktur, operasional pelayanan yang cepat dan teratur, pemasaran yang terdiferensiasi dan layanan pelanggan yang sangat baik [7]. BRT pada dasarnya menyimulasikan karakteristik kinerja sistem transportasi kereta api modern [9]. Sementara itu, sistem BRT selalu menyertakan beberapa bentuk jalur bus khusus, sebagian besar jalur bus sejajar dengan permukaan jalan. Kualitas layanan BRT menjadi sangat baik dengan adanya sistem informasi transit yang dapat memberikan informasi mengenai perjalanan seperti panduan rute dan jadwal yang mudah diakses oleh penumpang secara *online* [14].

BRT merupakan percontohan dari Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek (BPTJ). Konsep BRT menjadi tolok ukur standar pelayanan. Layanan BRT yang efisien, aman, nyaman dan terjangkau diharapkan dapat mendorong masyarakat untuk memilih transportasi umum dan mengurangi penggunaan transportasi pribadi [8].

BisKita Trans Pakuan Bogor memiliki Standar Pelayanan Minimal, selanjutnya disingkat SPM, yang diatur dalam [10] sebagai landasan dalam melakukan pelayanan untuk menjamin mutu pelayanan dan meningkatkan kualitas, serta memenuhi permintaan dan kebutuhan penumpang. BisKita Trans Pakuan Bogor memiliki empat koridor yang telah beroperasi secara penuh. Empat koridor tersebut adalah koridor 1 dengan rute terminal Bubulak sampai Cidangiang, Koridor 2 dengan rute terminal Bubulak sampai Ciawi, Koridor 5 dengan rute terminal Ciparigi sampai stasiun Bogor, dan Koridor 6 dengan rute Parung Banteng sampai Air Mancur Bogor [3]. Saat ini hanya Koridor 1 dan 2 yang beroperasi, sedangkan Koridor 5 dan 6 dihentikan sementara oleh Pemkot Bogor. Berdasarkan pengamatan secara langsung di lapangan pada Koridor 2 sering terjadi penumpukan penumpang di halte, khususnya pada waktu sibuk. Sedangkan, pada waktu nonsibuk tidak terjadi penumpukan penumpang di halte dan armada bus hanya mengangkut sedikit penumpang. Oleh karena itu, dibutuhkan penjadwalan yang optimum dengan memperhatikan waktu dan rata-rata banyaknya penumpang yang naik bus. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan memecah jam operasional selama satu hari menjadi beberapa partisi waktu. Penggunaan partisi dapat mengatasi permintaan penumpang yang berbeda-beda di beberapa waktu tertentu.

Perencanaan penjadwalan BisKita Trans Pakuan Bogor harus dilakukan secara efisien, bebas konflik, dan mampu memadukan peristiwa, sumber daya, ruang, waktu, dan segala kendala untuk menghasilkan tingkat kepuasan preferensi tertinggi [11]. Menurut [12], beberapa tujuan penjadwalan antara lain, meningkatkan penggunaan sumber daya, mengurangi persediaan barang setengah jadi, mengurangi keterlambatan dalam pekerjaan dan membantu pengambilan keputusan terkait perencanaan kapasitas pabrik. Penelitian ini bertujuan memodelkan dan menyelesaikan masalah penjadwalan BisKita Trans Pakuan Bogor pada Koridor 2 dalam bentuk *Integer Linear Programming* (ILP) untuk mendapatkan rit optimum agar dapat meminimumkan biaya dalam mengoperasikan bus dengan bantuan *software* MiniZinc 2.7.6.

2 Deskripsi Masalah

Minat masyarakat Kota Bogor menggunakan layanan transportasi umum Biskita Trans Pakuan semakin meningkat. Hal ini ditandai dengan meningkatnya *load factor* di setiap bulannya pada tahun 2022 yang mencapai 90.80% menurut Direktur Angkutan Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek (BPTJ) Kemenhub, Tatan Rustandi [4].

