



Pengadaan Lahan Parkir dengan Sistem *Lift*: Studi Kasus di Kawasan Jalan Pandanaran Semarang

Edwin Indra Kusuma^{1,2*}, Abdul Syaku^{1,2}, Haryono Setiyo Huboyo^{1,3}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,

²Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

³Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*}Corresponding author: eed.indra@gmail.com

(Received: September 7, 2025; Accepted: October 28, 2025)

Abstract

Parking Lot Procurement with an Elevator System: A Case Study in the Pandanaran Street Area of Semarang. Pandanaran Street is a strategically located area in the heart of Semarang City, connecting Tugu Muda and Simpang Lima. The research location is the parking lot in front of the Bandeng Juwana souvenir shop to Indomaret. The research was conducted on the number of visitor vehicles at the study location which is quite large, causing queues due to the lack of parking services. These queues often cause congestion in the Pandanaran Street area of Semarang, especially during peak hours. In general, the problem solving in this research includes 2 stages, namely analyzing the current parking situation in the Pandanaran Street area, analyzing whether parking needs can be met using queuing theory and predicting the next configured parking needs. According to existing historical data using a robotic system for 12 years, the results of simple linear regression and forecast results, the number of vehicles parked in the Pandanaran Street area in 2024 is 1610 units/day for 12 hours of observation, thus obtaining $\lambda = 135$ vehicles/hour. From the results of analytical calculations, the optimal service value is a service capacity of 210 vehicles, which means 156 parking spaces are needed, making it difficult to rely solely on on-street parking. Therefore, planning for the use of a (robotic) parking lift system is necessary. A feasibility analysis shows that a (robotic) parking lift can only generate positive investment value after five years.

Keywords: *elevator parking, Pandanaran street*

Abstrak

Jalan Pandanaran merupakan kawasan yang terletak strategis yaitu di jantung Kota Semarang, menghubungkan Tugu Muda dan Simpang Lima. Lokasi penelitian adalah lahan parkir depan toko oleh-oleh Bandeng Juwana hingga Indomaret. Penelitian dilakukan terhadap jumlah kendaraan pengunjung di lokasi studi yang cukup banyak sehingga menimbulkan antrean akibat kurangnya pelayanan parkir. Antrean tersebut kerap menimbulkan kemacetan di kawasan Jalan Pandanaran Semarang terutama pada jam sibuk. Secara umum penyelesaian masalah pada penelitian ini meliputi 2 tahapan, yaitu menganalisis situasi parkir saat ini di Kawasan Jalan Pandanaran, menganalisis apakah kebutuhan parkir dapat dipenuhi dengan menggunakan teori antrean dan memprediksi kebutuhan parkir berikutnya yang dikonfigurasi. Menurut data historis yang ada menggunakan sistem robot selama 12 tahun, hasil regresi linier sederhana dan hasil *forecast* maka kendaraan yang parkir di kawasan Jalan Pandanaran tahun 2024 adalah sejumlah 1610 unit/hari selama 12 jam pengamatan, maka diperoleh $\lambda = 135$ kendaraan/jam. Dari hasil perhitungan analitis, nilai pelayanan optimal adalah kapasitas pelayanan sebanyak 210 kendaraan yang berarti diperlukan 156 tempat parkir, sehingga sulit jika hanya mengandalkan *on street parking*. Sehingga perlu adanya

perencanaan dengan menggunakan sistem parkir lift (*robotic*). Berdasarkan hasil analisis kelayakan usaha menunjukkan bahwa parkir lift (*robotic*) baru dapat menghasilkan nilai positif dari investasi setelah 5 tahun.

Kata kunci: parkir lift, Jalan Pandanaran

How to Cite This Article: Kusuma, E. I., Syakur, A., & Huboyo, H. S. (2025). Pengadaan Lahan Parkir dengan Sistem Lift: Studi Kasus di Kawasan Jalan Pandanaran Semarang. *JPII*, 3(5), 331-340. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2026.26854>

PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan ibu kota provinsi di Jawa Tengah yang memiliki banyak potensi menarik. Potensi utamanya adalah pariwisata. Banyak kawasan unik yang sayang jika tidak dikunjungi. Kawasan Jalan Pandanaran merupakan salah satu kawasan yang memiliki potensi dan keunikan. Masyarakat mengenal kawasan ini sebagai kawasan perdagangan dan pusat oleh-oleh Kota Semarang walaupun banyak aktivitas yang terjadi di kawasan ini, di antaranya perdagangan dan jasa, perkantoran, kesehatan dan penginapan.

Semakin hari Kota Semarang semakin berkembang. Perkembangan ini berlangsung di segala aspek, baik ekonomi, sosial, maupun budaya. Akan tetapi perkembangan ini tidak diimbangi dengan penyediaan sarana dan prasarana transportasi kota yang memadai, terutama ruang parkir. Hal ini menyebabkan kemacetan terutama di jam padat.

