

PUBLIKASI PENELITIAN TERAPAN DAN KEBIJAKAN

e-ISSN: 2621-8119

DOI : <https://doi.org/10.46774/pptk.v6i2.549>

Optimasi Penjadwalan *Light Rail Transit* dan Teman Bus Koridor Terminal Plaju- Terminal Jakabaring

Optimizing Timetable Synchronization of Light Rail Transit and Teman Bus on Jakabaring Terminal – Plaju Terminal Route

Puspania Okpatiasari, Erika Buchari*, Melawaty Agustien

Program Pasca Sarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, Indonesia

*Korespondensi Penulis: Phone : +6281511582083, e-mail : erikabuchari@ft.unsri.ac.id

Diterima : 11 Agustus 2023

Direvisi : 18 Desember 2023

Diterbitkan : 29 Desember 2023



This is an open access article under the CC BY-SA license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)

PPTK is indexed Journal and accredited as Sinta 4 Journal
(<https://sinta.kemdikbud.go.id/journals/profile/7050>)

ABSTRACT

Light Rail Transit (LRT) which has been operated since 2018 in Palembang City has Teman Bus as its feeder. Based on service condition, LRT has fix timetable on every its station but Teman bus does not have timetable. Teman Bus has not provided departure or arrival time on every its halte. This condition concludes that public transportation has lack of adequate service for passengers. Therefore, optimizing timetable scheduling of LRT and Teman Bus is required as one of efforts for improving good public transport facilities. This paper aimed creating simulation of Teman Bus timetable based on real condition with headway and trip time data distribution method with case study in 2021. In addition, Program Linear Method will be used for synchronizing Teman Bus timetable and existing Light Rail Transit timetable based on passenger's behavior to minimize waiting time. The result shows that passengers need 27 second of waiting time while transferring from LRT station to Teman Bus Stop and 60 second of waiting time while transferring from Teman Bus Stop to LRT station.

Keywords: LRT, teman bus, timetable, waiting time

ABSTRAK

Light Rail Transit (LRT) yang telah beroperasi sejak tahun 2018 di Kota Palembang memiliki Teman Bus sebagai feeder. Kondisi pelayanan yang telah berlangsung selama ini menunjukkan bahwa LRT sudah memiliki jadwal pasti di setiap stasiunnya, berbeda dengan Teman Bus yang belum memiliki jadwal pasti di setiap pemberhentiannya. Kondisi ini menjadi salah satu faktor kurangnya pelayanan yang memadai dari penyedia transportasi kepada pelaku transportasi. Maka dari itu, dalam mewujudkan transportasi umum yang nyaman dan terintegrasi diperlukan optimasi penjadwalan LRT dan Teman Bus. Penelitian akan mensimulasikan penjadwalan Teman Bus dengan metode sebaran data headway dan waktu tempuh yang terjadi di lapangan dengan studi kasus di tahun 2021. Penjadwalan akan di sinkronisasikan dengan jadwal LRT menggunakan metode program linear dengan mempertimbangkan karakteristik penumpang di Kota Palembang sehingga menghasilkan waktu tunggu yang minimum. Hasil menunjukkan waktu tunggu minum penumpang transit dari Stasiun LRT menuju Halte Teman Bus sebesar 27 detik dan waktu minimum penumpang transit dari Halte Teman Bus menuju Stasiun LRT sebesar 60 detik.

Kata kunci: LRT, penjadwalan, teman bus, waktu tunggu

PENDAHULUAN

Transportasi Umum merupakan hal yang penting bagi masyarakat perkotaan. Adanya transportasi umum yang nyaman dan terintegrasi, transportasi umum dapat dijadikan pilihan bagi masyarakat untuk memfasilitasi kebutuhan transportasi dalam aktivitas sehari – hari sehingga dapat berpengaruh pada pengurangan kemacetan di jalan raya. Sesuai dengan pernyataan Zhang, Ceder, dan Cao (2020) bahwa transportasi umum dapat mentransfer penumpang lebih banyak jika dibandingkan dengan kendaraan pribadi.

Dalam upaya memenuhi kebutuhan transportasi bagi masyarakat di Kota Palembang, pemerintah telah menyediakan *Light Rail Transit* (LRT) yang telah beroperasi sejak tahun 2018. Adanya light rail transit diharapkan menjadi pilihan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan transportasi sehari-hari. Hartleb dan Schmidt (2022) menyatakan bahwa untuk dijadikan pilihan utama, transportasi umum sebaiknya memiliki daya tarik bagi pengguna transportasi. Maka dibutuhkan transportasi umum lainnya untuk menghubungkan LRT dan menarik pengguna transportasi, mengingat konektivitas memiliki peranan yang sangat vital dalam mewujudkan transportasi massal (Pusparini, dkk. 2022). Kondisi stasiun LRT yang letaknya hanya di beberapa tempat saja dan diperlukan transportasi umum lainnya untuk memfasilitasi masyarakat menjangkau LRT. Maka dari itu diperlukan sistem *feeder*, dimana sistem ini berfokus melayani wilayah yang diluar jangkauan transportasi utama (Herdiana dan Firdaus, 2021). Pemerintah telah berupaya Teman Bus sebagai *feeder* untuk memfasilitasi masyarakat untuk menggunakan LRT.

Kondisi pelayanan yang telah berlangsung selama ini menunjukkan bahwa LRT sudah memiliki jadwal pasti di setiap stasiunnya. Sedangkan, Teman Bus belum memiliki jadwal pasti di setiap

pemberhentian atau halte pada koridor masing-masing. Kondisi ini menggambarkan bahwa adanya kekurangan dalam pelayanan dari penyedia transportasi kepada pelaku transportasi. Padahal aspek kemudahan dan efisiensi waktu merupakan hal yang menjadi pertimbangan penting bagi penyedia jasa transportasi umum dalam pengoptimalan fungsi LRT dan transportasi pendukung seperti Teman Bus karena tingginya kualitas pelayanan transportasi umum bergantung dengan penjadwalan yang baik (Hartleb dan Schmidt, 2022).