Setiap bus yang beroperasi memiliki kapasitas penumpang sebanyak 40 orang yang terdiri atas 20 penumpang duduk dan 20 penumpang berdiri [5]. Layanan Biskita Trans Pakuan Bogor beroperasi mulai pukul 05.00 – 22.00 WIB dengan tarif Rp 4000 per orangnya. Tarif tersebut dikenakan kepada penumpang per satu kali naik Biskita Trans Pakuan, sehingga jika penumpang perlu berpindah koridor atau rute maka penumpang akan dikenakan tarif lagi. Metode pembayaran Biskita Trans Pakuan memberlakukan *cashless payment* menggunakan kartu nontunai, dimana penumpang cukup menempelkan kartu nontunai di perangkat *Tap on Bus* (ToB) yang tersedia di dalam armada Biskita Trans Pakuan [1].

Untuk membatasi permasalahan, terdapat beberapa asumsi yang digunakan pada model ini, antara lain:

1. *headway bus* (selisih waktu pemberangkatan satu bus dengan pemberangkatan bus lainnya) dalam satu partisi waktu adalah sama,
2. rit dalam model menyatakan perjalanan bus dari titik pemberangkatan hingga ke titik akhir pemberhentian akhir lalu kembali lagi ke titik pemberangkatan awal (satu rit = awal → akhir → awal),
3. durasi waktu tempuh perjalanan selama satu rit relatif seragam,
4. kapasitas bus adalah sama,
5. setiap bus dapat beroperasi lebih dari satu rit dalam satu hari,
6. tidak ada penumpang yang tidak terangkut bus,
7. seluruh halte beroperasi, sehingga bus berhenti di seluruh halte,
8. di setiap partisi waktu tersedia 15 bus.

3 Formulasi Matematika

Formulasi masalah penentuan jadwal rit dalam paper ini dimodifikasi dari [13]. Didefinisikan indeks, himpunan, parameter, dan variabel keputusan sebagai berikut.

Indeks dan Himpunan

p = indeks partisi waktu, $p = 1, 2, \dots, n$

P = himpunan partisi waktu penjadwalan.

Parameter

q_p^{pnp} = rata-rata banyaknya penumpang pada partisi waktu $p \in P$.

q^{bus} = banyaknya armada bus yang dapat dioperasikan.

q^{cty} = kapasitas bus (dalam satuan penumpang).

q^{pgw} = banyaknya pramudi bus yang ditugaskan.

t_p^{bwh} = batas bawah waktu keberangkatan bus pada partisi waktu $p \in P$.

t_p^{ats} = batas atas waktu keberangkatan bus pada partisi waktu $p \in P$.

Δt_p = selisih batas atas waktu keberangkatan bus dengan batas bawah waktu keberangkatan bus pada partisi waktu $p \in P$.

$$\Delta t_p = t_p^{ats} - t_p^{bwh} \quad (1)$$

T_p = durasi waktu tempuh perjalanan selama satu rit (dalam satuan menit) bus pada partisi waktu $p \in P$.

h_p = *headway* bus, merupakan selisih waktu (dalam satuan menit) keberangkatan satu bus dengan keberangkatan bus selanjutnya pada satu rute yang sama di partisi waktu $p \in P$.

$$h_p = \frac{T_p}{q^{bus}} \quad (2)$$

h_p^{std} = *headway* bus ditambah dengan waktu toleransi keterlambatan berdasarkan Standar Pelayanan Minimal Angkutan Umum Massal BisKita Trans Pakuan Bogor pada partisi waktu $p \in P$.

K^{pgw} = jam kerja maksimum pramudi per hari (dalam satuan menit).

k^{pgw} = jam kerja minimum pramudi per hari (dalam satuan menit).

k_p^{LP} = banyaknya penumpang yang diharapkan perusahaan penyedia layanan dapat dilayani pada partisi waktu $p \in P$.

k = jumlah hari pengulangan jadwal.

M_p^{rit} = banyaknya rit maksimum yang harus dipenuhi pada partisi $p \in P$.

$$M_p^{rit} = \left\lceil \frac{\Delta t_p}{h_p} \right\rceil = \left\lceil \frac{t_p^{ats} - t_p^{bwh}}{h_p} \right\rceil \quad (3)$$

m_p^{rit} = banyaknya rit minimum yang harus dipenuhi pada partisi $p \in P$.

$$m_p^{rit} = \left\lceil \frac{\Delta t_p}{h_p^{std}} \right\rceil = \left\lceil \frac{t_p^{ats} - t_p^{bwh}}{h_p^{std}} \right\rceil \quad (4)$$

L_p = rata-rata biaya operasional bus yang dibutuhkan untuk setiap rit pada partisi waktu $p \in P$.

