

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Data

4.1.1 Data Sekunder Jumlah Penduduk

Berikut merupakan Jumlah dan pertumbuhan penduduk di Kota Malang tahun 2024/2025 dapat dilihat dalam **Tabel 4.1** dan pada **Tabel 4.2** merupakan Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK) yang diambil dari PKJI 2023

Tabel 4. 1 Jumlah Penduduk Kota Malang

Kecamatan	Jumlah Penduduk
Kedungkandang	217.877
Sukun	206.910
Klojen	100.818
Blimbing	191.907
Lowokwaru	171.847

Sumber: (Badan Pusat Statistik Kota Malang Tahun 2025)

4.1.2 Data Primer

Informasi geometrik diperoleh melalui observasi dan pengukuran langsung di lokasi penelitian. Data yang tercatat meliputi dimensi krusial seperti lebar jalur, lebar median, lebar bahu jalan, dan elevasi median. Berikut merupakan data geometrik simpang dipaparkan dalam tabel 4.2 berikut:

A. Data Lingkungan

Tabel 4. 2 Data Geometrik Simpang 3 Jembatan Soekarno Hatta

Nama Jalan	Kode Pendekat	Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Median
Jl. Soekarno-Hatta	U	Komersial	Tinggi	Ada
Jl. MT.Haryono	T	Komersial	Rendah	Tidak Ada
Jl. Mayjend Panjaitan	B	Komersial	Rendah	Tidak Ada

No	Data	Jl. Soekarno-Hatta	Jl. MT Haryono	Jl. Mayjend Panjaitan
1	Kode pendekat	U (Utara)	B (Barat)	T (Timur)
2	Jumlah Jalur	2/2	1/1	2/2
3	Lebar Jalan	7,5 m	12 m	14 m
4	Median	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
5	Tipe	Komersial	Komersial	Komersial

Sumber : Hasil survei lapangan

4.1.3 Kondisi Geometrik Jalan

Lokasi penelitian berada di persimpangan tiga jembatan Soekarno-Hatta, Kota Malang. Survei ini dilakukan untuk mengumpulkan data umum terkait kondisi alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), nama ruas jalan, marka jalan, hambatan di sisi jalan, serta sistem pengaturan APILL yang diterapkan. Persimpangan tersebut terdapat tiga lengan jalan, yaitu Jalan Soekarno-Hatta, Jalan MT.Haryono, serta Jalan Mayjend Panjaitan.

Simpang Tiga Soekarno-Hatta merupakan daerah dengan tipe lingkungan komersial sehingga aktivitas disekitar daerah simpang tergolong tinggi. Aktivitas yang tinggi ini juga dipengaruhi dengan jumlah penduduk kota Malang. Pada tahun 2024 Badan Pusat Statistik (BPS) kota Malang mencatat terdapat jumlah penduduk di kota Malang mencapai 889.359 jiwa yang dihitung berdasarkan jenis kelamin dan kelompok umur. Dengan luas wilayah 145,3 Km² maka kepadatan penduduk di kota malang mencapai angka 6.120,85 jiwa/km². Berdasarkan kategori ukuran kota berdasarkan jumlah popilasi penduduk kota malang termasuk dalam ukuran kota sedang dikarenakan jumlah populasi penduduknya kurang dari 1 juta jiwa. Kategori ukuran kota berdasarkan jumlah populasi penduduk dapat dillihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 3 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Ukuran Kota	Populasi penduduk (Juta jiwa)	FUK
Sangat Kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	>3,0	1,05

Sumber : PKJI 2023, (Hal.269)

a. Kondisi Hambatan samping

Berdasarkan PKJI 2023 hal 120, kondisi hambatan samping ditentukan dengan melihat apakah aktivitas-aktivitas disamping jalan sepanjang pendekat mengganggu pergerakan arus lalu lintas atau tidak. Jika arus arus keberangkatan pendekat tidak terganggu maka hambatan samping di daerah pendekat tersebut rendah. Faktor koreksi untuk hambatan samping pada simpang Soekarno Hatta ditentukan dengan tabel berikut 4.3 berikut ini.

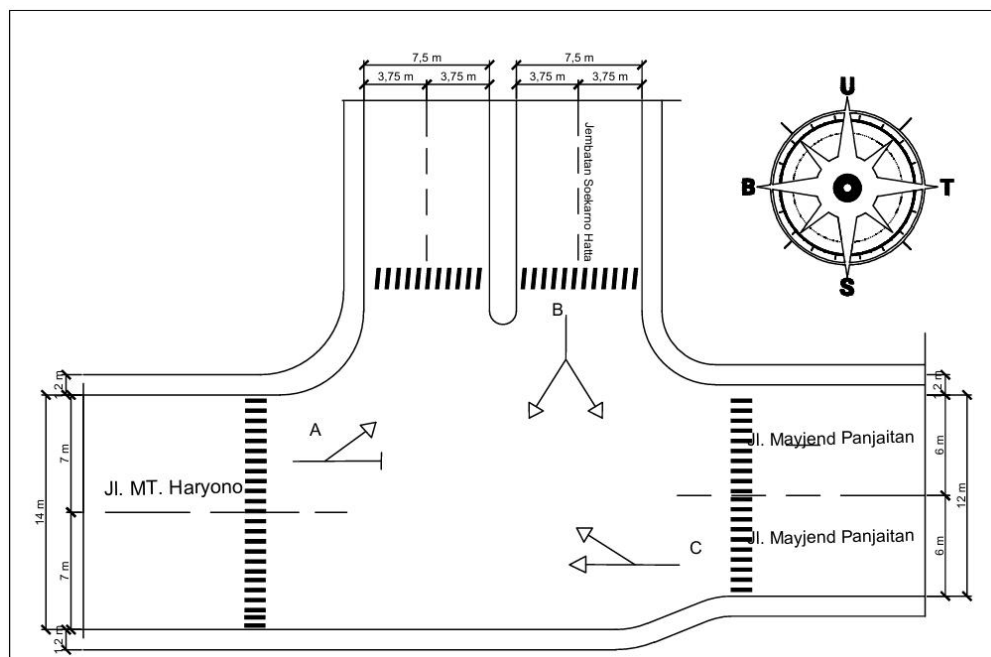
Tabel 4. 4 Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FHS)

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas	Tinggi	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,98	0,93	0,90	0,88

Sumber : PKJI 2023, (Hal. 270)

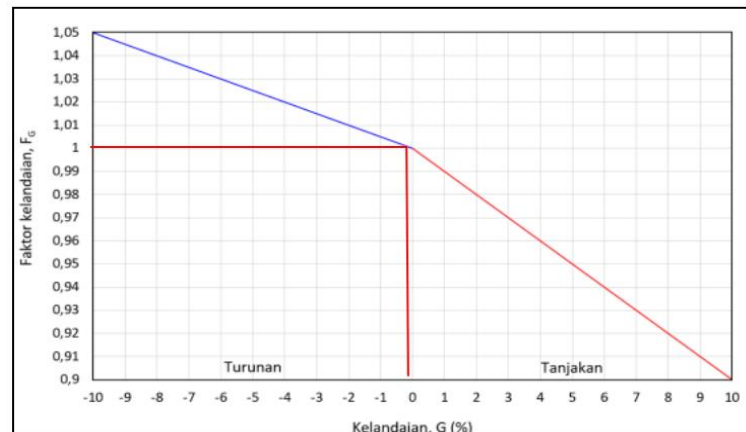
Simpang Tiga Soekarno-Hatta merupakan salah satu simpang bersinyal yang ada di kota Malang, tipe lingkungan disekitar simpang merupakan daerah komersial yang ditandai dengan adanya Kampus, Pertokoan, bengkel dan Sebagainya. Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan arus keberangkatan dan kedatangan pada simpang Tiga Soekarno-Hatta dapat disimpulkan bahwa hambatan samping pada simpang Tiga Soekarno-Hatta termasuk Tinggi. Karena tipe pendekat pada simpang Soekarno Hatta merupakan tipe pendekat terlawan, maka faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan dan hambatan samping yang dipakai adalah 0,93.