Dalam menciptakan penjadwalan yang baik dan semaksimal mungkin, diperlukan sinkronisasi penjadwalan antara LRT dan Teman Bus. Sinkronisasi penjadwalan sangat berpengaruh secara signifikan terhadap efisiensi transfer penumpang sehingga pengguna transportasi dapat transit dengan waktu transfer yang minimum (Wang, Li, dan Cao 2020). Variabel waktu sendiri merupakan penentu kepuasan bagi pengguna transportasi dalam melakukan perjalanan. Berdasarkan beberapa penelitian, dinyatakan bahwa waktu tunggu lebih berharga dibandingkan dengan waktu pengguna transportasi berada di dalam kendaraan (Sadrani, Tirachini, dan Antoniou, 2022).

Liu dan Ceder (2016) menjelaskan hal yang sama tentang memaksimalkan penjadwalan dengan meminimumkan waktu tunggu pelaku transportasi pada satu simpul. Akan tetapi, mempertimbangkan variabel jumlah penumpang kapasitas armada, satu tipe kapasitas serta pemilihan moda juga dikembangkan dalam penelitiannya untuk memaksimumkan sinkronisasi transportasi umum di Auckland, New Zealand. Sama dengan prinsip sebelumnya, Bie, Tang, dan Wang (2020) melakukan penelitian yang bertujuan untuk meminimumkan waktu tunggu dengan mempertimbangkan rute yang overlap dan menciptakan penjadwalan yang dinamis.

Penelitian terdahulu dilakukan di kota-kota maju dimana arus penumpang yang ramai, banyaknya rute perjalanan dan banyaknya moda yang beroperasi menjadi pertimbangan dalam sinkronisasi penjadwalan. Dalam penelitian ini yang berjudul Optimasi Penjadwalan *Light Rail Transit* dan Teman Bus Koridor Terminal Plaju - Terminal Jakabaring yang bertujuan membuat integrasi di negara berkembang khususnya di Kota Palembang. Penelitian ini meninjau koridor Terminal Plaju – Terminal Jakabaring karena rute ini yang berhimpitan dengan stasiun LRT DJKA yang berdasarkan penumpang terbanyak. Pada penelitian ini hanya ada satu jenis tipe bus yang beroperasi serta dan satu rute yang tersedia baik untuk LRT dan Teman Bus. Namun, adanya faktor lain seperti hambatan-hambatan yang didapatkan melalui survei langsung ke lapangan yang berlokasi di Koridor Terminal Jakabaring – Terminal Plaju. Penelitian ini akan menciptakan aplikasi dengan pemodelan yang menyesuaikan keadaan yang sebenarnya sesuai kondisi lapangan. Aplikasi ini dapat menampilkan penjadwalan yang optimal antara LRT dan Teman Bus sehingga dapat memaksimumkan fungsi transportasi umum di Kota Palembang.

METODE PENELITIAN

Rute Teman Bus koridor Terminal Plaju – Terminal Jakabaring ini berlokasi di daerah Ulu Kota Palembang. Ini merupakan rute eksisting yang telah ditentukan dari konsultan atas persetujuan Kementerian Perhubungan. Pada rute ini terdapat dua stasiun LRT yang berhimpitan yaitu stasiun DJKA dan Stasiun Jakabaring.

Penelitian ini terdiri data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer

didapatkan melalui survei pergerakan transportasi umum (*public transportation movement survey*) yang digunakan untuk mengetahui waktu kedatangan dan keberangkatan bus di setiap titik halte pada Teman Bus koridor Terminal Plaju – Terminal Jakabaring, waktu tempuh Teman Bus dari halte ke halte dan mengetahui *headway* yang terjadi sesuai kondisi lapangan. Selain itu, dilakukan survei letak inventaris untuk mengetahui karakteristik serta mempermudah menentukan skema perjalanan penumpang transfer dan waktu transfer pada stasiun yang berhimpitan (waktu berjalan dari stasiun ke halte, waktu pembelian tiket, waktu antrian tap tiket, waktu dan jarak berjalan dari tempat tap ke kereta, waktu dan jarak berjalan dari kereta ke tempat tap tiket). Sedangkan data sekunder didapatkan dari PT. Teman Bus Palembang Jaya dan Pihak *Light Rail Transit*, data berupa jadwal dan jumlah armada bus.

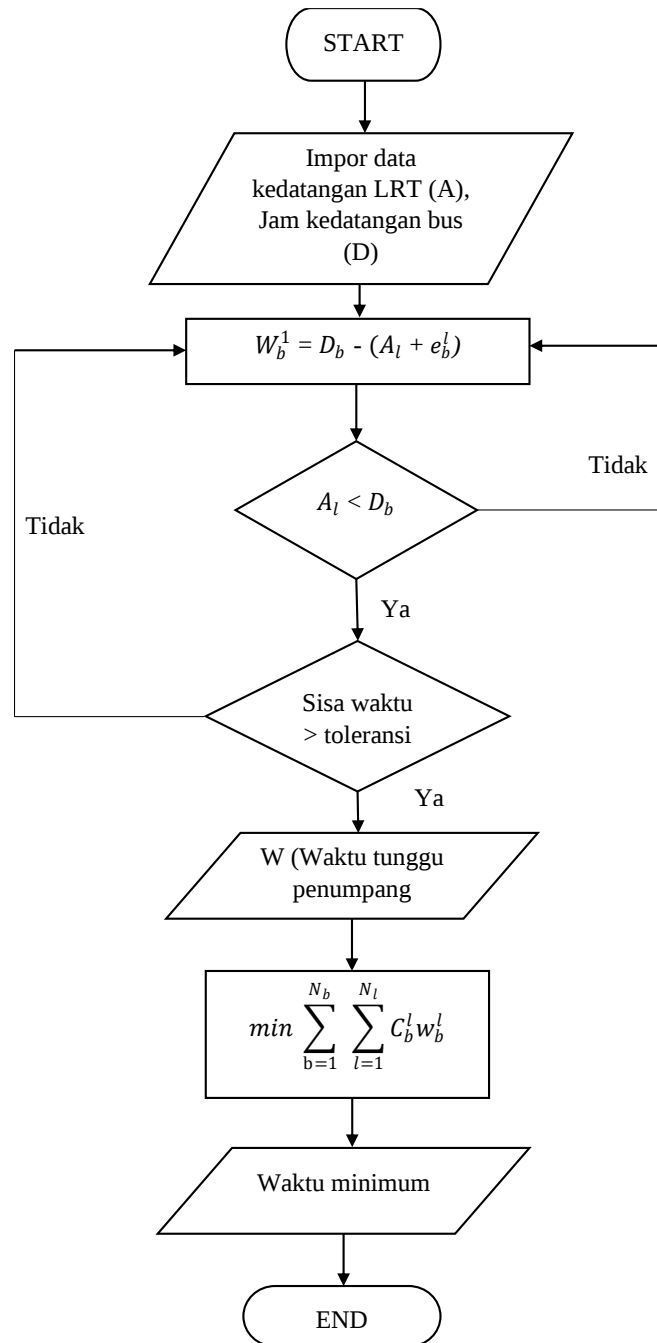
Hasil dari pengolahan data dianalisis dengan metode statistik deskriptif menggunakan aplikasi SPSS untuk mengetahui sebaran data *headways* dan waktu tempuh (Aspriyani, dkk. 2022). Adapun dari sebaran data ini, nilai modus atau data yang paling sering terjadi akan digunakan sebagai acuan untuk penjadwalan Teman Bus. Tahap selanjutnya adalah optimasi penjadwalan LRT dan Teman Bus menggunakan program linear yang bertujuan menentukan nilai minimum waktu transfer di stasiun yang berhimpitan. Penentuan nilai minimum menggunakan aplikasi perhitungan waktu tunggu yang diagram alir bahasa pemrogramannya dapat dilihat pada Gambar 2 dan berikut model matematikanya :