Variabel Keputusan

x_p = banyaknya rit optimum pada partisi waktu $p \in P$.

Fungsi Objektif

Fungsi objektifnya adalah meminimumkan banyaknya rit yang berarti juga meminimisasi biaya operasional bus.

$$\min z = \sum_{p \in P} L_p \times x_p \quad (5)$$

Kendala

1. Semua keberangkatan bus dapat dilayani dengan memperhatikan jam kerja minimum dan maksimum pramudi dalam enam hari kerja dalam sepekan.

$$6 \times k^{pgw} \times \frac{q^{pgw}}{2} \leq \sum_{p \in P} T_p \times k \times x_p \leq 6 \times K^{pgw} \times \frac{q^{pgw}}{2}. \quad (6)$$

2. Banyaknya rit yang dilayani tidak melebihi banyaknya rit optimum.

$$m_p^{rit} \leq x_p \leq M_p^{rit}; \forall p \in P \quad (7)$$

3. Penumpang dapat dilayani sesuai dengan harapan perusahaan.

$$x_p \geq \frac{q_p^{pnp}}{k_p^{LP}}; \forall p \in P \quad (8)$$

4. Variabel keputusan taknegatif.

$$x_p \in \mathbb{Z}^+ \cup \{0\}; \forall p \in P \quad (9)$$

4 Hasil dan Pembahasan

Ruang lingkup data penelitian ini hanya dibatasi pada Koridor 2 rute Terminal Bubulak (via Cidangiang) – Ciawi. Pengoperasian bus dilakukan setiap hari mulai pukul 05.00 WIB s.d. 22.00 WIB. Rute keberangkatan bus pada Koridor 2 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Rute BisKita Trans Pakuan Bogor pada Koridor 2 Terminal Bubulak (via Cidangiang) – Ciawi

Gambar 1 menunjukkan rute pemberangkatan dan kepulangan bus pada Koridor 2 dengan rute Terminal Bubulak (via Cidangiang) – Ciawi dan Ciawi – Terminal Bubulak. Rute tersebut terdiri dari 43 halte yang dilalui bus Koridor 2 untuk rit Terminal Bubulak (via Cidangiang) – Ciawi – Terminal Bubulak.

Data penelitian bersumber dari Dinas Perhubungan Kota Bogor dan pengamatan secara langsung di lapangan serta wawancara terhadap petugas bagian pengendalian BisKita Trans Pakuan Bogor. Berikut merupakan data yang diperoleh:

1. Jumlah armada bus yang beroperasi pada Koridor 2 yaitu 15 bus. Armada bus tersebut beroperasi saat *weekday* (Senin-Jumat) dan *weekend* (Sabtu-Minggu).
2. Periode waktu dibagi menjadi dua kategori waktu yaitu waktu sibuk dan nonsibuk. Periode waktu nonsibuk pukul 05.00-06.00 WIB dan 18.00-22.00 WIB, sedangkan periode waktu sibuk pukul 06.00-18.00 WIB. Oleh karena itu, pada jadwal akan dibentuk tujuh partisi waktu yaitu pukul 05.00-06.00, 06.00-09.50, 09.50-12.30, 12.30-13.50, 13.50-15.20, 15.20-18.00, dan 18.00-22.00.
3. Toleransi waktu keterlambatan pada waktu sibuk dan nonsibuk masing-masing adalah sebesar 5 menit dan 10 menit. *Headway* bus pada waktu sibuk adalah 7 menit, sedangkan waktu nonsibuk adalah 15 menit (Permenhub 2015). Oleh karena itu, h^{std} untuk waktu sibuk adalah 5 menit + 7 menit = 12 menit, sedangkan h^{std} untuk waktu nonsibuk adalah 10 menit + 15 menit = 25 menit.
4. Normalnya kapasitas bus adalah 40 penumpang, terdiri atas 20 tempat duduk dan 20 orang berdiri.
5. Banyaknya penumpang yang diharapkan oleh perusahaan dapat terlayani sesuai kapasitas bus adalah 40 penumpang.
6. Jumlah pramudi yang bekerja di Koridor 2 per harinya sebanyak 30 orang. Pramudi bekerja sebanyak 6 hari per pekan dengan jam kerja minimum 8 jam dan maksimum 9 jam per harinya. Dalam satu hari, terdapat dua *shift*, yaitu pagi dan siang.
7. Rit didefinisikan sebagai perjalanan dari titik awal ke titik akhir, lalu kembali ke titik awal. Jarak tempuh untuk rute Koridor 2 Terminal Bubulak (via Cidangiang) – Ciawi yaitu 35,4 km.
8. Biaya operasional bus yang dibutuhkan untuk setiap rit diperoleh dari mengalikan biaya operasional bus per kilometer dengan jarak tempuh per rit. Biaya operasional bus per kilometer untuk Koridor 2 adalah sebesar Rp 8.723,00/km, sehingga biaya operasional bus yang dibutuhkan untuk setiap rit per bus adalah Rp 308.794,00.