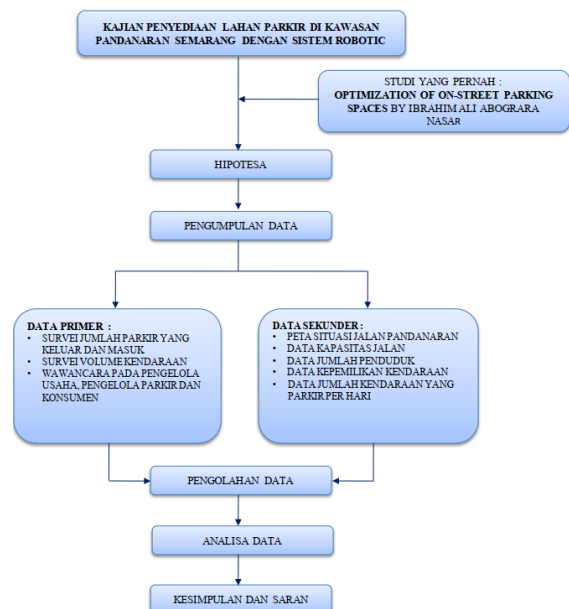
Hal serupa juga terjadi di kawasan Jalan Pandanaran. Beberapa jalan tidak hanya digunakan sebagai tempat parkir dan tempat berkumpulnya banyak pedagang kaki lima, tetapi juga sebagai angkutan umum untuk menaikkan juga menurunkan kendaraan dan penumpang di tempat parkir, sehingga intensitas penggunaan lahan akan meningkat dan berdampak pada peningkatan penggunaan transportasi umum. Peningkatan tarikan tersebut tidak diimbangi dengan prasarana yang memadai, mengakibatkan prasarana yang ada meliputi trotoar yang belum berfungsi secara optimal dan justru digunakan sebagai tempat PKL berjalan, tempat parkir yang tidak memadai, serta badan jalan yang sudah alih fungsi menjadi ruang parkir. Perlu adanya perencanaan yang lebih baik pada kawasan Jalan Pandanaran karena ketidakseimbangan *demand* dan *supply* menyebabkan kemacetan dan kebingungan di ruas jalan ini terutama pada jam-jam sibuk. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi karakteristik lahan parkir eksiting, mengetahui kinerja sistem perparkiran dan menyusun usulan penataan lahan parkir yang efisien.



Gambar 1. Denah dan gambar desain parkir lift

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat 2 data yang digunakan sebagai acuan untuk mengerjakan penelitian. Kedua jenis data tersebut adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan melakukan survei berupa kuesioner dan pengamatan langsung. Data sekunder mengacu pada informasi yang didapatkan setiap individu lain dari macam-macam sumber, contohnya internet, literatur dan penelitian sebelumnya. Setelah didapatkan data yang diinginkan, baik data primer maupun sekunder, dilanjutkan dengan proses analisis kinerja ruas Jalan Pandanaran untuk mengetahui seberapa besar kapasitas ruas Jalan Pandanaran dan bagaimana kinerja ruas jalan tersebut, ditinjau dari nilai derajat kejenuhannya. Analisis ini mengacu pada MKJI (1997).



Gambar 2. Diagram alir penelitian

1. Tahap persiapan, meliputi: mengidentifikasi permasalahan yang akan dianalisis, melakukan studi pustaka tentang perparkiran sebagai bahan referensi, melakukan pra-survei pada ruas Jalan Pandanaran untuk mengetahui keadaan lapangan dan mempersiapkan peralatan survei.
2. Pengumpulan data, meliputi: data primer dan sekunder.
3. Analisis data, meliputi: analisis kinerja ruas jalan perhitungan kebutuhan lahan parkir (pengujian pola distribusi, distribusi lamanya parkir, peramalan jumlah kebutuhan ruang parkir dan teori antrean.
4. Kesimpulan dari hasil analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kinerja Eksisting Jalan Pandanaran

Pengumpulan data dilakukan dengan survei perhitungan jumlah kendaraan yang melintas di Jalan Pandanaran dari pukul 06.00-18.00 WIB diketahui jam puncak terjadi pada pukul 10.00-11.00 WIB. Perhitungan volume jam puncak:

$$Q = (LV \times emp) + (HV \times emp) + (MC \times emp) \quad (1)$$

$LV_{tot} = 2606, emp = 1,00$
 $HV_{tot} = 157, emp = 1,20$
 $MC_{tot} = 3667, emp = 0,25$ maka volume,

$$Q = (2606 \times 1,00) + (157 \times 1,20) + (3667 \times 0,25) = 3711,2 \text{ smp/jam.}$$

Perhitungan kapasitas ruas:

$$C = C0 \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs \quad (2)$$

diketahui nilai kapasitas (C) sebesar 5077,8 smp/jam.

Perhitungan derajat kejenuhan:

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (3)$$

$$DS = 3711,2/5077,8$$

sehingga diketahui nilai DS sebesar 0,731.

a. Kedatangan

Pengamatan dimulai dari pukul 08.00-20.00 WIB, kedatangan mobil sebanyak 821 mobil. Berdasarkan pengamatan, puncak kedatangan terjadi pada pukul 11.00-14.00 WIB. Sehingga laju kedatangan: $\lambda\lambda = 821 \text{ kendaraan}/48 \text{ periode} = 17,1 \text{ kendaraan}/15 \text{ menit.}$

Jika dikonversi dalam satuan waktu per jam diperoleh:

$$17,1 \times 4 = 68,4 \text{ kendaraan/jam} \approx 69 \text{ kendaraan/jam.}$$

Dari hasil survei kedatangan diolah menggunakan Program Statistika dan pengujian dengan Distribusi *Poisson* pengujian mendapatkan nilai *Chi-Square* 15,1642 dengan signifikansi 0,126 > 0,05 menunjukkan bahwa data kedatangan kendaraan berdistribusi *Poisson*.

Tabel 1. Uji Distribusi *Poisson*

Variable: kedatangan, Distribution: Poisson, Lambda = 5.44 (Spreadsheet14 in EDWIN)
 Chi-Square = 15.16420, df = 10, p = 0.12619

	Observed	Cumulative	Percent	Cumul. %	Expected	Cumulative	Percent	Cumul. %	Observed-Expected
<= 1,00000	34	34	4,14129	4,1413	22,8083	22,8083	2,77811	2,7781	11,1917
2,00000	62	96	7,55177	11,6931	52,4833	75,2916	6,39261	9,1707	9,5167
3,00000	93	189	11,32765	23,0207	95,2925	170,5842	11,60689	20,7776	-2,2925
4,00000	122	311	14,85993	37,8806	129,7651	300,3492	15,80573	36,5833	-7,7651
5,00000	134	445	16,32156	54,2022	141,3664	441,7156	17,21881	53,8021	-7,3664
6,00000	118	563	14,37272	68,5749	128,3375	570,0531	15,63185	69,4340	-10,3375
7,00000	90	653	10,96224	79,5371	99,8651	669,9183	12,16384	81,5978	-9,8651
8,00000	66	719	8,03898	87,5761	67,9959	737,9142	8,28208	89,8799	-1,9959
9,00000	47	766	5,72473	93,3009	41,1527	779,0669	5,01251	94,8924	5,8473
10,00000	28	794	3,41048	96,7113	22,4160	801,4829	2,73033	97,6228	5,5840
11,00000	16	810	1,94884	98,6602	11,1000	812,5829	1,35201	98,9748	4,9000
< Infinity	11	821	1,33983	100,0000	8,4171	821,0000	1,02522	100,0000	2,5829