$$\min \sum_{b=1}^{N_b} \sum_{l=1}^{N_l} C_l^b w_l^b \quad (1)$$



Gambar 1. Simbol Fungsi Bagan Alir

Sumber: <https://assets.asana.biz/>



Gambar 2. Bagan Alir Bahasa Pemrograman
 Sumber : Hasil Analisa Penelitian, 2023.

dengan syarat (ds.)

$$w_l^b = D_l - (A_b + e_l^b)$$

$$D_l > A_b$$

$$0 \leq w_l^b \leq \text{batas waktu}$$

dengan ∴

$$C_l^b = \text{jumlah penumpang}$$

w_l^b = Waktu tunggu yang digunakan untuk transfer penumpang dari halte

D_l = Waktu Keberangkatan LRT

l = 1,2,3 Nb

b = 1,2,3.....A_b

A_b = Waktu Kedatangan Bus

N_b = Jumlah Bus yang Beroperasi

N_l = Jumlah LRT yang beroperasi

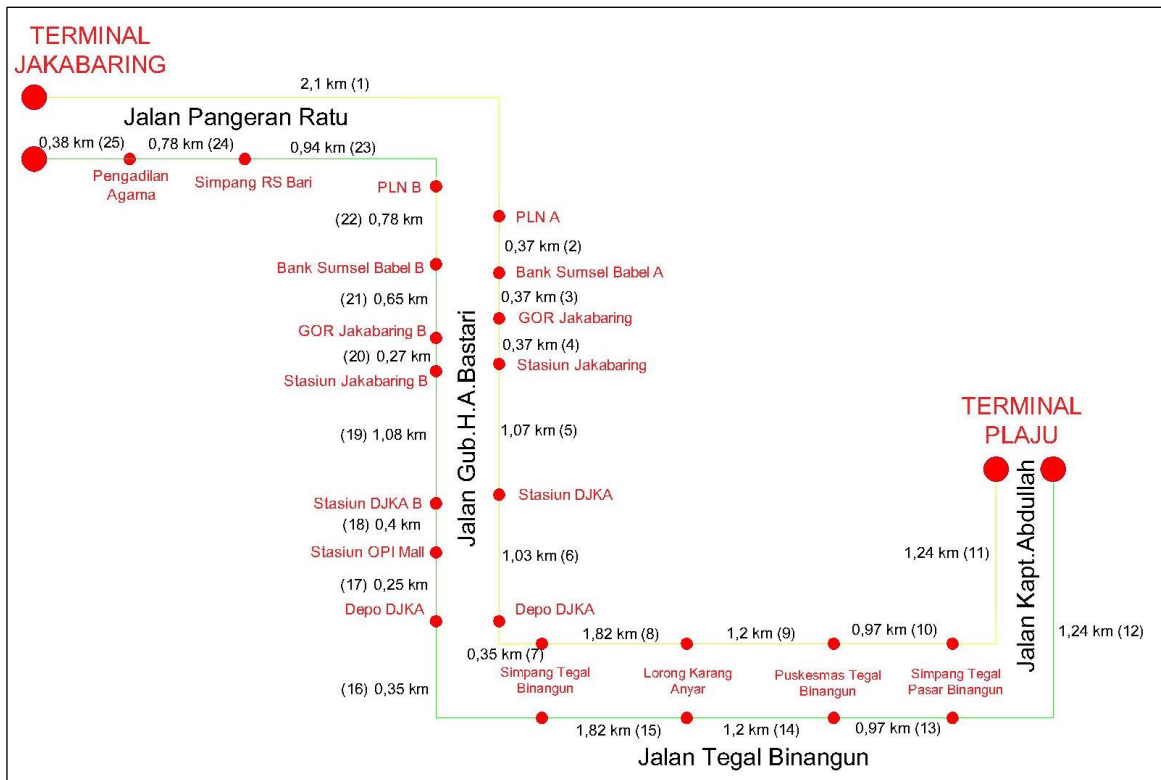
e_l^b = Waktu berjalan penumpang dari halte ke stasiun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Teman Bus

Teman Bus koridor Terminal Plaju – Terminal Jakabaring memiliki 13 armada Bus yang beroperasi setiap harinya dan beroperasi sebanyak 8 ritasi. Pada Rute Teman Bus Koridor Terminal Plaju – Terminal Jakabaring terdapat 25 segmen. Rute Teman Bus Koridor

Terminal Plaju – Terminal Jakabaring ini memiliki 10 tempat Pemberhentian Bus atau bus stop di sepanjang Jalan Tegal Binangun dengan spesifikasi jalan 2/2 UD, 2 Halte terletak di Jalan Pangeran Ratu, 11 Halte Bus jalan Gubernur H.A. Bastari dan 2 Terminal yang terletak di dekat pasar. Letak titik pemberhentian dan penamaan segmen dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Halte dan Segmen pada Koridor Terminal Plaju – Terminal Jakabaring
Sumber : Hasil Analisa Penelitian, 2023

Headways dan Waktu Tempuh

Headways dan waktu tempuh diperoleh melalui hasil survey kemudian dikelompokkan berdasarkan segmen serta periode waktu perjalanannya (ritasi).