Rata-rata banyaknya penumpang Koridor 2 per jam dalam sepekan diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata banyak penumpang Koridor 2 per jam (dalam sepekan)

Waktu	Penumpang	Waktu	Penumpang
05.00 – 06.00	136	14.00 – 15.00	223
06.00 – 07.00	182	15.00 – 16.00	230
07.00 – 08.00	210	16.00 – 17.00	219
08.00 – 09.00	220	17.00 – 18.00	210
09.00 – 10.00	228	18.00 – 19.00	184
10.00 – 11.00	197	19.00 – 20.00	146
11.00 – 12.00	203	20.00 – 21.00	62
12.00 – 13.00	204	21.00 – 22.00	12
13.00 – 14.00	215		

Berdasarkan data pada Tabel 1, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata banyak penumpang pada partisi waktu $p \in P$ (q_p^{pnp}). Contoh pada partisi 2 pukul 6.00 – 9.50 rata-rata banyak penumpang adalah $182 + 210 + 220 + 190 = 802$ penumpang. Hasil rekapitulasi data model yang digunakan untuk penyusunan jadwal bus diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi data model

P	t_p^{bwh}	t_p^{ats}	Δt_p	q_p^{bus}	k	T_p	h_p^{std}	h_p	q_p^{pnp}	L_p
1	5:00	6:00	60	15	7	78	25	5	136	308794
2	6:00	9:50	230	15	7	84	12	6	802	308794
3	9:50	12:30	160	15	7	79	12	5	540	308794
4	12:30	13:50	80	15	7	81	12	5	281	308794
5	13:50	15:20	90	15	7	80	12	5	336	308794
6	15:20	18:00	160	15	7	83	12	6	582	308794
7	18:00	22:00	240	15	7	78	25	5	404	308794

Berdasarkan data yang tersedia pada Tabel 2, selanjutnya dilakukan penentuan banyaknya rit maksimum dan rit minimum yang harus dipenuhi menggunakan persamaan (3) dan (4). Contoh pada partisi 1 (pukul 05.00-06.00), rit minimum dan rit maksimum diperoleh $m_p^{rit} = \left\lfloor \frac{60}{25} \right\rfloor = 2$ dan $M_p^{rit} = \left\lceil \frac{60}{5} \right\rceil = 12$. Hasil rit maksimum dan rit minimum secara keseluruhan diberikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengolahan data untuk penyusunan jadwal bus

P	Variabel	m^{rit}	M_p^{rit}
1	x_1	2	12
2	x_2	19	41
3	x_3	13	30
4	x_4	7	15
5	x_5	8	17
6	x_6	13	29
7	x_7	10	46

Setelah melakukan rangkaian proses implementasi model menggunakan *software* MiniZinc 2.7.6, dari data pada Tabel 2 dan Tabel 3 diperoleh luaran banyaknya rit bus setiap partisi yang diberikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Solusi model pengoptimuman banyaknya rit bus

P	Variabel	Nilai
1	x_1	4
2	x_2	21
3	x_3	14
4	x_4	8
5	x_5	9
6	x_6	15
7	x_7	11

Jumlah keseluruhan rit optimum untuk Koridor 2 adalah 82 rit per hari dalam seminggu, sedangkan biaya operasional minimum yang harus dikeluarkan perusahaan dalam pengoperasian bus di Koridor 2 dalam periode seminggu sebesar Rp 25.321.108,00.