Sketsa AutoCad geometrik Simpang Tiga yang ditinjau, dapat dilihat pada **Gambar 4.1** Berikut ini :



Gambar 4. 1 Geometrik Simpang Tiga Soekarno-Hatta

a. Faktor penyesuaian semua tipe pendekat (Kelandaian FG)



Gambar 4. 2 Grafik Faktor penyesuaian semua tipe pendekat (Kelandaian FG)

Karena daerah lokasi studi termasuk datar, maka nilai FG yang digunakan adalah = 1

b. Faktor penyesuaian semua tipe pendekat (FP)

L_p = jarak antara garis henti dengan kendaraan pertama = 1 m

L = Lebar pendekat utara = 4,63

H = Waktu hijau pada pendekat utara = 60 det

$$F_p = (1/3 - (4,63 - 2) \times (1/3 - 60)/4,63)/60$$

$$= 0,75$$

Digunakan nilai FP = 1,0 karena lokasi studi termasuk datar.

c. Faktor penyesuaian belok kiri (FBKI)

Contoh perhitungan simpang Soekarno Hatta janti pendekat Utara:

Rasio belok kiri (RBKI) = 0,03

$$FBK_i = 1 - (RBK_i \times 0,16)$$

$$= 1 - (0,03 \times 0,16) = 0,99$$

d. Faktor penyesuaian belok kanan (FBKa)

Contoh perhitungan simpang Soekarno Hatta pendekat Timur.

Rasio belok kanan (RBKa) = 0

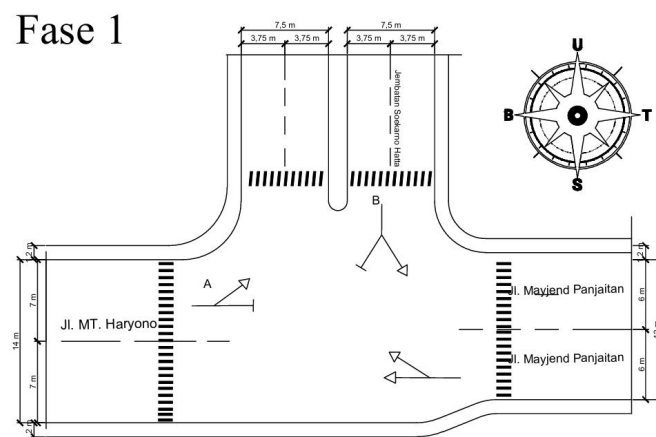
$$\begin{aligned} \text{FBKa} &= 1 + (\text{RBKa} \times 0,26) \\ &= 1 + (0 \times 0,26) = 1 \end{aligned}$$

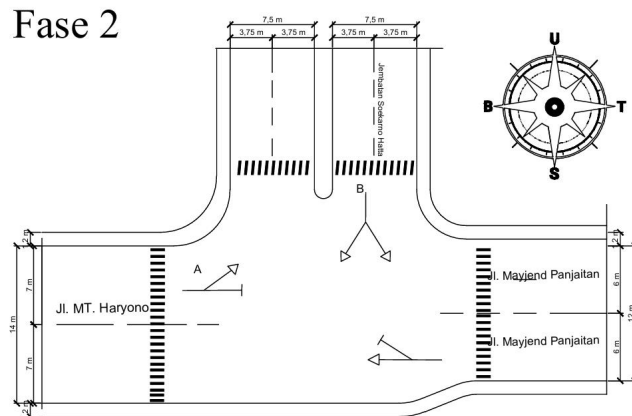
e. Aruh jenuh (S)

$$\begin{aligned} J &= J_o \times \text{FHS} \times \text{FUK} \times \text{FG} \times \text{FP} \times \text{FBKa} \times \text{FBKi} \\ J &= 2778 \times 0,95 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,99 \\ &= 2465,33 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4.1.3.1 Penetapan Penggunaan Isyarat APPIL pada Simpang Tiga Soekarno-Hatta

Fase merupakan bagian dari suatu siklus yang dialokasikan untuk kombinasi pergerakan secara bersamaan mengikuti isyarat lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas merupakan peralatan yang dioperasikan secara mekanis, atau elektrik untuk memerintahkan kendaraan – kendaraan berhenti atau berjalan. Fase yang terdapat pada Simpang Tiga Soekarno-Hatta yaitu berjumlah 2 fase, dapat dilihat pada gambar berikut ini :





Gambar 4.3 Fase Simpang Tiga Jembatan Soekarno Hatta

Sumber : Hasil survei lapangan

- Fase 1 meliputi pergerakan arus lalu lintas ke arah timur lurus dan timur belok kanan mengikuti lampu hijau.
- Fase 2 meliputi pergerakan arus lalu lintas dari arah barat lurus dan belok kiri serta arus lalu lintas dari arah timur mengikuti lampu hijau.

Dalam menentukan waktu pada setiap fase dan total panjang siklus pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 5 Konfigurasi Waktu Sinyal Simpang Soekarno Hatta hasil pengamatan dilapangan

Nama Jalan	Pendekat	Fase	Waktu Sinyal			
			Merah	Kuning	Hijau	Merah Semua
Jl. Soekarno-Hatta	U	1	41	3	45	1
Jl. Mayjend Panjaitan	T	2	49	3	36	2

Sumber : Hasil survei lapangan

Berikut ini merupakan diagram waktu siklus pada simpang Soekarno Hatta sesuai dengan hasil pengamatan langsung dilapangan :

Fase 1



Fase 2



Gambar 4. 4 Fase dan Diagram waktu siklus simpang Soekarno Hatta

4.1.4 Analisis Volume Lalu Lintas

4.1.4.1 Ekuivalensi Mobil Penumpang

Data lalu-lintas yang dipakai merupakan data primer yang didapat berdasarkan survey lapangan dengan menggunakan counter. Pengamatan dilaksanakan selama 4 hari yaitu, dan waktu survey sendiri dilaksanakan selama 12 jam mulai pukul 06.00 – 18.00 dengan interval 15 menit sampai dengan 1 jam.

Tabel 4. 6 Nilai EMP untuk KS dan SM

Jenis kendaraan	EMP untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
MP	1,00	1,00
KS	1,30	1,30
SM	0,15	0,40

Sumber: PKJI 2023 (Hal. 114)

Tabel 4. 7 Total Arus Lalu Lintas pendekat utara. Sabtu, 22 Feb 2025

Periode	Sepeda Motor				Mobil Penumpang				Kendaraan Sedang				Total
	ekr =			0,15	ekr =			1	ekr =			1,3	
	Kanan	ekr	BKJT	ekr	Kanan	ekr	BKJT	ekr	Kanan	ekr	BKJT	ekr	
06.00-07.00	740	111	796	119,4	116	116	220	220	5	6,5	10	13	585,9
06.15-07.15	845	126,75	915	137,25	151	151	323	323	3	3,9	11	14,3	756,2
06.30-07.30	891	133,65	970	145,5	227	227	427	427	2	2,6	11	14,3	950,05
06.45-07.45	693	103,95	1009	151,35	270	270	450	450	4	5,2	12	15,6	996,1
07.00-08.00	914	137,1	1037	155,55	287	287	450	450	4	5,2	15	19,5	1054,35
11.00-12.00	893	133,95	1155	173,25	429	429	543	543	5	6,5	15	19,5	1305,2
11.15-12.15	896	134,4	1196	179,4	434	434	562	562	9	11,7	18	23,4	1344,9
11.30-12.30	918	137,7	1232	184,8	446	446	563	563	10	13	15	19,5	1364
11.45-12.45	896	134,4	1248	187,2	441	441	556	556	8	10,4	18	23,4	1352,4
12.00-13.00	936	140,4	1255	188,25	482	482	545	545	9	11,7	17	22,1	1389,45
16.00-17.00	967	145,05	1216	182,4	445	445	512	512	1	1,3	3	3,9	1289,65
16.15-17.15	933	139,95	1183	177,45	455	455	490	490	0	0	6	7,8	1270,2
16.30-17.30	899	134,85	1148	172,2	505	505	456	456	0	0	8	10,4	1278,45
16.45-17.45	859	128,85	1096	164,4	522	522	452	452	3	3,9	8	10,4	1281,55
17.00-18.00	808	121,2	1026	153,9	545	545	441	441	3	3,9	13	16,9	1281,9

Berikut merupakan contoh perhitungan volume lalu lintas pada JL. Soekarno Hatta Hari Sabtu pada jam puncak 12.00-13.00 :

A) Jumlah Kendaraan :

Sepeda Motor (SM) :

$$BK_{iJT} = 505 \text{ kend/jam}$$

$$BK_a = 518 \text{ kend/jam}$$

Mobil Penumpang (MP)

$$BK_{iJT} = 169 \text{ kend/jam}$$

$$BK_a = 143 \text{ kend/jam}$$

Kendaraan Sedang (KS)

$$BK_{iJT} = 11 \text{ kend/jam}$$

$$BK_a = 48 \text{ kend/jam}$$

B) Analisa arus kendaraan bermotor pendekat (utara)