Karakteristik Light Rail Transit

Jadwal *Light Rail Transit* Palembang yang bersumber dari PT.KAI LRT mulai beroperasi pukul 5:05 WIB keberangkatan dari Stasiun DJKA. Sedangkan pukul 6:00 WIB keberangkatan pertama dari Stasiun

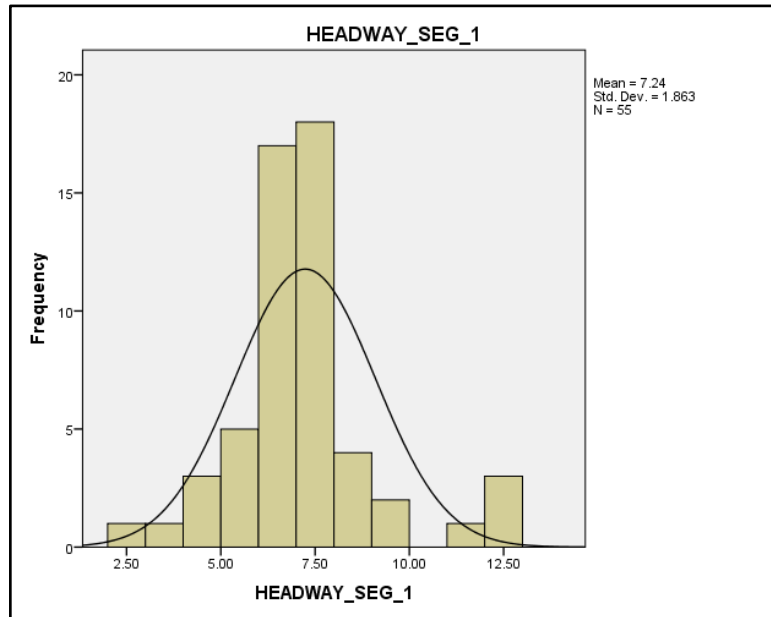
Bandara dengan headway 18 menit. Stasiun DJKA dan Stasiun Jakabaring merupakan stasiun yang berhimpitan dengan jalur Teman Bus.

Penjadwalan Teman Bus

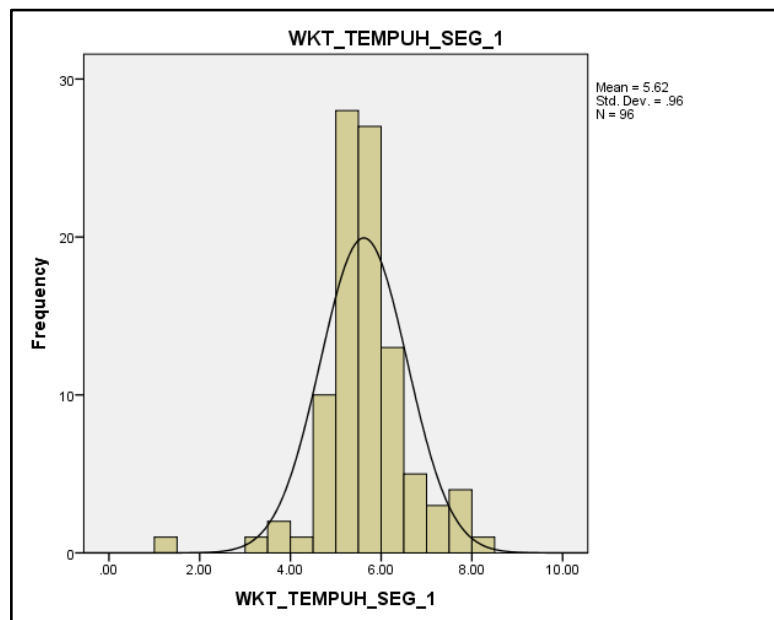
Hasil headways dan waktu tempuh di setiap segmen, dari hasil sebaran data melalui aplikasi SPSS akan terlihat angka yang sering terjadi. Kemudian angka ini digunakan sebagai acuan dalam penjadwalan Teman Bus. Berikut histogram salah satu headways dan waktu

tempuh. Contoh Hasil sebaran *headway* dan waktu tempuh pada segmen 1 dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Berdasarkan kedua gambar ini, dapat digunakan nilai yang paling sering terjadi

yang ditunjukkan pada puncak kurva, yaitu diantara 7-7,5 pada Gambar 4 dan 5,17 pada Gambar 5.



Gambar 4. Sebaran Data *Headways* pada Segmen 1
 Sumber : Hasil Analisa Penelitian, 2023



Gambar 5. Sebaran Data Waktu Tempuh pada Segmen 1
 Sumber : Hasil Analisa Penelitian, 2023

Berdasarkan sebaran data *headways* di setiap segmen didapatkan nilai *headways* rencana 7 menit. Data waktu tempuh dari

hasil sebaran data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Waktu Tempuh pada Setiap Segmen