Selanjutnya ditentukan *headway* optimum menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Headway optimum} = \frac{\Delta t_p}{x_p} \quad (10)$$

Menggunakan persamaan (10), diperoleh *headway* optimum dari setiap partisi yang diberikan pada Tabel 5.

Tabel 5 *Headway* optimum setiap partisi waktu

<i>P</i>	t_p^{bwh}	t_p^{ats}	Δt_p	x_p	<i>Headway</i> optimum (menit)	Keterangan <i>headway</i>	
						Menit	Detik
1	5:00	6:00	60	4	15	15	0
2	6:00	9:50	230	21	10,9524	10	57,144
3	9:50	12:30	160	14	11,4286	11	25,714
4	12:30	13:50	80	8	10	10	0
5	13:50	15:20	90	9	10	10	0
6	15:20	18:00	160	15	10,6667	10	40,002
7	18:00	22:00	240	11	21,8182	21	49,092

Headway optimum setiap partisi yang tersedia pada Tabel 5 selanjutnya digunakan untuk mencari penjadwalan waktu keberangkatan bus. Contohnya pada partisi 1 (pukul 5.00-6.00), *headway* optimum yang diperoleh adalah 15 menit dengan batas bawah waktu keberangkatan pukul 5.00. Oleh karena itu, dapat dituliskan jadwal waktu keberangkatan bus pada partisi 1 adalah pukul 5.00, 5.15, 5.30, dan 5.45. *Timetable* waktu keberangkatan BisKita Trans Pakuan Bogor Koridor 2 diberikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengoptimuman jadwal BisKita Trans Pakuan Bogor Koridor 2

Timetable (Waktu Keberangkatan)										
05.00	05.15	05.30	05.45	06.00	06.10	06.21	06.32	06.43	06.54	
07.05	07.16	07.27	07.38	07.49	08.00	08.11	08.22	08.33	08.44	
08.55	09.06	09.17	09.28	09.39	09.50	10.01	10.12	10.24	10.35	
10.47	10.58	11.09	11.21	11.32	11.44	11.55	12.07	12.18	12.30	
12.40	12.50	13.00	13.10	13.20	13.30	13.40	13.50	14.00	14.10	
14.20	14.30	14.40	14.50	15.00	15.10	15.20	15.30	15.41	15.52	
16.02	16.13	16.24	16.34	16.45	16.56	17.06	17.17	17.28	17.38	
17.49	18.00	18.21	18.43	19.05	19.27	19.49	20.10	20.32	20.54	
21.16	21.38									

5 Simpulan dan Saran

Pada paper ini telah dibahas penyelesaian masalah optimasi penjadwalan BisKita Trans Pakuan Bogor pada Koridor 2 dengan mempertimbangkan standar pelayanan minimal, biaya operasional bus, jam sibuk dan nonsibuk, serta sebaran rata-rata jumlah penumpang. Masalah penjadwalan ini diformulasikan berdasar model *Integer Linear Programming* dan diselesaikan menggunakan bantuan *software* MiniZinc 2.7.6. Hasil luaran model menunjukkan jumlah rit optimum pada Koridor 2 sebanyak 82 rit/hari. Adapun biaya minimum dalam mengoperasikan bus pada Koridor 2 sebesar Rp 25.321.108,00 dalam sepekan. Banyaknya rit dan *headway* optimum yang diperoleh kemudian dijadikan acuan untuk menyusun jadwal keberangkatan (*timetable*) bus.

Pada penelitian ini digunakan data real rata-rata banyak penumpang tiap jam kemudian dibuat menjadi data rata-rata banyak penumpang per partisi waktu. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan data banyak penumpang yang sesuai dengan partisi waktunya.