Sepeda Motor (SM)

$$BK_{iJT} = 505 \times 0,15 = 75,75 \text{ smp/jam}$$

$$BK_a = 518 \times 0,15 = 77,7 \text{ smp/jam}$$

$$e_{kr} = e_{kr} = e_{kr} = 2.$$

Mobil Penumpang (MP)

$$BK_{iJT} = 169 \times 1 = 169 \text{ smp/jam}$$

$$BK_a = 143 \times 1 = 143 \text{ smp/jam}$$

Kendaraan Sedang (KS)

$$BK_{iJT} = 11 \times 1,3 = 14,3 \text{ smp/jam}$$

$$BK_a = 48 \times 1,3 = 62,4 \text{ smp/jam}$$

C) Total arus kendaraan bermotor (KBM)

1) Total arus kendaraan BK_{iJT}

- Sepeda Motor (SM) = 505 smp/jam
- Mobil Penumpang (MP) = 169 smp/jam
- Kendaraan Sedang (KS) = 11 smp/jam
- Total = $505 + 169 + 11 = 685 \text{ smp/jam}$

2) Total arus kendaraan BK_a

- Sepeda Motor (SM) = 518 smp/jam

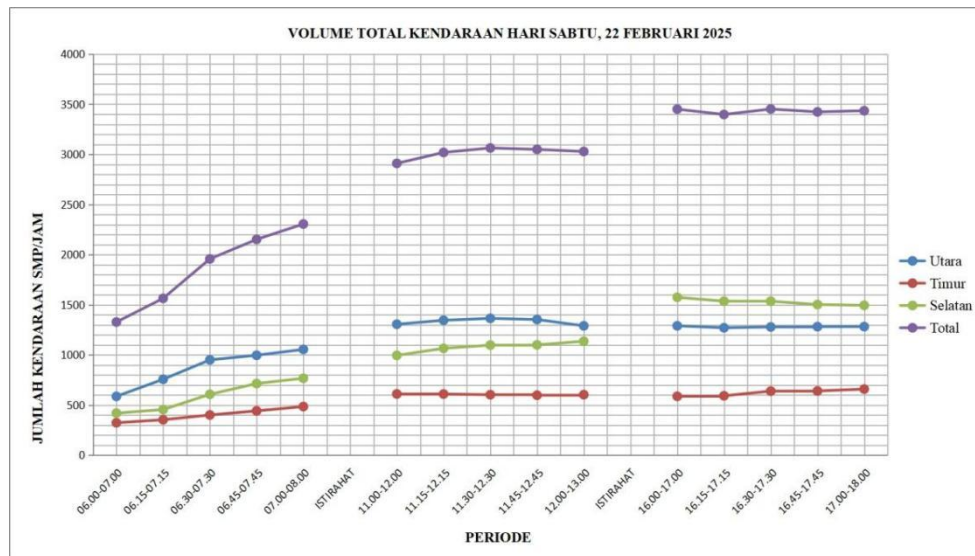
- Mobil Penumpang (MP) = 143 smp/jam
- Kendaraan Sedang (KS) = 48 smp/jam
- Total = 518 + 143 + 48 = 709 smp/jam

3.) Total arus kendaraan bermotor

- Kendaraan BKiJT = 685 smp/jam
- Kendaraan BKa = 709 smp/jam
- Total = 685 + 709 = 1394 smp/jam

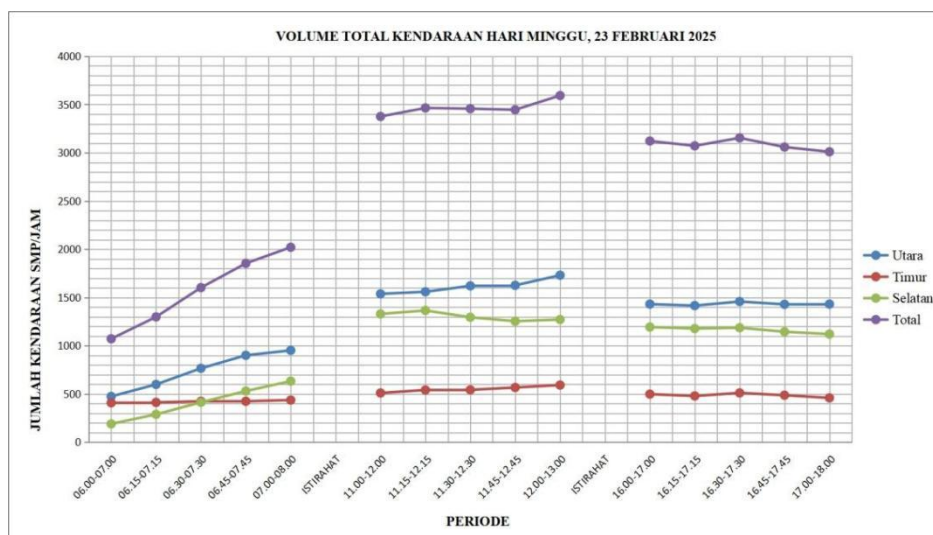
Tabel 4. 8 Volume Lalu Lintas Pada Simpang Soekarno-Hatta Sabtu
22-02-2025

Periode	Jumlah Kendaraan			Total
	Pendekat utara smp/jam Jalan S. Supriadi	Pendekat Timur smp/jam Jl. Janti Barat	Pendekat Selatan smp/jam Jl. S. Supriadi	
06.00-07.00	609,9	322,75	411,2	1343,85
06.15-07.15	787,7	352,8	447,2	1587,7
06.30-07.30	988,6	432	629	2049,6
06.45-07.45	1084,75	508,4	769,55	2362,7
07.00-08.00	1180,95	561	838,2	2580,15
ISTIRAHAT				
11.00-12.00	1877,6	776,95	1146,25	3800,8
11.15-12.15	1847,7	802,6	1176,15	3826,45
11.30-12.30	1866,6	821,5	1211,05	3899,15
11.45-12.45	1877,55	811,15	1213,45	3902,15
12.00-13.00	1804,95	846,7	1265,2	3916,85
ISTIRAHAT				
16.00-17.00	1804,95	717,3	2278,75	4801
16.15-17.15	1794,7	723,9	2220,6	4739,2
16.30-17.30	1733,85	785,6	2208,85	4728,3
16.45-17.45	1681,2	782,7	2172,4	4636,3
17.00-18.00	1655,45	807,65	2141,7	4604,8



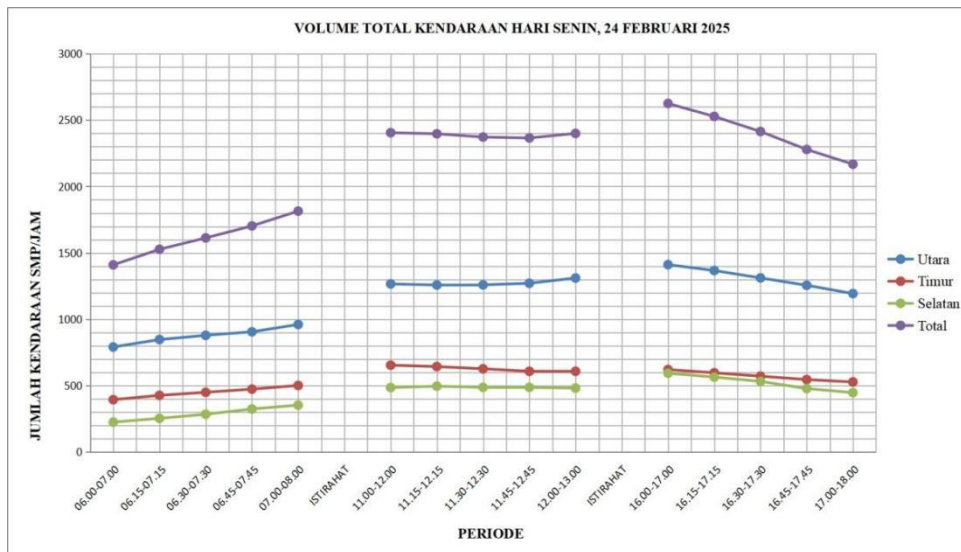
Gambar 4. 5 Volume Lalu Lintas Lengan Hari Sabtu, 22-02-25

Berdasarkan gambar grafik 4.5 Diketahui pada hari Sabtu 25-02-2025 bahwa jam puncak pagi yaitu pukul 07.00-08.00 dengan arus total kendaraan sebesar 2305,2 smp/jam, pada puncak siang 11.30-12.30 dengan arus total kendaraan sebesar 3063,45 smp/jam, dan pada puncak sore jam 16.00-17.00 dengan arus total kendaraan sebesar 3451,7 Smp/jam.