Nilai χ^2 tabel dengan $df = 10$ adalah sebesar 18,307. Dengan demikian χ^2 hitung = 15,1642 < χ^2 tabel (18,307) menghasilkan kesimpulan bahwa H_0 diterima.

b. Lama Parkir (tingkat layanan)

Hasil survei diolah menggunakan Program Statistika dan pengujian dengan Distribusi Ekspensial didapatkan nilai tabel *Chi-Square* 13,0955 signifikansi 0,0698 > 0,05 menunjukkan bahwa data lama parkir kendaraan berdistribusi Ekspensial.

Tabel 2. Distribusi Eksponensial

Variable: Lama Parkir, Distribution: Exponential (Spreadsheet14 in EDWIN)
Chi-Square = 13,09554, df = 7 (adjusted) , p = 0,06981

	Observed	Cumulative	Percent	Cumul. %	Expected	Cumulative	Percent	Cumul. %	Observed-Expected
<= 22,0000	359	359	43,72716	43,7272	345,5324	345,5324	5,126281	42,0868	13,4676
44,00000	211	570	25,70037	69,4275	200,1090	545,6413	2,968795	66,4606	10,8910
66,00000	109	679	13,27649	82,7040	115,8896	661,5309	1,719325	80,5762	-6,8896
88,00000	54	733	6,57734	89,2814	67,1154	728,6463	0,995717	88,7511	-13,1154
110,00000	29	762	3,53228	92,8136	38,8687	767,5150	0,576652	93,4854	-9,8687
132,00000	26	788	3,16687	95,9805	22,5101	790,0251	0,333958	96,2272	3,4899
154,00000	12	800	1,46163	97,4421	13,0363	803,0614	0,193406	97,8150	-1,0363
176,00000	4	804	0,48721	97,9294	7,5498	810,6112	0,112007	98,7346	-3,5498
198,00000	6	810	0,73082	98,6602	4,3723	814,9835	0,064867	99,2672	1,6277
< Infinity	11	821	1,33983	100,0000	6,0165	821,0000	0,089260	100,0000	4,9835

Nilai χ^2 tabel dengan $df = 7$ adalah sebesar 14,017. Dengan demikian χ^2 hitung = 13,095 < χ^2 tabel (14,017). Menghasilkan kesimpulan bahwa H_0 diterima.

Rata-rata lama parkir = 44,34 menit/kendaraan = 0,7390 jam/kendaraan. Jika dikonversi ke dalam pelayanan kendaraan tiap jam setiap ruang yaitu $1/0,7390 = 1,3533$ kendaraan/jam/ruang.

Jumlah slot parkir = 74 slot (data lokasi survei) Kapasitas pelayanan $\mu = 74 \times 1,3533 = 100,14$ kendaraan/jam ≈ 101 kendaraan/jam.

Berdasarkan kedua parameter λ dan μ yang diperoleh sebelumnya masing-masing mengikuti distribusi *Poisson* dan Eksponensial, maka dengan demikian model antrean dianalisis dengan menggunakan (M/M/C):(SIRO ∞/∞). Hal ini dengan pertimbangan bahwa kedatangan antrean dapat berasal dari beberapa arah masing-masing mendapatkan satu layanan parkir. Kondisi ini sesuai dengan karakteristik *on street parking* di Jalan Pandanaran.

Hasil analisis antrean dengan tanpa pertimbangan biaya waktu tunggu dan penambahan fasilitas diperoleh parameter-parameter sebagai berikut:

Tabel 3. Statistik deskriptif lama parkir (tingkat pelayanan)

Lambda =	69.00000	Lambda eff =	69.00000
Mu =	101.00000	Rho =	0.68317
Ls =	2.15625	Lq =	1.47308
Ws =	0.03125	Wq =	0.02135

1. Probabilitas penggunaan parkir (Rho)

Berdasarkan hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa probabilitas area parkir terpakai adalah sebesar 0,68317 atau 68,32%. Artinya bahwa

68,317% slot parkir selalu digunakan untuk parkir kendaraan dalam kurun waktu 12 jam dan 31,68% slot parkir dalam kondisi *idle* (tidak terpakai).

2. Banyaknya mobil dalam antrean (Lq)

Dalam setiap satu slot parkir per jamnya setidaknya ada 1,473 kendaraan yang antre untuk menggunakan mendapatkan tempat parkir.

3. Banyaknya mobil dalam sistem (Ls)

Dalam setiap satu slot parkir per jamnya setidaknya ada 2,156 kendaraan yang berada dalam sistem.

4. Waktu rata-rata dalam antrean (Wq)

Dalam setiap satu slot parkir setidaknya selama 0,02135 jam atau 1,28 menit setiap kendaraan berada dalam antrean untuk mendapatkan lokasi parkir.

5. Waktu rata-rata dalam sistem (Ws)

Dalam setiap satu slot parkir setidaknya selama 0,3125 jam atau 1,881 menit setiap kendaraan berada dalam sistem parkir hingga mendapatkan lokasi parkir.

c. Optimalisasi Ruang Parkir

Untuk mengetahui jumlah ruang parkir optimal dengan *Total Cost* minimum maka dilakukan perhitungan teori antrean dan ongkos dari antrean dengan input tingkat kedatangan dan pelayanan. Untuk mendapatkan nilai yang optimal dilakukan dengan sistem *trial and error* dengan perhitungan analisis parkir dengan program TORA menggunakan model SIRO.