Segmen	Asal	Tujuan	Waktu Tempuh		
			Notasi	Waktu dari Hasil Aplikasi SPSS (menit)	Dalam Bentuk mm:ss
1	Terminal Jakabaring	PLN A	t ₁	5,17	05:10
2	PLN A	Bank Sumsel Babel B	t ₂	1,42	01:25
3	Bank Sumsel Babel B	GOR Jakabaring	t ₃	0,65	00:39
4	GOR Jakabaring	Stasiun Jakabaring	t ₄	0,83	00:50
5	Stasiun Jakabaring	Stasiun DJKA	t ₅	1,58	01:35
6	Stasiun DJKA	Depo DJKA	t ₆	1,83	01:50
7	Depo DJKA	Simpang Tegal Binangun	t ₇	1,08	01:05
8	Simpang Tegal Binangun	Lorong Karang Anyar	t ₈	3,88	03:53
9	Lorong Karang Anyar	Puskesmas Tegal Binangun	t ₉	2,83	02:50
10	Puskesmas Tegal Binangun	Simpang Pasar Tegal Binangun	t ₁₀	2,57	02:34
11	Simpang Pasar Tegal Binangun	Terminal Plaju	t ₁₁	3,83	03:50
12	Terminal Plaju	Simpang Pasar Tegal Binangun	t ₁₂	4,5	04:30
13	Simpang Pasar Tegal Binangun	Puskesmas Tegal Binangun	t ₁₃	3	03:00
14	Puskesmas Tegal Binangun	Lorong Karang Anyar	t ₁₄	2,8	02:48
15	Lorong Karang Anyar	Simpang Tegal Binangun	t ₁₅	3,8	03:48
16	Simpang Tegal Binangun	Depo DJKA	t ₁₆	0,83	00:50
17	Depo DJKA	Opi Mall	t ₁₇	1,22	01:13
18	Opi Mall	Stasiun DJKA B	t ₁₈	0,98	00:59
19	Stasiun DJKA B	Stasiun Jakabaring B	t ₁₉	1,63	01:38
20	Stasiun Jakabaring B	GOR Jakabaring B	t ₂₀	0,5	00:30
21	GOR Jakabaring B	Bank Sumsel Babel A	t ₂₁	1,22	01:13
22	Bank Sumsel Babel A	PLN B	t ₂₂	1,35	01:21
23	PLN B	Simpang RS Bari	t ₂₃	1,63	01:38
24	Simpang RS Bari	Pengadilan Agama	t ₂₄	1,18	01:11
25	Pengadilan Agama	Terminal Jakabaring	t ₂₅	1,83	01:50

Sumber : Hasil Analisa Penelitian, 2023

Setelah hasil *headways* dan waktu tempuh yang telah diketahui, tahap selanjutnya adalah penjadwalan Teman Bus pada titik awal keberangkatan yaitu Terminal Jakabaring. Penjadwalan ini dikelompokkan menjadi 8 ritasi dimana jarak keberangkatan pada setiap ritasinya adalah 35 menit. Penjadwalan di setiap halte atau titik pemberhentian bus

dihitung berdasarkan jadwal keberangkatan di Terminal Jakabaring. Perhitungan dilakukan dengan menambahkan waktu tempuh di setiap segmennya dan waktu berhenti (*loading time*) yaitu 10 detik. Perhitungan pada satu titik pemberhentian (Terminal Jakabaring) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penjadwalan di Titik Awal Keberangkatan pada Terminal Jakabaring

Jadwal Di Terminal Jakabaring								
No Kendaraan	Ritasi ke-1	Ritasi ke-2	Ritasi ke-3	Ritasi ke-4	Ritasi ke-5	Ritasi ke-6	Ritasi ke-7	Ritasi ke-8
TB III.1	6:00	7:31	9:02	10:33	12:04	13:35	15:06	16:37
TB III.2	6:07	7:38	9:09	10:40	12:11	13:42	15:13	16:44
TB III.3	6:14	7:45	9:16	10:47	12:18	13:49	15:20	16:51
TB III.4	6:21	7:52	9:23	10:54	12:25	13:56	15:27	16:58
TB III.5	6:28	7:59	9:30	11:01	12:32	14:03	15:34	17:05
TB III.6	6:35	8:06	9:37	11:08	12:39	14:10	15:41	17:12
TB III.7	6:42	8:13	9:44	11:15	12:46	14:17	15:48	17:19
TB III.8	6:49	8:20	9:51	11:22	12:53	14:24	15:55	17:26
TB III.9	6:56	8:27	9:58	11:29	13:00	14:31	16:02	17:33
TB III.10	7:03	8:34	10:05	11:36	13:07	14:38	16:09	17:40
TB III.11	7:10	8:41	10:12	11:43	13:14	14:45	16:16	17:47
TB III.12	7:17	8:48	10:19	11:50	13:21	14:52	16:23	17:54
TB III.13	7:24	8:55	10:26	11:57	13:28	14:59	16:30	18:01

Sumber : Hasil Analisa Penelitian, 2023

Ada berbagai skenario perjalanan penumpang yang melakukan transfer dari halte ke stasiun. Skenario mempengaruhi nilai e_l^b (waktu transfer). Berikut Skenario yang direncanakan yaitu Skenario dari Halte Stasiun Jakabaring B atau Halte Stasiun Jakabaring ke Stasiun Jakabaring, Skenario dari Stasiun Jakabaring ke Halte Stasiun Jakabaring B atau Stasiun Jakabaring ke Halte Stasiun Jakabaring, Skenario dari Halte OPI Mall ke Stasiun DJKA, Skenario dari Stasiun DJKA ke Halte Opi Mall, Skenario dari Halte DJKA B ke Stasiun DJKA, Skenario dari Stasiun DJKA ke Halte DJKA B dan Skenario dari Halte DJKA A ke Stasiun DJKA Skenario dari Stasiun DJKA ke Halte DJKA A

Berdasarkan hasil dari Survei yang menggunakan 8 skenario diatas menunjukkan bahwa penumpang yang melakukan transit terbanyak pada Stasiun DJKA menuju Halte OPI Mall dengan jumlah penumpang sebanyak 237 orang. Sedangkan jumlah penumpang transit menuju halte DJKA B sebanyak 74 orang dan penumpang transit menuju halte DJKA sebanyak 83 orang. Penumpang naik dari Halte DJKA B menuju Stasiun DJKA sebanyak 2

orang, 90 orang dari Halte DJKA dan 22 orang dari Halte OPI Mall.

Pada Stasiun Jakabaring terdapat 109 orang yang melakukan transit ke Halte Jakabaring dan sebanyak 50 orang yang melakukan transit ke Halte Jakabaring B. Penumpang naik dari Halte Jakabaring menuju Stasiun Jakabaring B sebanyak 6 orang dan 12 orang dari Halte Jakabaring. Jika dibandingkan dengan Stasiun DJKA, jumlah penumpangnya jauh lebih sedikit. Maka dari itu, skenario dari Stasiun DJKA menuju Halte OPI Mall dengan rata-rata 693 detik dan skenario dari DJKA menuju Stasiun DJKA dengan rata-rata 190 digunakan dalam optimasi penjadwalan Teman Bus dan LRT.