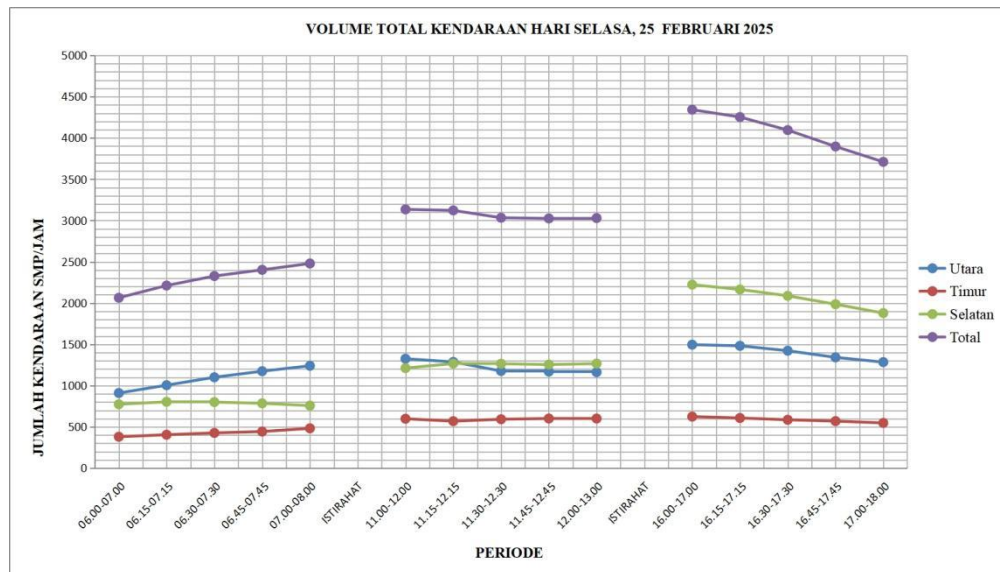
Gambar 4. 6 Volume Lalu Lintas Lengan Hari Minggu 23-02-2025

Berdasarkan grafik 4.6 Diketahui pada hari Minggu, 23-02-2025 bahwa jam puncak pagi yaitu pukul 07.00-08.00 dengan arus total kendaraan sebesar 2020,35 smp/jam, pada puncak siang 12.00-13.00 dengan arus total kendaraan sebesar 3593,05 smp/jam, dan pada puncak sore jam 16.30-17.30 dengan arus total kendaraan sebesar 3154,05 Smp/jam.



Gambar 4. 7 Volume Lalu Lintas Lengan Senin, 24-02-2025

Berdasarkan grafik 4.7 Diketahui pada hari Senin, 24-02-2025 bahwa jam puncak pagi yaitu pukul 07.00-08.00 dengan arus total kendaraan sebesar 1814,45 smp/jam, pada puncak siang 12.00-13.00 dengan arus total kendaraan sebesar 2405,1 smp/jam, dan pada puncak sore jam 16.00-17.00 dengan arus total kendaraan sebesar 2625,35 Smp/jam.



Gambar 4. 8 Volume Lalu Lintas Lengan Hari Selasa 25-02-2025

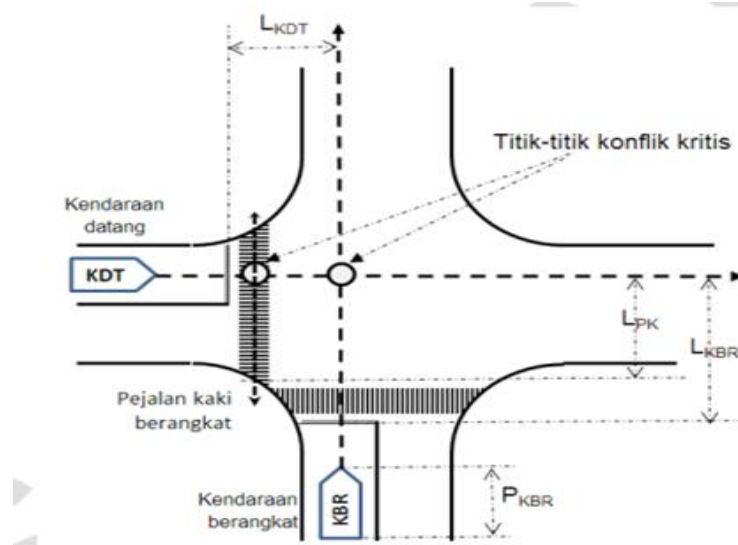
Berdasarkan **Gambar 4.8** Diketahui pada hari Selasa 25-02-2025 bahwa jam puncak pagi yaitu pukul 07.00-08.00 dengan arus total kendaraan sebesar 2479,15 smp/jam, pada puncak siang 12.00-13.00 dengan arus total kendaraan sebesar 3134,75 smp/jam, dan pada puncak sore jam 16.00-17.00 dengan arus total kendaraan sebesar 4342,5 Smp/jam.

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi Jam puncak yang dilakukan selama 4 hari pada setiap lengan simpang.

4.1.5 Analisa Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Dalam menganalisis waktu antar hijau dan waktu hilang digunakan formulir SA-III yang terdapat dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

- a.) Menentukan jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat (LKBR) dan kendaraan yang datang (LKDT).



Sumber : PKJI 2023 (Hal 111)

Gambar 4.9 Titik Konflik dan Jarak untuk Menentukan Keberangkatan dan Kedatangan

Simpang Soekarno-Hatta :

LKBR = 15,73 m

LKDT = 15,29 m

VKBR = 10 m/detik

VKDT = 10 m/detik

PKBR = 5 m

Catatan :

Nilai VKDT, VKBR, dan PKBR yang digunakan dalam perhitungan ini adalah nilai-nilai yang dianjurkan berdasarkan PKJI 2023 jika nilai baku tidak tersedia.

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk fase 1 (Lengan Utara)

$$\text{Merah semua} = \frac{LKBR + PKBR}{VKBR} - \frac{LKDT}{VKDT}$$

$$\text{Merah semua} = \frac{15,73 + 5}{10} - \frac{15,29}{10}$$

$$= 0,846 \text{ detik}$$

• Fase 1 – Fase 2 = 1 detik

• Fase 2 – Fase 1 = 2 detik

Total waktu pada setiap fase = 3 detik

Dimana :

- Waktu kuning total didapatkan dari detik pada tiap fase yaitu 3 detik, jadi total waktu kuning adalah 9 detik, hal ini karena terdapat 3 fase.
- Angka dibawah 1 detik dibulatkan ke atas menjadi 1 detik.
- Waktu hijau hilang total (HH) = $\sum$ (Merah semua + waktu kuning)
 $= 3 + 6 = 9$ detik

Penentuan waktu antar hijau dan waktu hilang pada simpang Sukun Janti untuk masing-masing pendekat selanjutnya akan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Total pada Simpang Soekarno Hatta

LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG				Msemua
Kode Pendekat	Kecepatan Berangkat	Kode Pendekat	U	T	B	
	VKB, m/detik	Kecepatan datang, VKD, m/detik	10	10	10	
U	10	Jarak berangkat, LKB + PKBR, m	15,73			
		Jarak datang, LKD, m	15,29			1
T	10	Jarak berangkat, LKB + PKBR, m		24,24		
		Jarak datang, LKD, m		10,78		2
B	10	Jarak berangkat, LKB + PKBR, m				
		Jarak datang, LKD, m				
Catatan : $w_{MS} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}} \\ \frac{L_{PK}}{V_{PK}} \end{array} \right.$						
				Fase 1 → Fase 2		1
				Fase 2 → Fase 1		2
				WKsemua fase (3 detik per		6
				$W_{HH} = \sum (W_{MS} + W_K)_{SEMUA \text{ FASE}} \text{ (detik/siklus)}$		9

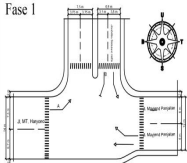
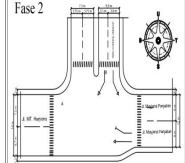
Sumber : Pengolahan Data

4.2 Analisa Kondisi Eksisting

4.2.1 Derajat Kejenuhan Pada Kondisi Eksisting (DJ)

Nilai derajat kejenuhan adalah rasio antara lalu lintas terhadap kapasitas. Berikut contoh perhitungan derajat kejenuhan pendekat utara pada Sabtu, 22 Februari 2025.