Perhitungan *total cost* $TC(\mu) = C1(\mu) + C2Lq$ dimana:

μ = nilai pelayanan

C1 = Biaya operasional (biaya sewa, karyawan, kebersihan Rp175,68/fasilitas/jam)

C2 = Biaya waktu tunggu (Rp4.059,54/kendaraan/jam)

Lq = Panjang antrean

Tabel 4. Optimalisasi ruang parkir

Skenario	λ	μ	Lq	C1	C2	C1· μ	C2·Lq	TC= C1· μ + C2·Lq
1	69	100	1,536	175,68	4059,54	17567,6	6235,45	23803,02
2	69	110	1,056	175,68	4059,54	19324,3	4286,87	23611,20
3	69	120	0,778	175,68	4059,54	21081,1	3158,32	24239,40
4	69	130	0,600	175,68	4059,54	22837,8	2435,72	25273,56
5	69	140	0,479	175,68	4059,54	24594,6	1944,52	26539,11

Seluruh nilai TC dari *trial and error* didapatkan hasil bahwa nilai pelayanan/kapasitas pelayanan (μ) yang harus dibuat sebanyak 110 ruang/kendaraan/jam.

Dikonversi menjadi $110/1,3533 = 82,47$ slot \approx 83 slot sehingga penambahan jumlah ruang parkir sebanyak: $83-74 = 9$ slot.

Analisis Regresi

Jumlah kendaraan yang parkir di area parkir di Kota Semarang selanjutnya bersama-sama dengan jumlah penduduk dan jumlah kepemilikan mobil digunakan sebagai data untuk mendapatkan model pengaruh jumlah penduduk dan jumlah kepemilikan mobil terhadap jumlah mobil parkir dengan model sebagai berikut :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad (4)$$

Berdasarkan model tersebut selanjutnya digunakan untuk mendapatkan ramalan jumlah mobil parkir selama periode 2011 hingga 2025 sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil peramalan mobil parkir pendekatan regresi

Tahun	X	Y - pred
2011	1569076	15012
2012	1598658	16316
2013	1628241	17620
2014	1657823	18923
2015	1687406	20227
2016	1716989	21531
2017	1746571	22835
2018	1776154	24139
2019	1805737	25443
2020	1835320	26747
2021	1864903	28051
2022	1894486	29355
2023	1924069	30659
2024	1953652	31963
2025	1983235	33267

Hasil perhitungan didapatkan bahwa pada tahun 2024 jumlah mobil parkir di Kota Semarang mencapai 31.963 unit per hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah mobil yang akan parkir di area pusat jajan di Jalan Pandanaran juga akan meningkat dengan linieritas yang sama.

Peramalan Kebutuhan Parkir di Pusat Jajan Jalan Pandanaran Untuk 12 Tahun ke Depan

Untuk menganalisis kebutuhan parkir diperoleh dengan perbandingan data jumlah mobil parkir di pusat jajan di Jalan Pandanaran dengan jumlah mobil parkir di Semarang. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2012, sehingga data yang digunakan untuk perbandingan adalah kondisi pada tahun 2012. Dengan demikian, perkiraan jumlah mobil parkir di Jalan Pandanaran sebagai berikut:

Perhitungan:

Rasio mobil parkir di Jalan Pandanaran dibanding dengan total mobil parkir setiap hari di Kota Semarang pada tahun 2012 berdasarkan data pengamatan lapangan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rasio parkir} &= \frac{\text{Parkir Jl. Pandanaran}}{\text{Parkir di kota Semarang}} \\ &= \frac{821}{16316} \\ &= 0,0503 \text{ atau } 5,03\% \end{aligned}$$

Dengan mengasumsikan bahwa persentase tersebut juga tetap berlaku hingga tahun 2024 maka jumlah mobil parkir di Jalan Pandanaran pada tahun 2024 diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Parkir Jl. Pandanaran 2024} &= 0,0503 \times \text{mobil parkir kota Semarang th 2024} \\ &= 0,0503 \times 31963 \\ &= 1608 \rightarrow 1610 \text{ mobil per hari.} \end{aligned}$$

Tabel 6. Peramalan jumlah kendaraan parkir di Jalan Pandanaran

Tahun	Parkir per hari		Rasio	Dugaan Jml Parkir
	Kota Semarang	Jl Pandanaran		
2011	15012			
2012	16316	821	0.0503	
2013	17620			887
2014	18923			952
2015	20227			1018
2016	21531			1083
2017	22835			1149
2018	24139			1215
2019	25443			1280
2020	26747			1346
2021	28051			1412
2022	29355			1478
2023	30659			1544
2024	31963			1610
2025	33267			1676

Analisis Parkir 12 Tahun ke Depan

Dengan menggunakan jumlah kedatangan kendaraan di Jalan Pandanaran sebagaimana hasil *forecast* pada 12 tahun ke depan atau pada tahun 2024 yaitu sebanyak 1.610 selama 12 jam pengamatan. Berdasarkan kedua parameter λ dan μ yang diperoleh sebelumnya masing-masing mengikuti distribusi *Poisson* dan Eksponensial, maka dengan demikian model antrean dianalisis dengan menggunakan $(M/M/C):(SIRO \infty/\infty)$. Hal ini sesuai dengan karakteristik *on street parking* di Jalan Pandanaran yang dapat menerima mobil parkir dari segala arah tanpa harus melalui pintu tertentu. Hasil analisis antrean dengan tanpa biaya diperoleh parameter-parameter sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{1610}{12} = 134,16 = 135 \text{ kendaraan / jam}$$

Tabel 7. Statistik deskriptif lama parkir (tingkat pelayanan)