Waktu Tunggu minimum

Perhitungan waktu tunggu minimum dilakukan dengan mengelompokkan jadwal kedatangan di Halte OPI Mall dari mulai ritasi pertama sampai dengan ritasi terakhir. Selanjutnya, semua data jam kedatangan LRT (A_l) di stasiun DJKA, jam kedatangan Teman Bus (D_b) di halte OPI Mall, rata -rata waktu berjalan penumpang per jam kedatangan LRT (e_b^l) dan jumlah penumpang (C)

dikelompokkan dalam bentuk tabel pada excel untuk di impor ke aplikasi. Aplikasi ini dibuat berdasarkan persamaan 1 sampai dengan persamaan 4. Hasil aplikasi ini menunjukkan nilai waktu tunggu minimum sebesar 27 detik pada penumpang transfer dari Stasiun DJKA menuju Halte Opi Mall dan 60

detik pada penumpang transfer dari Halte DJKA A menuju Stasiun DJKA.

Penjadwalan Baru Teman Bus

Penjadwalan baru dilakukan dengan menambahkan jam kedatangan LRT dengan waktu transfer (waktu tunggu minimum, rata-rata waktu berjalan penumpang dan waktu *loading*

Tabel 3. Penjadwalan Teman Bus baru pada Halte OPI Mall berdasarkan Penjadwalan LRT

	No Kedatangan LRT Di Stasiun DJKA	Waktu Transfer (menit)	Jadwal Keberangkatan Bus di OPI Mall
	KLB2	6:47:00	0:12:10
	P7002	7:06:00	0:12:10
	P2	7:41:00	0:12:10
	P4	7:59:00	0:12:10
	P6	8:17:00	0:12:10
	P8	8:34:00	0:12:10
	P10	8:52:00	0:12:10
	P12	9:10:00	0:12:10
	P14	9:28:00	0:12:10
	P16	9:45:00	0:12:10
	P18	10:03:00	0:12:10
	P20	10:21:00	0:12:10
	P22	10:38:00	0:12:10
	P24	10:56:00	0:12:10
	P26	11:14:00	0:12:10
	P28	11:32:00	0:12:10
	P30	11:50:00	0:12:10
	P32	12:08:00	0:12:10
	P34	12:25:00	0:12:10
	P36	12:43:00	0:12:10
	P38	13:01:00	0:12:10
	P40	13:19:00	0:12:10
	P42	13:36:00	0:12:10
	P44	13:54:00	0:12:10
	P46	14:11:00	0:12:10
	P48	14:30:00	0:12:10
	P50	14:47:00	0:12:10
	P52	15:05:00	0:12:10
	P54	15:23:00	0:12:10
	P56	15:41:00	0:12:10
	P58	15:58:00	0:12:10
	P60	16:16:00	0:12:10

	No Kedatangan LRT Di Stasiun DJKA	Waktu Transfer (menit)	Jadwal Keberangkatan Bus di OPI Mall
P62	16:34:00	0:12:10	16:46:10
P64	16:52:00	0:12:10	17:04:10
P66	17:10:00	0:12:10	17:22:10
P68	17:27:00	0:12:10	17:39:10
P70	17:44:00	0:12:10	17:56:10
P72	18:03:00	0:12:10	18:15:10
P74	18:21:00	0:12:10	18:33:10
P76	18:38:00	0:12:10	18:50:10
P78	18:56:00	0:12:10	19:08:10
P80	19:14:00	0:12:10	19:26:10
P82	19:31:00	0:12:10	19:43:10
P84	19:49:00	0:12:10	20:01:10
P86	20:07:00	0:12:10	20:19:10
P88	20:25:00	0:12:10	20:37:10
P90	20:43:00	0:12:10	20:55:10

Sumber : Hasil Analisa Penelitian, 2023

Setelah diperoleh Jadwal pada Halte OPI Mall maka semua penjadwalan di Halte Koridor Terminal Jakabaring – Terminal Plaju disesuaikan dengan mengurangi total waktu perjalanan dan total waktu *loading* pada masing-masing pemberhentiannya serta *layover time* pada Terminal Plaju.

Perhitungan penjadwalan Teman Bus yang baru dipengaruhi oleh penjadwalan LRT, maka dari itu penentuan *headway* dan *layover time* menyesuaikan dengan penjadwalan LRT. *Headway* pada bus yang beroperasi dibawah jam 6 pagi sama dengan *headway* LRT karena pergerakan masyarakat dibawah jam 6 pagi cenderung

masih sedikit sehingga alasan efektifitas dipertimbangkan.

Pada penjadwalan di atas jam 6 pagi, *headway* yang digunakan dalam penjadwalan Teman Bus yang baru adalah 9 menit. Penentuan *headway* ini juga menyesuaikan peraturan menteri perhubungan Republik Indonesia No. PM 98 Tahun 2013. Perhitungan penjadwalan Teman Bus yang baru menghasilkan *layover time* 21-23 menit, kondisi ini diperoleh melalui penyesuaian dengan jadwal LRT. Pada penjadwalan baru memiliki 11 bus yang beroperasi dan waktu pelayanan lebih panjang dari sebelumnya. Perhitungan jadwal keberangkatan dan jadwal di Terminal dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penjadwalan di Terminal Jakabaring dan Terminal Plaju

Ritasi	Nomor Kendaraan TB.III	Jadwal Berangkat di Terminal Plaju	Jadwal Tiba di Halte Opi Mall	Jadwal Berangkat di Halte Opi Mall	Jadwal Tiba di Terminal Jakabaring
1	2	5:47:01	5:30:02	5:30:12	5:41:31
	4	6:06:01	5:49:02	5:49:12	6:00:31
2	1	6:42:01	6:59:00	6:59:10	7:10:29
	2	6:52:01	7:09:00	7:09:10	7:20:29