Tabel 4.10 Analisa Derajat Kejenuhan SA-IV

PENENTUAN WAKTU ISYARAT DAN KAPASITAS										Kota : Malang		Perihal :														
										Simpang : Tiga Jembatan Soekarno Hatta		Periode : Pagi														
										Ukuran Kota : < 1 Juta Jiwa																
Distribusi Arus Lalu Lintas (smp/jam)										Fase 1 				Fase 2 												
Kode Pendekat	Hijau Dalam Fase	Tipe Pendekat	Rasio Arus Belok			Arus Belok Kanan qBKa		Lebar Elektif (m)	Arus Jenuh kend/jam hijau								Nilai Disesuaikan kend/jam hijau	Arus Lalu Lintas (skr/jam)	Rasio Arus Rqs	Rasio Fase Rr	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (skr/jam)	Derajat Kejenuhan			
			RBKJKT	RBKi	RBKa	Dari arah ditinjau skr/jam	Dari arah berlawanan skr/jam		Faktor-faktor Penyesuaian																	
									Semua Tipe Pendekat																	
									Hambatan Samping				Hanya Tipe P													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
U	1	O	0,50	0,00	0,50	0,00	658	7,50	4500	0,94	0,95	1	1	1,13	0,92	4177,63	1409	0,34	0,47	45	1042,80	1,35				
B	2	O	1,00	0,00		0,00	0	7,30	4380	0,94	0,95	1	1	1,26	1,00	4928,29	928	0,19	0,26	90	2460,35	0,38				
T	3	O			0,70	0,00	881	12,00	7200	0,94	0,95	1	1	1,18	0,89	6749,13	1255	0,19	0,26	36	1347,75	0,93				
Waktu Hilang Total, HHI Total (detik)			9			Waktu Siklus Pra Penyesuaian - Cbs (detik)					90		Waktu Siklus Disesuaikan - c (detik)					180		RQ/S = Σ RQ/S					0,71	

$$DJ = q/c$$

$$= 1409/1042,80$$

$$= 1,35$$

4.2.2 Panjang Antrian Jam Puncak (PA)

Jumlah rata-rata kendaraan pada awal isyarat lampu hijau (Nq) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (Nq1) ditambah jumlah kendaraan yang akan datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (Nq2). Berikut contoh perhitungan Panjang antrian pendekat Utara pada Minggu, 23 Februari 2025.

1) Panjang Antrian

- Menentukan Nilai NQ1

Untuk mendapatkan nilai NQ1, maka digunakan rumus :

$$NQ1 = 0,25 \times s \times (DJ - 1) + \sqrt{(DJ - 1)^2 + \frac{8 \times (DJ - 0,5)}{s}}$$

Dimana :

- NQ1 = Jumlah skr yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
- DJ = derajat kejenuhan
- S = waktu siklus disesuaikan

Diketahui :

Waktu siklus = 180

Derajat kejenuhan untuk pendekat Barat periode pagi hari adalah =

Maka nilai Nq1 dapat dihitung sebagai berikut:

$$NQ1 = 0,25 \times 120 \times (0,53-1) + \sqrt{(0,53 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,53-0,5)}{120}}$$

$$NQ1 = 0,07 \text{ smp/jam}$$

- Menentukan Nilai NQ2

Untuk menentukan nilai NQ2 digunakan rumus :

$$NQ2 = s \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times DJ)} \times \frac{q}{3600}$$

$$NQ2 = 180 \times \frac{(1-0,50)}{(1-0,50 \times 0,53)} \times \frac{658}{3600}$$

$$NQ2 = 14,95 \text{ smp/jam}$$

- Jumlah Kendaraan Terhenti

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

$$NQ = 0,07 + 14,95$$

$$= 15,02 \text{ smp/jam}$$

- Panjang Antrian

$$QL = \frac{NQ \times 20}{LM}$$

Diketahui :

$$NQ = 15,02 \text{ smp/jam}$$

$$LM = 4,63 \text{ m}$$

Maka nilai Panjang antrian pada pendekat utara periode Sabtu 25 2 2025 adalah:

$$QL = \frac{15,02 \times 20}{4,63}$$

$$QL = 64,88 \text{ m}$$

- 1.) Mencari nilai Rasio Kendaraan Henti (RKH)

$$RKH = 0,9 \frac{NQ}{Q \times s} \times 3600$$

Nilai Q merupakan arus lalu lintas dalam smp/jam

$$RKH = 0,9 \frac{113,9}{1409 \times 180} \times 3600$$

$$RKH = 1,45 \text{ stop/jam}$$

- 2.) Mencari jumlah kendaraan berhenti (NKH)

Digunakan rumus :

$$NKH = Q \times RKH$$

$$NKH = 1409 \times 1,45$$

$$NKH = 2047 \text{ det/kend}$$

4.2.3 Tundaan (T)

Tundaan pada suatu simpang terjadi karena dua hal yaitu tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Berikut contoh perhitungan tundaan pada pendekatan Utara pada Sabtu, 22 Februari 2025.

- a. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata

Berdasarkan PKJI 2023, Untuk menghitung tundaan lalu lintas rata rata digunakan rumus berikut :

$$TL = s \times \frac{0,5 \times (1-RH)^2}{(1-RH \times DJ)} + \frac{NQ \times 3600}{C}$$

$$TL = 180 \times \frac{0,5 \times (1-0,25)^2}{(1-1,35)} + \frac{1042,80}{1042,80}$$

$$TL = 193,81 \text{ det/smp}$$

- b. Tundaan Geometrik Rata-Rata

Tundaan Geometrik Rata-Rata dihitung dengan rumus berikut :

$$TG = (1-RKH) \times PB \times 6 + (RKH \times 4)$$

$$TG = (1 - 1,45) \times 0,5 \times 6 + (1,45 \times 4)$$

$$TG = 4,45 \text{ det/smp}$$

- c. Tundaan Rata-Rata (T)

$$T = TL + TG$$

$$T = 141,84 + 4,25$$

$$T = 145,84 \text{ det/smp}$$

- d. Tundaan Total (T total) pendekat utara

$$T_{tot} = T \times Q$$

$$T_{tot} = 145,84 \times 1240$$

$$T_{tot} = 180798$$

- e. Tundaan Total Simpang

$$= 145,84 + 4,25$$

$$= 198,27 \text{ emp.det}$$

- f. Tundaan Rata Rata Simpang

$$= \frac{\text{Tundaan Total Simpang}}{\text{Arus Total}}$$

$$= \frac{254435}{2590,25}$$

$$= 98,228 \text{ det/smp}$$

4.2.4 Tingkat pelayanan pada simpang Tiga Jembatan Soekarno -Hatta

Berdasarkan hasil pengolahan data diatas diketahui bahwa Tingkat pelayanan simpang Soekarno Hatta untuk masing- masing pendekat belum memenuhi persyaratan untuk tingkat pelayanan yang ditetapkan untuk kelas jalan arteri sekunder dan jalan lokal sekunder sesuai yang terdapat dalam Peraturan Menteri Pehubungan no.96 tahun 2015, Tingkat pelayanan pada persimpangan dibagi menjadi enam klasifikasi berdasarkan waktu tundaan perkendaraan :

- Tingkat Pelayanan A: Kondisi Tundaan kurang dari 5 detik
- Tingkat Pelayanan B: Kondisi Tundaan lebih dari 5–15 detik
- Tingkat Pelayanan C: Kondisi Tundaan antara lebih dari 15–25 detik
- Tingkat Pelayanan D: Kondisi Tundaan lebih dari 25–40 detik
- Tingkat Pelayanan E: Kondisi Tundaan lebih dari 40–60 detik
- Tingkat Pelayanan F: Kondisi Tundaan lebih dari 60 detik

Penetapan tingkat pelayanan pada persimpangan

Penetapan tingkat pelayanan yang diinginkan pada ruas jalan primer adalah:

- Jalan arteri primer Tingkat pelayanan sekurang-kurangnya minimal B
- Jalan kolektor primer Tingkat pelayanan sekurang-kurangnya minimal B
- Jalan lokal primer Tingkat pelayanan sekurang-kurangnya minimal C
- Jalan tol minimal B

Sedangkan pada ruas jalan sekunder:

- Jalan arteri sekunder minimal Tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C
- Jalan kolektor sekunder minimal Tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C
- Jalan lokal sekunder minimal Tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D
- Jalan lingkungan minimal Tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D

Tingkat pelayanan ditetapkan oleh Direktur Jenderal, Gubernur, Bupati, atau Walikota sesuai kewenangannya. Dimana untuk fungsi Jalan Simpang Tiga Soekarno Hatta yang merupakan jalan arteri sekunder dengan tingkat pelayanan simpang sekurang kurangnya C atau 15-25 detik sehingga perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan kinerja simpang Soekarno Hatta.

4.3 Alternatif Perbaikan Simpang

Alternatif solusi yang direncanakan untuk perbaikan simpang tersebut yaitu Pengoptimalan waktu siklus.