QUEUEING OUTPUT			
Parkir	20 th ke depan	Scenario 1	(M/M/C):(SIRO **)
Lambda =	135.00000	Lambda eff =	135.00000
Mu =	101.00000	Rho=	0.99050
Ls =	19.20001	Lq =	18.24951
Ws =	0.20000	Wq =	0.19010

1. Probabilitas penggunaan parkir (Rho)
Berdasarkan hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa probabilitas area parkir terpakai adalah sebesar 0,9905 atau 99,05%. Artinya bahwa 99,05% slot parkir selalu digunakan untuk parkir kendaraan dalam kurun waktu 12 jam.
2. Banyaknya mobil dalam antrean (Lq)
Dalam setiap satu slot parkir per jamnya setidaknya ada 18,25 kendaraan yang antre untuk menggunakan mendapatkan tempat parkir.
3. Banyaknya mobil dalam sistem (Ls)
Dalam setiap satu slot parkir per jamnya setidaknya ada 19,20 kendaraan yang berada dalam sistem.
4. Waktu rata-rata dalam antrean (Wq)
Dalam setiap satu slot parkir setidaknya selama 0,1901 jam atau 11,41 menit setiap kendaraan berada dalam antrean untuk mendapatkan lokasi parkir.
5. Waktu rata-rata dalam sistem (Ws)
Dalam setiap satu slot parkir setidaknya selama 0,20 jam atau 15 menit setiap kendaraan berada dalam sistem parkir hingga mendapatkan lokasi parkir.
Berdasarkan asumsi kondisi tidak berubah selama 12 tahun ke depan, maka masalah antrean di Jalan Pandanaran sudah hampir menyebabkan kemacetan sehingga memerlukan tambahan fasilitas. Masalahnya

adalah area untuk penambahan fasilitas parkir di lokasi tersebut sudah tidak memungkinkan lagi.

Secara ringkas perhitungan jumlah kebutuhan parkir optimal selama 12 tahun ke depan (2013-2024) adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Perhitungan fasilitas parkir optimal

Tahun	Parkir/hari	Kedatangan/jam	C optimal	Slot	Slot pembulatan	Kekurangan
2013	887	74	115	86.12	87	13
2014	952	80	120	89.87	90	16
2015	1018	85	125	93.61	94	20
2016	1083	91	130	97.36	98	24
2017	1149	96	140	104.85	105	31
2018	1215	102	150	110.84	111	37
2019	1280	107	160	118.22	119	45
2020	1346	113	170	125.61	126	52
2021	1412	118	180	133.00	133	59
2022	1478	124	190	140.39	141	67
2023	1544	129	200	147.78	148	74
2024	1610	135	210	155.17	156	82

Hasil perhitungan mendapatkan bahwa jumlah slot parkir optimal diperoleh adalah sejumlah 156 slot untuk tahun 2024. Dengan demikian jika pada tahun 2012 hanya ada 74 slot parkir, maka pada tahun 2024 akan terdapat kekurangan sebanyak 82 slot. Jumlah tersebut tampaknya cukup sulit untuk dipenuhi dengan hanya mengandalkan *on street parking*.

Analisis Parkir Lift (Robotic)

- a. Parkir lift (*robotic*) merupakan salah satu alternatif guna pengembangan area parkir dengan keterbatasan lahan. Analisis ini berdasarkan pertimbangan optimalisasi parkir dan nilai investasinya.
- b. Perhitungan total biaya (TC) 12 tahun ke depan dari *trial and error* diketahui melalui tabel berikut:

Tabel 9. Perhitungan total biaya (TC)

Skenario	λ	μ	Lq	C1	C2	C1. μ	C2. Lq	TC = C1 μ + C2 Lq
2013	135	100	23,040	3630,56	10000	363056	230,400	593.455,61
2014	135	110	5,984	3630,56	10000	399361	59,840	523.237,85
2015	135	120	3,200	3630,56	10000	435667	32,000	492.822,29
2016	135	130	2,085	3630,56	10000	471972	20,850	467.666,73
2017	135	140	1,496	3630,56	10000	508278	14,960	459.201,17
2018	135	150	1,138	3630,56	10000	544583	11,380	555.963,41
2019	135	160	0,733	3630,56	10000	580890	7,330	588.219,60
2020	135	170	0,610	3630,56	10000	617195	6,100	623.295,20
2021	135	180	0,610	3630,56	10000	653501	6,100	659.600,80
2022	135	190	0,433	3630,56	10000	689806	4,330	694.136,40
2023	135	200	0,385	3630,56	10000	726112	3,850	729.962,00
2024	135	210	0,338	3630,56	10000	762418	3,380	765.797,60

- c. Kebutuhan slot 12 tahun ke depan (2024) sebanyak 210 kapasitas pelayanan dikonversi menjadi 210/1,3533 hasilnya 156 slot.
- d. Perhitungan investasi parkir *robotic*
Berdasarkan data Tim Konsultan Transportasi dari ITB dijelaskan bahwa nilai investasi 500 slot parkir lift (*robotic*) memerlukan biaya investasi sebesar Rp18.000.000.000,00. Hasil prediksi

jumlah mobil tahun 2024 adalah 135 mobil per jam maka direncanakan jumlah slot parkir *robotic*

yang dibuat hanya untuk 200 kendaraan (nilai invest Rp7.200.000.000,00).