Daftar Pustaka

- [1] Arianataputri DR. 2023. *Biskita trans pakuan Bogor resmi berbayar mulai besok* [internet]. UrbanBogor.[diakses tanggal 3 Januari 2024]. <https://bogor.urbanjabar.com/bogor/2688836145/biskita-trans-pakuan-bogor-resmi-berbayar-mulai-besok>.
- [2] [BPS] Badan Pusat Statistik. 2024. *Penduduk Kota Bogor Berdasarkan Kelompok Umur dan Jenis Kelamin (Jiwa), Indonesia 2021* [internet]. Badan Pusat Statistik.[diakses tanggal 28 Juni 2025]. <https://bogorkota.bps.go.id/indicator/12/31/1/penduduk-kota-bogor-berdasarkan-kelompok-umur-dan-jenis-kelamin.html>.
- [3] [BPTJ] Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek. 2021. *BisKita Trans Pakuan Resmi Beroperasi di Kota Bogor, Indonesia 2021* [internet]. [diakses tanggal 6 Oktober 2023]. <https://bptj.dephub.go.id/post/read/biskita-trans-pakuan-resmi-beroperasi-di-kota-bogor>.
- [4] [BPTJ] Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek. 2022. *Tren Load Factor BisKita Trans Pakuan Terus Menanjak, Indonesia 2022* [internet]. [diakses tanggal 16 Oktober 2023]. <https://bptj.dephub.go.id/post/read/tren-load-factor-biskita-trans-pakuan-terus-menanjak>.
- [5] [Dishub] Dinas Perhubungan Kota Bogor. 2023. *Evaluasi Kinerja Angkutan Dalam Trayek Kota Bogor* [laporan akhir]. Bogor: Dinas Perhubungan Kota Bogor.
- [6] Hanum F, Aman A, Bakhtiar T, Cahyadi I. 2014. Model pengotimuman dispatching bus pada transportasi perkotaan: studi kasus pada koridor TransJakarta. Di dalam: Widyaningsih P, Respatiwulan, Kuntari S, Kurdhi NA, Utomo PH, Winarno B, editor. *Peranan Matematika dan Statistika dalam Menyikapi Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, Pendidikan Matematika, dan Komputasi*; 2014 Okt 18; Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta. hlm 306-314; [diakses tanggal 28 September 2023].
- [7] [ITDP] Institute for Transportation and Development Policy. 2007. *Bus Rapid Transit Guide Planning* [internet]. [diakses tanggal 3 Januari 2024]. https://nacto.org/docs/usdg/brt_guide_itdp.pdf.
- [8] Mayyani H, Silalahi BP, Aman A. 2017. Frequency determination of Bus Rapid Transit (BRT) applied on service system of Trans Mataram Metro bus to minimize the operational cost. *International Journal of Engineering and Management Research (IJEMR)*. 7(1): 134-140.
- [9] Nurfadli M, Heriyanto D, Pratomo P. 2015. Evaluasi Kinerja Angkutan Massal Bus Rapid Transit Pada Koridor Rajabasa – Sukaraja. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain (JSRDD)*. 1(1): 205-220.
- [10] [Permenhub] *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM. 27 Tahun 2015 Tentang Standar Pelayanan Minimal Angkutan Massal Berbasis Jalan* [internet]. [diakses tanggal 1 Juni 2025]. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/103407/permenhub-no-27-tahun-2015>
- [11] Saefurrohman G. 2021. *Masalah Penjadwalan Mata Pelajaran Studi Kasus Di SMA Plus Liwaul Furqan Bogor* [skripsi]. Bogor: IPB University.
- [12] Sari DN. 2018. Simulasi penjadwalan bus trans mebidang menggunakan metode repetitive scheduling. *Jurnal Pelita Informatika*. 6(3): 297-301.doi: <https://www.ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/pelita/article/view/550/507>.
- [13] Wihartiko FD, Buono A, Silalahi BP. 2017. Integer programming model for optimizing bus timetable using genetic algorithm. *IOP Conference Series: Material Science and Engineering*. 166(1) : 1-9. doi: 10.1088/1757-899X/166/1/012016.
- [14] Wirasinghe SC, Kattan L, Rahman MM, Hubbell J, Thilakaratne R, Anowar S. 2013. Bus rapid transit- a review. *International Journal of Urban Sciences*. 17(1): 1- 31.