4.3.1 Pengoptimalan waktu siklus

Solusi alternatif 1 dilakukan dengan cara pengoptimalan waktu siklus. Untuk perencanaan alternatif 1 digunakan volume lalu lintas jam puncak pada hari Selasa 25 Feb 2025 sebagai contoh perhitungan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya nilai Rasio arus total (R_q/J) >1 maka untuk waktu siklus digunakan nilai sesuai pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 11 Waktu siklus (S) yang layak

Tipe pengaturan	S yang layak (detik)
Pengaturan dua – fase	40 – 80
Pengaturan tiga – fase	50 – 100
Pengaturan empat - fase	80 - 130

Sumber : PKJI 2023

Tipe pengaturan fase pada simpang Soekarno Hatta adalah pengaturan 2 – fase, oleh karena itu digunakan waktu siklus yang layak yaitu 40 – 80 detik. (PKJI 2023) Waktu isyarat mencakup periode siklus (s) dan waktu hijau (WH). Langkah pertama adalah menentukan periode siklus untuk sistem kontrol waktu tetap yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus Webster (1966). Rumus ini dirancang untuk mengurangi total penundaan. Langkah berikutnya adalah menetapkan waktu hijau (wH) untuk setiap fase (i). Nilai s ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \sum Rq/J \text{ kritis})} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan :

- S : waktu siklus, dalam detik.
- WHH : jumlah waktu hijau hilang per siklus, dalam detik.
- Rq/J : rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh, q/J.
- Rq/J kritis : nilai Rq/J yang tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada fase yang sama.
- $\sum Rq/J$ kritis : rasio arus simpang (sama dengan jumlah semua Rq/J

Diketahui :

$$S = 40 - 80 \text{ detik}$$

$$S \text{ digunakan} = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \sum Rq/J \text{ kritis})}$$

$$S = \frac{(1,5 \times 14 + 5)}{(1 - 0,54)}$$

$$= 57 \text{ detik}$$

- Penentuan waktu hijau hilang total :

$$W_{hh} = \text{Waktu merah semua} + \text{waktu kuning}$$

$$W_{ms} = 6 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu kuning} = 4 \text{ detik untuk setiap fase, karena terdapat 2 fase maka nilai}$$

$$W_k \text{ total} = 8 \text{ detik}$$

$$W_{hh} = 6 + 8$$

$$W_{hh} = 14 \text{ detik}$$

$$S = (24 + 6 + 13) + 14$$

$$S = 57 \text{ detik}$$

Tabel 4. 12 Kinerja simpang Soekarno Hatta setelah dilakukan pengoptimalan waktu siklus

FORMULIR SIS IV - PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS																																																																																																																																																																																																											
SIMPANG APILL					Hari/Tanggal : Selasa, 25 Februari 2025					Perihal : Simpang					Ukuran Kota : <= 1 Jata Jiwa					Periode : Pagi																																																																																																																																																																																							
PENENTUAN WAKTU ISYARAT DAN KAPASITAS					Distribusi Arus Lalu Lintas (smp/jam)					Fase 1					Fase 2					Fase 3					Fase 4																																																																																																																																																																																		
Kode Pendekat	Hijau Dalam Fase	Tipe Pendekat	Rasio Arus Belok			Arus Belok Kanan qBKa		Lebar Efektif (m)	Arus Jenis kend/jam hijau																	Nilai Disesuaikan arus kend/jam hijau	Arus Lalu Lintas (skr/jam)	Rasio Arus R20	Rasio Face Rr	Waktu Hijau (detik) wH = (s + wH) x RF	Kapasitas (skr/jam)	Derajat Kejenuhan																																																																																																																																																																											
			RBKLT	RBKI	RBKa	Dari arah shir/jam	Dari arah berlawanan shir/jam		Faktor-faktor Penyesuaian																																																																																																																																																																																																		
									Semua Tipe Pendekat																																																																																																																																																																																																		
									Hanya Tipe P																																																																																																																																																																																																		
									Hanya Tipe P																																																																																																																																																																																																		
Ukuran Kota																	Parkir																	Belok Kanan																	Belok Kiri																	FLT																	S																	Q																	Q/S																	RF																	H																	C																	Q/C																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																																																																																																																																																																																				
U	1	O	0,50	-	0,50	0,00	634,30	7,50	4500	0,94	0,95	1	1	1,13	0,92	4177,63	1240	0,30	0,62	24	1767,79	0,70																																																																																																																																																																																					
B	2	O	1,00	-	0,00	0,00	14,00	8400	0,94	0,95	1	1	1,26	0,84	7939,27	482	0,06	0,13	6	835,71264	0,58																																																																																																																																																																																						
T	3	O	0,00	0,56	0,00	368,60	12,00	7200	0,94	0,95	1	1	1,14	1,00	7358,57	869	0,12	0,25	13	1686,66	0,51																																																																																																																																																																																						
Waktu Hilang Total, HHT Total (detik)		14	Waktu Siklus Pro Penyesuaian - C (detik)					57	$s = \frac{(1,5 \times W_{hh} \pm 5)}{(1 - \sum R_{20}/R_{20H})}$																	RQ'S = $\frac{V}{RQ'S}$	0,48																																																																																																																																																																																

FORMULIR SIG - V PANJANG ANTRIAN, JUMLAH KENDARAAN TERHENTI DAN TUNDAAN																
SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG V PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN					Hari/Tanggal : Selasa, 25 Februari 2025 Kota : Malang Simpang : Tiga Jembatan Soekarno Hatta Perihal : Periode : Pagi											
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas Q skr/jam	Kapasitas C skr/jam	Derajat Kejenuhan DJ	Rasio Hijau RH	Jumlah Kendaraan Antri (kend)				Panjang Antrian (m)	Rasio Kendaraan Terhenti	Jumlah Kendaraan Terhenti (det/kend)	Tundaan				
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2 = NQ	NQMAX				Tundaan Lalu Lintas Rata-rata det/skr	Tundaan Geometrik Rata-rata det/skr	Tundaan Rata-rata det/skr	Tundaan Total ekr.det	
1	2	3	DJ = Q/C	RH	6	7	8	9	10	11	12	13	14	T = TT+TG	T x Q	
U	1240	1042,80	0,70	0,25	1	17,85	18	17,85	49,28	0,85	1051	21,62	3,85	25,47	31571	
B	482	3963,53	0,58	0,50	0	5,4	5,5	5,37	7,92	0,65	315	10,20	3,65	13,85	6678	
T	869	1469,45	0,51	0,20	0	12	12	12,27	20,49	0,80	699	20,42	3,80	24,22	21039	
LTOR (sema)	skr/jam															
Arus Kor. QKOR																
Arus Total OTOT	2590,25	skr/jam														
Jumlah Total Kend. Terhenti											2064,79	total tundaan				59288
Kendaraan Terhenti Rata-rata (hent/skr)											0,80	Tundaan Rata-rata Seluruh Simpang (det/skr)				22,889

Sumber : Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan alternatif diatas, dapat dilihat bahwa derajat kejenuhan pada masing masing pendekat > 0,85 dan tundaan rata-rata pada simpang Soekarno Hatta masih memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan berdasarkan PM no.96 tahun 2015 dimana, tingkat pelayanan simpang untuk jalan arteri sekunder sekurang kurangnya C atau 15 – 25 detik/smp.

4.3 Analisa Kualitas Udara

Berdasarkan hasil analisis kualitas udara yang diambil sampel parameter karbon monoksida (CO) pada Simpang Tiga Soekarno-Hatta Kota Malang dalam kurun waktu selama 12 jam. Berikut hasil Analisa kualitas udara parameter CO.