Tabel 10. Perhitungan investasi parkir *robotic*

Tahun	Investasi	Beban	Total Biaya	Penerimaan	df	PV Beban	PV Manfaat	PV Beban – PV Manfaat	NPV
0	7.200.000.000	0	7.200.000.000		1	7.200.000.000	0	-7.200.000.000	-7.200.000.000
1		1.260.000.000	1.260.000.000	3.193.200.000	0,8475	1.067.850.000	2.706.237.000	1.638.387.000	-5.561.613.000
2		1.260.000.000	1.260.000.000	3.430.800.000	0,7182	904.932.000	2.464.000.560	1.559.068.560	-4.002.544.440
3		1.260.000.000	1.260.000.000	3.668.400.000	0,6086	766.836.000	2.232.588.240	1.465.752.240	-2.536.792.200
4		1.260.000.000	1.260.000.000	3.902.400.000	0,5158	649.908.000	2.012.857.920	1.362.949.920	-1.173.842.280
5		1.260.000.000	1.260.000.000	4.140.000.000	0,4371	550.746.000	1.809.594.000	1.258.848.000	85.005.720
6		1.260.000.000	1.260.000.000	4.377.600.000	0,3704	466.704.000	1.621.463.040	1.154.759.040	1.239.764.760
7		1.260.000.000	1.260.000.000	4.615.200.000	0,3139	395.514.000	1.448.711.280	1.053.197.280	2.292.962.040
8		1.260.000.000	1.260.000.000	4.852.800.000	0,266	335.160.000	1.290.844.800	955.684.800	3.248.646.840
9		1.260.000.000	1.260.000.000	5.090.400.000	0,2255	284.130.000	1.147.885.200	863.755.200	4.112.402.040
10		1.260.000.000	1.260.000.000	5.328.000.000	0,1911	240.786.000	1.018.180.800	777.394.800	4.889.796.840

Berdasarkan hasil analisis kelayakan usaha menunjukkan bahwa parkir *lift (robotic)* baru dapat memberikan nilai positif dari investasinya setelah tahun ke-5.

Analisis Investasi dengan Biaya Parkir Rp3.000 per Jam

Asumsi lain yang digunakan adalah sama dengan analisis investasi sebelumnya kecuali hanya pada tarif parkir per jam. Hasil analisis diperoleh sebagai berikut:

Tabel 11. Analisis kelayakan usaha untuk tarif parkir Rp3.000/jam

Tahun	Investasi	Beban	Total Biaya	Penerimaan	df	PV Beban	PV Manfaat	PV Beban - PV Manfaat
0	7.200.000.000	0	7.200.000.000	0	1,0000	7.200.000.000	-	-7.200.000.000
1		1.260.000.000	1.260.000.000	957.960.000	0,8475	1.067.796.610	811.830.508	-255.966.102
2		1.260.000.000	1.260.000.000	1.028.160.000	0,7182	904.912.381	738.408.503	-166.503.878
3		1.260.000.000	1.260.000.000	1.099.440.000	0,6086	766.874.900	669.153.127	-97.721.773
4		1.260.000.000	1.260.000.000	1.169.640.000	0,5158	649.893.983	603.287.300	-46.606.683
5		1.260.000.000	1.260.000.000	1.240.920.000	0,4371	550.757.612	542.417.569	-8.340.044
6		1.260.000.000	1.260.000.000	1.312.200.000	0,3704	466.743.739	486.080.266	19.336.526
7		1.260.000.000	1.260.000.000	1.382.400.000	0,3139	395.545.542	433.969.966	38.424.424
8		1.260.000.000	1.260.000.000	1.453.680.000	0,2660	335.208.086	386.734.358	51.526.272
9		1.260.000.000	1.260.000.000	1.523.880.000	0,2255	284.074.649	343.567.997	59.493.348
10		1.260.000.000	1.260.000.000	1.595.160.000	0,1911	240.741.228	304.778.395	64.037.167
11		1.260.000.000	1.260.000.000	1.665.360.000	0,1619	204.017.990	269.653.492	65.635.502
12		1.260.000.000	1.260.000.000	1.736.640.000	0,1372	172.896.602	238.300.916	65.404.314
13		1.260.000.000	1.260.000.000	1.806.840.000	0,1163	146.522.544	210.113.328	63.590.784
14		1.260.000.000	1.260.000.000	1.878.120.000	0,0985	124.171.647	185.086.710	60.915.062
15		1.260.000.000	1.260.000.000	1.949.400.000	0,0835	105.230.210	162.806.167	57.575.958
16		1.260.000.000	1.260.000.000	2.019.600.000	0,0708	89.178.144	142.939.825	53.761.681
17		1.260.000.000	1.260.000.000	2.090.880.000	0,0600	75.574.698	125.410.813	49.836.115
18		1.260.000.000	1.260.000.000	2.161.080.000	0,0508	64.046.354	109.848.647	45.802.293
19		1.260.000.000	1.260.000.000	2.232.360.000	0,0431	54.276.571	96.162.577	41.886.006
20		1.260.000.000	1.260.000.000	2.303.640.000	0,0365	45.997.094	84.095.831	38.098.736

Dengan penentuan tarif parkir Rp3000/jam, investasi parkir *lift (robotic)* tidak akan menguntungkan karena NPV masih negatif hingga 20 tahun.

Analisis Investasi dengan Biaya Parkir Rp5.000 per Jam

Asumsi lain yang digunakan adalah sama dengan analisis investasi sebelumnya kecuali hanya pada tarif parkir per jam. Hasil analisis diperoleh sebagai berikut:

Tabel 12. Analisis kelayakan usaha untuk tarif parkir Rp5000/jam

Tahun	Investasi	Beban	Total Biaya	Penerimaan	df	PV Beban	PV Manfaat	PV Beban - PV Manfaat
0	7.200.000.000	0	7.200.000.000	0	1,0000	7.200.000.000	-	-7.200.000.000
1		1.260.000.000	1.260.000.000	1.596.600.000	0,8475	1.067.796.610	1.353.050.847	285.254.237
2		1.260.000.000	1.260.000.000	1.713.600.000	0,7182	904.912.381	1.230.680.839	325.768.457
3		1.260.000.000	1.260.000.000	1.832.400.000	0,6086	766.874.900	1.115.255.211	348.380.312
4		1.260.000.000	1.260.000.000	1.949.400.000	0,5158	649.893.983	1.005.478.833	355.584.851
5		1.260.000.000	1.260.000.000	2.068.200.000	0,4371	550.757.612	904.029.281	353.271.669
6		1.260.000.000	1.260.000.000	2.187.000.000	0,3704	466.743.739	810.133.776	343.390.037
7		1.260.000.000	1.260.000.000	2.304.000.000	0,3139	395.545.542	723.283.276	327.737.735