Ritasi	Nomor Kendaraan TB.III	Jadwal Berangkat di Terminal Plaju	Jadwal Tiba di Halte Opi Mall	Jadwal Berangkat di Halte Opi Mall	Jadwal Tiba di Terminal Jakabaring
	3	7:01:01	7:18:00	7:18:10	7:29:29
	4	7:09:01	7:26:00	7:26:10	7:37:29
	5	7:18:01	7:35:00	7:35:10	7:46:29
	6	7:27:01	7:44:00	7:44:10	7:55:29
	7	7:36:01	7:53:00	7:53:10	8:04:29
	8	7:45:01	8:02:00	8:02:10	8:13:29
	9	7:54:01	8:11:00	8:11:10	8:22:29
	10	8:03:01	8:20:00	8:20:10	8:31:29
	11	8:12:01	8:29:00	8:29:10	8:40:29
	1	8:20:01	8:37:00	8:37:10	8:48:29
	2	8:29:01	8:46:00	8:46:10	8:57:29
3	3	8:38:01	8:55:00	8:55:10	9:06:29
	4	8:47:01	9:04:00	9:04:10	9:15:29
	5	8:56:01	9:13:00	9:13:10	9:24:29
	6	9:05:01	9:22:00	9:22:10	9:33:29
	7	9:14:01	9:31:00	9:31:10	9:42:29
	8	9:23:01	9:40:00	9:40:10	9:51:29
	9	9:31:01	9:48:00	9:48:10	9:59:29
	10	9:40:01	9:57:00	9:57:10	10:08:29
	11	9:49:01	10:06:00	10:06:10	10:17:29
	1	9:58:01	10:15:00	10:15:10	10:26:29
	2	10:07:01	10:24:00	10:24:10	10:35:29
4	3	10:16:01	10:33:00	10:33:10	10:44:29
	4	10:24:01	10:41:00	10:41:10	10:52:29
	5	10:33:01	10:50:00	10:50:10	11:01:29
	6	10:42:01	10:59:00	10:59:10	11:10:29
	7	10:51:01	11:08:00	11:08:10	11:19:29
	8	11:00:01	11:17:00	11:17:10	11:28:29
	9	11:09:01	11:26:00	11:26:10	11:37:29
	10	11:18:01	11:35:00	11:35:10	11:46:29
	11	11:27:01	11:44:00	11:44:10	11:55:29
	1	11:36:01	11:53:00	11:53:10	12:04:29
	2	11:45:01	12:02:00	12:02:10	12:13:29
5	3	11:54:01	12:11:00	12:11:10	12:22:29
	4	12:03:01	12:20:00	12:20:10	12:31:29
	5	12:11:01	12:28:00	12:28:10	12:39:29
	6	12:20:01	12:37:00	12:37:10	12:48:29
	7	12:29:01	12:46:00	12:46:10	12:57:29
	8	12:38:01	12:55:00	12:55:10	13:06:29
	9	12:47:01	13:04:00	13:04:10	13:15:29

Ritasi	Nomor Kendaraan TB.III	Jadwal Berangkat di Terminal Plaju	Jadwal Tiba di Halte Opi Mall	Jadwal Berangkat di Halte Opi Mall	Jadwal Tiba di Terminal Jakabaring
	10	12:56:01	13:13:00	13:13:10	13:24:29
	11	13:05:01	13:22:00	13:22:10	13:33:29
6	1	13:14:01	13:31:00	13:31:10	13:42:29
	2	13:22:01	13:39:00	13:39:10	13:50:29
	3	13:31:01	13:48:00	13:48:10	13:59:29
	4	13:40:01	13:57:00	13:57:10	14:08:29
	5	13:49:01	14:06:00	14:06:10	14:17:29
	6	13:57:01	14:14:00	14:14:10	14:25:29
	7	14:06:01	14:23:00	14:23:10	14:34:29
	8	14:16:01	14:33:00	14:33:10	14:44:29
	9	14:25:01	14:42:00	14:42:10	14:53:29
	10	14:33:01	14:50:00	14:50:10	15:01:29
	11	14:42:01	14:59:00	14:59:10	15:10:29
7	1	14:51:01	15:08:00	15:08:10	15:19:29
	2	15:00:01	15:17:00	15:17:10	15:28:29
	3	15:09:01	15:26:00	15:26:10	15:37:29
	4	15:18:01	15:35:00	15:35:10	15:46:29
	5	15:27:01	15:44:00	15:44:10	15:55:29
	6	15:36:01	15:53:00	15:53:10	16:04:29
	7	15:44:01	16:01:00	16:01:10	16:12:29
	8	15:53:01	16:10:00	16:10:10	16:21:29
	9	16:02:01	16:19:00	16:19:10	16:30:29
	10	16:11:01	16:28:00	16:28:10	16:39:29
	11	16:20:01	16:37:00	16:37:10	16:48:29
8	1	16:29:01	16:46:00	16:46:10	16:57:29
	2	16:38:01	16:55:00	16:55:10	17:06:29
	3	16:47:01	17:04:00	17:04:10	17:15:29
	4	16:56:01	17:13:00	17:13:10	17:24:29
	5	17:05:01	17:22:00	17:22:10	17:33:29
	6	17:13:01	17:30:00	17:30:10	17:41:29
	7	17:22:01	17:39:00	17:39:10	17:50:29
	8	17:30:01	17:47:00	17:47:10	17:58:29
	9	17:39:01	17:56:00	17:56:10	18:07:29
	10	17:49:01	18:06:00	18:06:10	18:17:29
	11	17:58:01	18:15:00	18:15:10	18:26:29
9	1	18:07:01	18:24:00	18:24:10	18:35:29
	2	18:16:01	18:33:00	18:33:10	18:44:29
	3	18:24:01	18:41:00	18:41:10	18:52:29
	4	18:33:01	18:50:00	18:50:10	19:01:29

Ritasi	Nomor Kendaraan TB.III	Jadwal Berangkat di Terminal Plaju	Jadwal Tiba di Halte Opi Mall	Jadwal Berangkat di Halte Opi Mall	Jadwal Tiba di Terminal Jakabaring
	5	18:42:01	18:59:00	18:59:10	19:10:29
	6	18:51:01	19:08:00	19:08:10	19:19:29
	7	19:00:01	19:17:00	19:17:10	19:28:29
	8	19:09:01	19:26:00	19:26:10	19:37:29
	9	19:17:01	19:34:00	19:34:10	19:45:29
	10	19:26:01	19:43:00	19:43:10	19:54:29
	11	19:35:01	19:52:00	19:52:10	20:03:29

Sumber : Hasil Analisa Penelitian, 2023

KESIMPULAN

Pada rute Teman Bus Koridor Terminal Plaju – Terminal Jakabaring Pada rute ini terdapat beberapa hambatan seperti pedagang yang menggunakan badan jalan dan perilaku masyarakat yang parkir mempengaruhi waktu perjalanan Teman Bus. Maka diperlukan penertiban dan pemasangan rambu dilarang parkir mendekati Halte dan Tempat Pemberhentian Bus.