Tabel 4.13 Analisa perhitungan emisi CO untuk hasil survey yang dilakukan selama Workday dan Weekday

Hari	Periode Waktu (WIB)	CO (PPM)	Cuaca
Senin (25/2/2025)	06.00 - 07.00	16	Cerah
	07.00 - 08.00	10	Cerah
	11.00 - 12.00	15	Cerah
	12.00 - 13.00	9	Mendung
	16.00 - 17.00	7	Hujan
	17.00 - 18.00	6	Hujan
Selasa (24/2/2025)	06.00 - 07.00	12	Cerah
	07.00 - 08.00	13	Cerah
	11.00 - 12.00	14	Cerah
	12.00 - 13.00	14	Mendung
	16.00 - 17.00	11	Mendung
	17.00 - 18.00	7	Mendung
Sabtu (22/2/2025)	06.00 - 07.00	13	Cerah
	07.00 - 08.00	10	Mendung
	11.00 - 12.00	14	Mendung
	12.00 - 13.00	8	Mendung
	16.00 - 17.00	6	Hujan
	17.00 - 18.00	6	Hujan
Minggu (23/2/2025)	06.00 - 07.00	15	Cerah
	07.00 - 08.00	12	Cerah
	11.00 - 12.00	16	Cerah
	12.00 - 13.00	6	Mendung
	16.00 - 17.00	9	Hujan
	17.00 - 18.00	6	Hujan

Tabel 4.14 Hasil Konversi emisi CO untuk hasil survey yang dilakukan selama Workday dan Weekday

Hari	Periode Waktu (WIB)	CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Cuaca
Senin (25/2/2025)	06.00 - 07.00	1832.311	Cerah
	07.00 - 08.00	1832.311	Cerah
	11.00 - 12.00	1717.791	Cerah
	12.00 - 13.00	1030.675	Mendun g
	16.00 - 17.00	801.636	Hujan
	17.00 - 18.00	687.117	Hujan
Selasa (24/2/2025)	06.00 - 07.00	1374.233	Cerah
	07.00 - 08.00	1488.753	Cerah
	11.00 - 12.00	1603.272	Cerah
	12.00 - 13.00	1603.272	Mendun g
	16.00 - 17.00	1259.714	Mendun g
	17.00 - 18.00	801.636	Mendun g
Sabtu (22/2/2025)	06.00 - 07.00	1488.753	Cerah
	07.00 - 08.00	1145.194	Mendun g
	11.00 - 12.00	1603.272	Mendun g
	12.00 - 13.00	916.155	Mendun g
	16.00 - 17.00	687.117	Hujan
	17.00 - 18.00	687.117	Hujan
Minggu (23/2/2025)	06.00 - 07.00	1717.791	Cerah
	07.00 - 08.00	1374.233	Cerah
	11.00 - 12.00	1259.714	Cerah
	12.00 - 13.00	687.117	Mendun g
	16.00 - 17.00	1030.675	Hujan
	17.00 - 18.00	687.117	Hujan

Nilai Konversi CO

$$\begin{aligned} \text{C} &= 12 & \text{O} &= 16 \\ \text{CO} &= 28 & 1 \text{ Molar Gas} &= 24.45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi } (\mu\text{g}/\text{m}^3) &= \text{Konsentrasi (ppm)} \times \frac{M \times 100}{\text{Molar Gas}} \\ &= 12 \text{ PPM} \times \frac{28 \times 100}{24.45} \\ &= 1374,23 \mu\text{g}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Standar Konversi ISPU, Molekul CO

ISPU	24 Jam Karbon monoksida (CO) $\mu\text{g}/\text{m}^3$
0 - 50	4000
51 - 100	8000
101 - 200	15000
201 - 300	30000
> 300	45000

(Sumber : (Indeks Standar Pencemaran Udara) ISPU, 2020)

Perhitungan ISPU (CO)

$$I = \frac{(Ia - Ib)}{(Xa - Xb)} (Xx - Xb) + Ib$$

Keterangan :

Ia = ISPU batas atas kategori baik Xa = 4000

Ib = ISPU batas bawah kategori baik Xb = 0

Xx = (Hasil Rata-Rata pengukuran CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)) = 1355,147

$$I = \frac{(Ia - Ib)}{(Xa - Xb)} (Xx - Xb) + Ib$$

$$I = \frac{(50 - 0)}{(4000 - 0)} (1355,147 - 0) + 0$$

$$= 16.939$$

Konsentrasi CO yang terdeteksi di lokasi pengamatan mempunyai konsentrasi yang masih dibawah ambang batas baku mutu dengan hasil ISPU . Konsentrasi ini masih berada di bawah ambang batas baku mutu ISPU sebesar 1 – 50 dengan kategori **BAIK**, dan untuk mengetahui skala kualitas lingkungannya dapat dilakukan analisis dengan standar ISPU menggunakan data Carbon Monoksida (CO) yang tertinggi.

4.3.1 Nitrogen Dioksida (NO₂)

Tabel 4.16 Analisa perhitungan emisi NO₂ untuk hasil survey yang dilakukan selama Workday dan Weekday

Hari	Periode Waktu (WIB)	NO ₂ (PPM)	NO ₂ µg/m ³
Senin (25/2/2025)	06.00 - 07.00	0.3	56.442
	07.00 - 08.00	0.10	18.814
	11.00 - 12.00	0.12	22.577
	12.00 - 13.00	0.7	131.697
	16.00 - 17.00	0.4	75.256
	17.00 - 18.00	0.2	37.628
Selasa (24/2/2025)	06.00 - 07.00	0.2	37.628
	07.00 - 08.00	0.7	131.697
	11.00 - 12.00	0.6	112.883
	12.00 - 13.00	0.2	37.628
	16.00 - 17.00	0.2	37.628
	17.00 - 18.00	0.2	37.628
Sabtu (22/2/2025)	06.00 - 07.00	0.3	56.442
	07.00 - 08.00	0.7	131.697
	11.00 - 12.00	0.6	112.883
	12.00 - 13.00	0.7	131.697
	16.00 - 17.00	0.4	75.256
	17.00 - 18.00	0.2	37.628
Minggu (23/2/2025)	06.00 - 07.00	0.2	37.628
	07.00 - 08.00	0.4	75.256
	11.00 - 12.00	0.7	131.697
	12.00 - 13.00	0.3	56.442
	16.00 - 17.00	0.2	37.628
	17.00 - 18.00	0.2	37.628

(Sumber : Hasil Survey)

Nilai Konversi NO₂

$$N = 14 \qquad O_2 = 16 \times 2 = 32$$

$$NO_2 = 46 \qquad 1 \text{ Molar Gas} = 24.45$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi } (\mu\text{g}/\text{m}^3) &= \text{Konsentrasi (ppm)} \times \frac{M \times 100}{\text{Molar Gas}} \\ &= 0.2 \text{ PPM} \times \frac{46 \times 100}{24.45} \\ &= 37,628 \mu\text{g}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.17 Standar Konversi ISPU, Molekul NO₂

ISPU	24 Jam Nitrogen Dioksida (NO ₂) μg/m ³
0 - 50	4000
51 - 100	8000
101 - 200	15000
201 - 300	30000
> 300	45000

(Sumber : (Indeks Standar Pencemaran Udara) ISPU, 2020)

4.3.2 Model Hubungan Kinerja Lalu Lintas Dan Kualitas Udara

Tabel 4.18 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai CO dan Tundaan pada simpang
Soekarno Hatta hari Selasa 25, Feb 2025

N o	Nama Jalan	Periode Waktu	Nilai Tundaan (X)	Nilai Emisi CO (Y)	X2	y2	(X.Y)
1	Keseluruhan Simpang Tiga Jembatan Soekarno Hatta	06.00 - 07.00	98.23	1374.233	9648.73	1888516.692	134988.08
2		07.00 - 08.00	98.23	1488.753	9648.73	2216384.174	146237.09
3		11.00 - 12.00	64.66	1603.272	4180.49	2570481.054	103662.33
4		12.00 - 13.00	64.66	1603.272	4180.49	2570481.054	103662.33
5		16.00 - 17.00	92.06	1259.714	8475.01	1586878.610	115969.01
6		17.00 - 18.00	92.06	801.636	8475.01	642620.263	73798.46
Total			417.83	7329.24	36133.45	10832741.58	604518.84

Perhitungan hasil uji korelasi (r) Nilai CO dan Nilai Tundaan :

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

$$r = \frac{6 \times 604518.84 - 417.83 \times (7329.24)}{\sqrt{\{6 \times 36133.45 - (417.83)^2\} \times \{6 \times 10832741.58 - (10832741.58)\}}}$$

$$r = 0,67471$$

Total nilai korelasi berdasarkan indeks CO dan Tundaan pada Simpang Soekarno Hatta adalah 0,67471 . Maka hubungan korelasi tersebut masuk ke dalam hubungan korelasi **kuat**.