8	1.260.000.000	1.260.000.000	2.422.800.000	0,2660	335.208.086	644.557.263	309.349.177
9	1.260.000.000	1.260.000.000	2.539.800.000	0,2255	284.074.649	572.613.329	288.538.680
10	1.260.000.000	1.260.000.000	2.658.600.000	0,1911	240.741.228	507.963.992	267.222.763
11	1.260.000.000	1.260.000.000	2.775.600.000	0,1619	204.017.990	449.422.487	245.404.497
12	1.260.000.000	1.260.000.000	2.894.400.000	0,1372	172.896.602	397.168.194	224.271.592
13	1.260.000.000	1.260.000.000	3.011.400.000	0,1163	146.522.544	350.188.880	203.666.336
14	1.260.000.000	1.260.000.000	3.130.200.000	0,0985	124.171.647	308.477.850	184.306.202
15	1.260.000.000	1.260.000.000	3.249.000.000	0,0835	105.230.210	271.343.612	166.113.402
16	1.260.000.000	1.260.000.000	3.366.000.000	0,0708	89.178.144	238.233.041	149.054.897
17	1.260.000.000	1.260.000.000	3.484.800.000	0,0600	75.574.698	209.018.022	133.443.324
18	1.260.000.000	1.260.000.000	3.601.800.000	0,0508	64.046.354	183.081.079	119.034.724
19	1.260.000.000	1.260.000.000	3.720.600.000	0,0431	54.276.571	160.270.962	105.994.390
20	1.260.000.000	1.260.000.000	3.839.400.000	0,0365	45.997.094	140.159.718	94.162.623

Dengan penentuan tarif parkir Rp5.000/jam, investasi parkir lift (*robotic*) juga masih belum menguntungkan dimana nilai NPV masih bernilai negatif pada tahun ke-20.

Analisis Investasi dengan Biaya Parkir Rp7.500 per Jam

Asumsi lain yang digunakan adalah sama dengan analisis investasi sebelumnya kecuali hanya pada tarif parkir per jam. Hasil analisis diperoleh sebagai berikut:

Tabel 13. Analisis kelayakan usaha untuk tarif parkir Rp7500/jam

Tahun	Investasi	Beban	Total Biaya	Penerimaan	df	PV Beban	PV Manfaat	PV Beban - PV Manfaat
0	7.200.000.000	0	7.200.000.000	0	1,0000	7.200.000.000	-	-7.200.000.000
1		1.260.000.000	1.260.000.000	2.394.900.000	0,8475	1.067.796.610	2.029.576.271	961.779.661
2		1.260.000.000	1.260.000.000	2.570.400.000	0,7182	904.912.381	1.846.021.258	941.108.877
3		1.260.000.000	1.260.000.000	2.748.600.000	0,6086	766.874.900	1.672.882.817	906.007.917
4		1.260.000.000	1.260.000.000	2.924.100.000	0,5158	649.893.983	1.508.218.250	858.324.267
5		1.260.000.000	1.260.000.000	3.102.300.000	0,4371	550.757.612	1.356.043.922	805.286.309
6		1.260.000.000	1.260.000.000	3.280.500.000	0,3704	466.743.739	1.215.200.664	748.456.925
7		1.260.000.000	1.260.000.000	3.456.000.000	0,3139	395.545.542	1.084.924.915	689.379.373
8		1.260.000.000	1.260.000.000	3.634.200.000	0,2660	335.208.086	966.835.895	631.627.808
9		1.260.000.000	1.260.000.000	3.809.700.000	0,2255	284.074.649	858.919.994	574.845.344
10		1.260.000.000	1.260.000.000	3.987.900.000	0,1911	240.741.228	761.945.988	521.204.759
11		1.260.000.000	1.260.000.000	4.163.400.000	0,1619	204.017.990	674.133.730	470.115.740
12		1.260.000.000	1.260.000.000	4.341.600.000	0,1372	172.896.602	595.752.291	422.855.689
13		1.260.000.000	1.260.000.000	4.517.100.000	0,1163	146.522.544	525.283.320	378.760.776
14		1.260.000.000	1.260.000.000	4.695.300.000	0,0985	124.171.647	462.716.774	338.545.127
15		1.260.000.000	1.260.000.000	4.873.500.000	0,0835	105.230.210	407.015.418	301.785.208
16		1.260.000.000	1.260.000.000	5.049.000.000	0,0708	89.178.144	357.349.562	268.171.418
17		1.260.000.000	1.260.000.000	5.227.200.000	0,0600	75.574.698	313.527.033	237.952.335
18		1.260.000.000	1.260.000.000	5.402.700.000	0,0508	64.046.354	274.621.618	210.575.264
19		1.260.000.000	1.260.000.000	5.580.900.000	0,0431	54.276.571	240.406.443	186.129.871
20		1.260.000.000	1.260.000.000	5.759.100.000	0,0365	45.997.094	210.239.577	164.242.482

- a. Dengan penentuan tarif parkir Rp7.500/jam, investasi parkir lift (*robotic*) dapat memberikan keuntungan investasi dimana nilai NPV bernilai positif pada tahun ke-10. Dengan demikian investasi dapat kembali dan memberikan setelah operasionalisasi parkir lift (*robotic*) di jalan Pandanaran berjalan 10 tahun.
- b. Dengan asumsi bahwa pembangunan parkir lift (*robotic*) dapat menampung seluruh kendaraan parkir di pusat jajan Jalan Pandanaran, maka dengan demikian tidak lagi terdapat kendaraan (mobil) yang parkir di Jalan Pandanaran. Hal ini tentunya akan memperlancar arus kendaraan di jalan tersebut.
- c. Pada pengamatan akhir tahun 2012, nilai *degree of saturation* (DS) di lokasi penelitian adalah sebesar 0,731. Maka selanjutnya akan dihitung prediksi tingkat kejenuhan (DS) di lokasi

penelitian pada tahun 2017 dengan asumsi ada lokasi parkir lift (*robotic*) dan tidak ada lokasi parkir lift (*robotic*) tersebut dan tahun 2024 dengan asumsi ada lokasi parkir lift *robotic* dan tanpa PKL. Perhitungan tingkat volume kendaraan dihitung berdasarkan asumsi perbandingan jumlah kendaraan hasil *forecasting* sebelumnya.