Penumpang *Light Rail Transit* (LRT) yang turun di Stasiun DJKA secara signifikan lebih banyak dibandingkan Stasiun Jakabaring disebabkan dekatnya jarak antara dua stasiun ini. Sehingga data jumlah penumpang transfer di Stasiun Jakabaring tidak digunakan karena di beberapa kedatangan tidak ada penumpang yang melakukan transfer dan kurang representatif.

Pada hasil analisis optimasi penjadwalan Teman Bus berdasarkan kondisi eksisting dan Penjadwalan LRT dengan aplikasi didapatkan bahwa waktu tunggu minimum yang dimiliki penumpang transfer dari Stasiun DJKA menuju Halte OPI Mall sebesar 27 detik dan dari Halte DJKA menuju Stasiun DJKA sebesar 60 detik.

Penjadwalan Baru Teman Bus yang baru didapatkan dari hasil optimasi penjadwalan sebesar 9 menit dan *layover time* sebesar 21 atau 22 menit di setiap Terminalnya. Penjadwalan Baru Teman Bus memiliki sebanyak 9 ritasi lebih banyak dari kondisi sebelumnya dan jumlah armada yang beroperasi lebih sedikit yaitu sebanyak 11 Bus.

Hal ini dilakukan untuk memperpanjang waktu pelayanan sebagai *feeder* karena LRT yang beroperasi sampai malam hari dan mengurangi jumlah Bus agar lebih efisien dalam biaya operasional.

SARAN

Adapun saran yang dapat diajukan peneliti untuk pengembangan adalah Optimasi penjadwalan kru dan kewajiban kru agar dapat mempertimbangkan biaya operasional. Selain itu, penambahan rute baru yang menjangkau permukiman penduduk lainnya seperti Kertapati atau Plaju dan rute ini menuju ke rute stasiun *Light Rail Transit* di daerah ulu Kota Palembang. Hal ini dilakukan dengan harapan dapat menjadi daya tarik bagi masyarakat dalam menggunakan transportasi umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Attanucci, J.P., Jaeger, L. & Becker, J. (1979). *Bus Sewice Evaluation procedures: A Review*. Rousseau : U.S. Dept. of Transportation Report UMTABerkhout. Available: <https://rosap.ntl.bts.gov>
- Arahman, R Rizky. 2022. “Analisis Kebutuhan Integrasi Antarmoda Di Bandara Gusti Sjamsir Alam Kabupaten Kotabaru.” : 1–11. Available : http://digilib.ptdisttd.net/2198/1/SKRIPSI_RIZKY_ARAHMAN.pdf.

- Bie, Yiming, Ruru Tang, dan Linhong Wang. 2020. "Bus Scheduling of Overlapping Routes with Multi-Vehicle Types Based on Passenger OD Data." *IEEE Access* 8: 1406–15. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106501>.
- Ceder, A, B Golany, dan O Tal. 1986. *Creating bus timetables with maximal synchronization*. Available : www.elsevier.com/locate/tra.
- Ceder, Avishai, dan Nigel Wilson. 1986. "Transportation Research." *Bus Network Design* 1(4): 331–44. <https://sci-hub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0191261586900470#ep-abstract-id5>.
- Ding, Heng et al. 2021. "Passenger arrival distribution model and riding guidance on an urban rail transit platform." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 571: 125847. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.125847>.
- Guo, Xin et al. 2020. "Mining commuting behavior of urban rail transit network by using association rules." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 559: 125094. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.125094>.
- Hartleb, Johann, dan Marie Schmidt. 2022. "Railway timetabling with integrated passenger distribution." *European Journal of Operational Research* 298(3): 953–66. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.06.025>.
- Herdiana, Sony, dan Mugni Syihan Firdaus. 2021. "Identifikasi Ketersediaan dan Kesesuaian Feeder di Kawasan Pemukiman Bandung Timur (Studi Kasus SWK Gedebage dan SWK Kordon)." *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* 01(1): 23–33. https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/reka_loka/article/view/4792.
- Kurniawan, Jermanto Setia. (2016) . "Jurnal Perhubungan Udara." *Implementation of Aerotropolis interaction concept based spatial in indonesia* 42(584): 195–202. Available : <https://ppid.dephub.go.id>
- Liu, Tao, dan Avishai Ceder. 2016. "Synchronization of public transport timetabling with multiple vehicle types." *Transportation Research Record* 2539: 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103450>
- Pusparini, Anita Sanda, Imam Muthohar, Siti Malkhamah, dan Muhammad Faris Arief Suhartanto. 2022. "Konsep Layanan Angkutan Feeder Stasiun Kereta Api dengan Skema Buy the Service." *Jurnal Penelitian Transportasi Darat* 24(2): 127–40. <https://ojs.balitbanghub.dephub.go.id/index.php/jurnaldarat/article/view/2188>
- Sadrani, Mohammad, Alejandro Tirachini, dan Constantinos Antoniou. 2022. "Vehicle dispatching plan for minimizing passenger waiting time in a corridor with buses of different sizes: Model formulation and solution approaches." *European Journal of Operational Research* 299(1): 263–82. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.07.054>.
- Wang, Yizhen, Dewei Li, dan Zhichao Cao. 2020. "Integrated timetable synchronization optimization with capacity constraint under time-dependent demand for a rail transit network." *Computers and Industrial Engineering* 142(February). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106374>
- Zhang, Silin, Avishai Avi Ceder, dan Zhichao Cao. 2020. "Integrated optimization for feeder bus timetabling and procurement scheme with consideration of environmental impact." *Computers and Industrial Engineering* 145(February): 106501. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106501>