Sedangkan nilai R² (koefisien determinasi) pada **Gambar 4.7** sebesar :

$$R^2 = 0,45524$$

$$r = \sqrt{0,67471} = 0,45524$$

Perhitungan persamaan linear Nilai CO dan Nilai Tundaan menggunakan rumus regresi :

$$Y = a + bX$$

Mencari nilai a :

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(7329.24) \times (36133.45) - (417.83) \times (604518.84)}{6 \times (36133.45) - (417.83)^2}$$

$$= 285,692$$

Mencari nilai b :

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{6 \times (103662.33) - (64.66) \times (1603.27)}{6 \times (4180.49) - (64.66)^2}$$

$$= 24.7967$$

Jadi dapat dibuat persamaan garis regresinya :

$$Y = 285,692x + 24,7967$$

Keterangan :

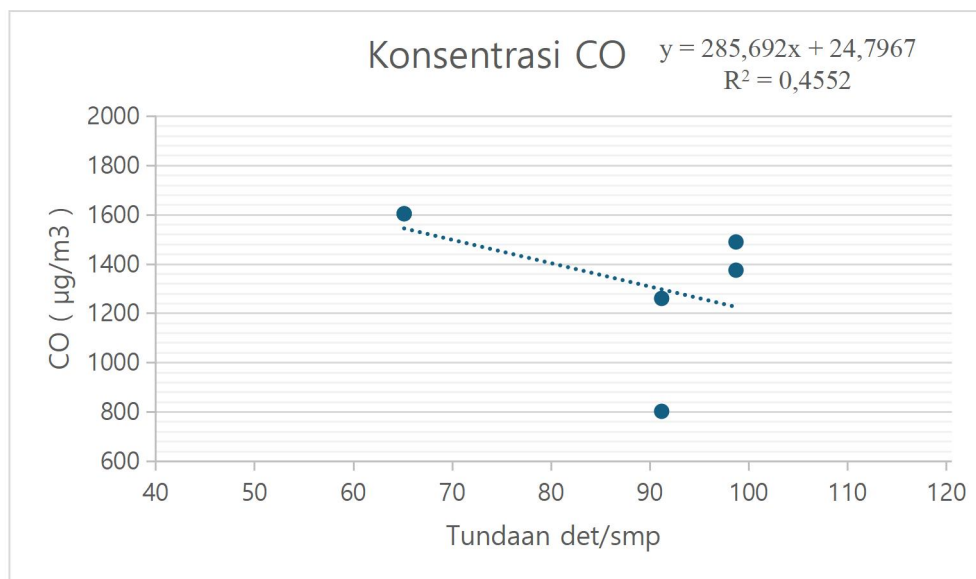
$$Y = \text{CO } (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

$$X = \text{Tundaan (det/smp)}$$

$$a = 290.038 \text{ (konstanta)}$$

$$b = \text{(koefisien regresi)}$$

Dari perhitungan uji korelasi Nilai CO dan Nilai Tundaan diatas didapat grafik model hubungan seperti di bawah ini :



Gambar 4.10 Grafik konsentrasi CO Terhadap tundaan

Berdasarkan hasil analisa data pengamatan di lapangan serta model korelasi , diketahui Tundaan (X) bernilai 98.23 det/smp dan CO (Y) bernilai 1374.233 µg/m³. Grafik diatas, bisa dicermati bahwa konsentrasi CO terhadap tundaan mempunyai (r) bernilai 0,8214, pada contoh korelasi

konstanta (a) bernilai 285,692 dan koefisien regresi (b) bernilai 24.7967. Maka hubungan korelasi tersebut masuk ke pada arah korelasi

4.3.3 Nitrogen Dioksida (NO₂)

Tabel 4.19 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai NO₂ dan Tundaan pada simpang Soekarno Hatta pada hari Selasa, 25 Feb 2025

No	Periode Waktu	Tundaan (X)	Nilai Emisi NO ₂ (Y)	X ²	y ²	(X.Y)
1	06.00 - 07.00	98,23	37,628	9648,73	1415,852	3696,10
2	07.00 - 08.00	98,23	131,697	9648,73	17344,190	12936,36
6	11.00 - 12.00	64,66	112,883	4180,49	12742,670	7298,67
7	12.00 - 13.00	64,66	37,628	4180,49	1415,852	2432,89
11	16.00 - 17.00	90,71	37,628	8227,43	1415,852	3413,04
12	17.00 - 18.00	90,71	37,628	8227,43	1415,852	3413,04
Total		507,18	395,09	44113,30	35750,27	33190,10

(Sumber : Hasil Annalists korelasi)

Perhitungan hasil uji korelasi (r) Nilai NO₂ dan Nilai Tundaan :

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

$$r = \frac{12 \times -2490.50 - (214.53)}{\sqrt{\{12 \times 1579.45 - (18788.85)^2\} \times \{12 \times 4065.30 - (214.53)^2\}}}$$

$$r = -0,05955$$

Total nilai korelasi berdasarkan indeks NO₂ dan Tundaan pada simpang Soekarno-Hatta adalah r = -0,05955. Maka hubungan korelasi kualitas udara tersebut tidak berhubungan.

Sedangkan nilai R² (koefisien determinasi) sebesar :

$$R^2 = 0,0035$$

$$r = \sqrt{0,0035} = -0,05955$$

Perhitungan persamaan linear Nilai NO₂ dan Nilai Tundaan menggunakan rumus regresi :

$$Y = aX + b$$

Mencari nilai a :

$$\begin{aligned} a &= \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \\ &= \frac{(214.53) \times (1579.45) - (137.07) \times (2490.50)}{12 \times (1579.45) - (137.07)^2} \\ &= 79,944 \end{aligned}$$

Mencari nilai b :

$$\begin{aligned} b &= \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \\ &= \frac{12 \times (2490.50) - (137.07) \times (214.53)}{12 \times (1579.45) - (137.07)^2} \\ &= -0,1668 \end{aligned}$$

Jadi dapat dibuat persamaan garis regresinya :

$$Y = 79,944X - 0,1668$$

Keterangan :

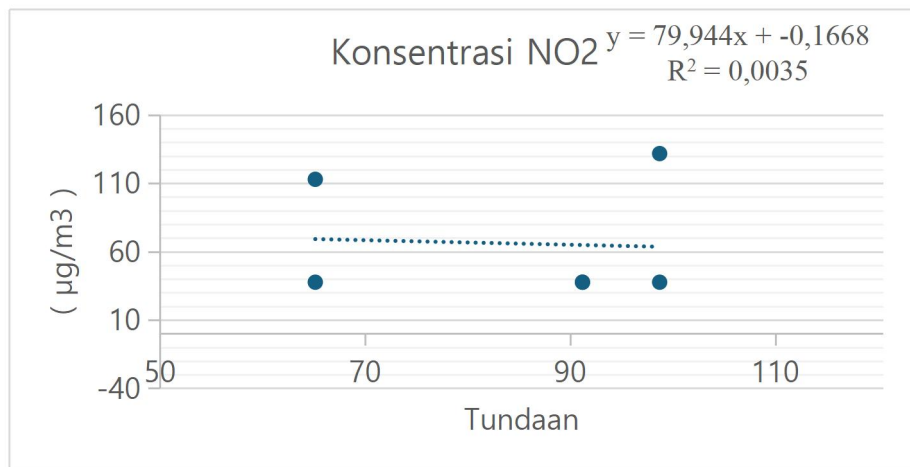
$$Y = \text{NO}_2 \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)}$$

$$X = \text{Tundaan (det/smp)}$$

$$a = \text{(konstanta)}$$

$$b = \text{(koefisien regresi)}$$

Dari perhitungan uji korelasi Nilai NO₂ dan Nilai Tundaan diatas didapat grafik model hubungan seperti di bawah ini :



Gambar 4.11 Grafik konsentrasi NO₂ Terhadap tundaan

Berdasarkan hasil analisa data pengamatan di lapangan serta model korelasi , diketahui Tundaan (X) bernilai 98,23 det/smp dan NO₂ (Y) bernilai 37,628 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Grafik diatas, bisa dicermati bahwa konsentrasi NO₂ terhadap tundaan mempunyai (r) bernilai -0,05955, dan R² bernilai 0,0035 pada dapat contoh korelasi kontanta (a) bernilai 79,9441 dan koefisien regresi (b) bernilai -0,1668. Maka hubungan korelasi tesebut tidak berhubungan.

Tabel 4.20 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai NO₂ dan Tundaan pada simpang Soekarno Hatta pada hari Selasa, 25 Feb 2025

No	Periode Waktu	Tundaan (X)	Nilai Emisi NO2 (Y)	X ²	y ²	(X.Y)
1	06.00 - 07.00	98,23	37,628	9648,73	1415,852	3696,10
2	07.00 - 08.00	98,23	131,697	9648,73	17344,190	12936,36
6	11.00 - 12.00	64,66	112,883	4180,49	12742,670	7298,67
7	12.00 - 13.00	64,66	37,628	4180,49	1415,852	2432,89
11	16.00 - 17.00	90,71	37,628	8227,43	1415,852	3413,04
12	17.00 - 18.00	90,71	37,628	8227,43	1415,852	3413,04
Total		507,18	395,09	44113,30	35750,27	33190,10