Volume kendaraan tahun 2012 (Q) = 3711,2 smp/jam
 Estimasi Jumlah mobil Semarang 2012 = 23083 (hasil *forecasting*)
 Estimasi Jumlah mobil Semarang 2017 = 25108 (hasil *forecasting*)
 Estimasi Jumlah mobil Semarang 2022 = 27133 (hasil *forecasting*)
 Estimasi Jumlah mobil Semarang 2024 = 28145 (hasil *forecasting*)

$$\text{Estimasi Q tahun 2017} = \frac{25108}{23083} * 3711,2 = 4036,8$$

$$\text{Estimasi Q tahun 2022} = \frac{27133}{23083} * 3711,2 = 4362,3$$

$$\text{Estimasi Q tahun 2024} = \frac{28145}{23083} * 3711,2 = 4525,05$$

Tabel 14. Derajat kejenuhan berdasarkan 3 kondisi

Skema	C	DS		
		2017	2022	2024
1.Tanpa parkir <i>robotic</i>	5077,8	0,795	0,859	0,89
2.Dengan parkir <i>robotic</i>	5296,8	0,762	0,823	0,85
3.Dengan parkir <i>robotic</i> dan tanpa PKL	5460	0,739	0,798	0,82

KESIMPULAN

1. Karakteristik lahan parkir eksisting di Kawasan Jalan Pandanaran pada saat penelitian dilakukan, sistem parkir di Jalan Pandanaran secara keseluruhan masih menggunakan *on street parking*. Seluruh batasan wilayah di lokasi tersebut masih sangat terbatas sehingga pengembangan kawasan *on street parking* sulit dilakukan.
2. Saat ini kinerja sistem parkir Jalan Pandanaran dinilai sudah cukup untuk memprediksi kondisi parkir pada jam sibuk. Hasil analisis parkir berdasarkan data tersebut menunjukkan keunggulan sistem parkir Jalan Pandanaran saat ini baru 68,317%.
3. Melalui pendekatan analisis investasi diperoleh bahwa investasi parkir *lift (robotic)* dengan kapasitas 200 slot dapat dijalankan dengan asumsi masa pakai 10 tahun mendapatkan titik impas setelah beroperasi 5 tahun. Dengan kata lain bahwa investasi parkir *lift (robotic)* dapat memberikan laba bersih setelah pengembalian investasi mulai tahun ke-5.
4. Keterbatasan lahan *on street parking* yang tersedia. Salah satu alternatif yang dapat diambil untuk memenuhi kebutuhan parkir adalah dengan rencana membangun fasilitas parkir *lift (robotic)* di Jalan Kyai Saleh. Jika rencana parkir *lift (robotic)* tersebut direalisasikan, maka jumlah slot parkir optimal yang dapat disediakan oleh sistem parkir *lift (robotic)* sebanyak 156 slot parkir untuk

memenuhi tingkat kedatangan kendaraan 135 kendaraan/jam pada tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

Atmodjo, D. (2001). *The Demand of Parking Spaces in Citraland Semarang* (Tesis Magister Teknik Sipil, Universitas Diponegoro). Universitas Diponegoro, Semarang.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta.

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (1998). *Pedoman Perencanaan dan Pengoperasian Fasilitas Parkir*. Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Angkutan Kota, Direktorat Perhubungan Darat, Jakarta.

Hobbs, F. D. (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas Angkutan Kota* (Terj.). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Ismiyati. (1992). *Analisa Kebutuhan Parkir yang Optimal untuk Mengatasi Kemacetan di Kawasan B.I.P Bandung (Dengan Model Antrian)* (Tesis Magister Studi Transportasi, Institut Teknologi Bandung). Institut Teknologi Bandung.

Ismiyati. (2009). *Buku Ajar Statistik dan Probabilitas untuk Teknik Sipil*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Litman, T. (2004). *Parking Requirements Impact on Housing Affordability*. Victoria, BC: Victoria Transport Policy Institute.

Morlock, E. K. (1988). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi* (Terj.). Jakarta: Erlangga.

Nasar, I. A. A. (2012). *Optimization of On-Street Parking Space (Case Study at Pandanaran Street in Semarang, Indonesia)* (Tesis Magister Studi Transportasi, Universitas Diponegoro). Universitas Diponegoro, Semarang.

Petruzella, F. D. (2002). *Elektronik Industri* (Edisi kedua). Yogyakarta: Andi Offset.

Prehadiyanto, A. (2012). *Analisis Kelayakan Teknis Lalu Lintas dan Finansial Gedung Parkir di Jalan Pandanaran* (Tesis Magister Studi Transportasi, Universitas Diponegoro). Universitas Diponegoro, Semarang.

Subagyo, P. (1988). *Dasar-Dasar Riset Operasi*. Yogyakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Gadjah Mada.

Suhendro, B. (2010). Rancang Bangun Simulator Kendali Lift Parkir Mobil Bertingkat Berbasis Programmable Logic Controller (PLC). *Seminar Nasional VI SDM Teknologi Nuklir*, Yogyakarta.

Taha, H. A. (1982). *Operations Research: An Introduction*. New York: Macmillan Publishing Co. Inc.

Tamin, O. Z. (1997). *Perencanaan Dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: Penerbit ITB.

Waldiyono, W., Bidihardjo, W., & Napitupulu, L. R.
(1986). *Ekonomi Teknik*. Yogyakarta: Andi
Offset.