

**MIKROSIMULASI SIMPANG TIDAK BERSINYAL MENJADI SIMPANG BERSINYAL
DENGAN BANTUAN PERANGKAT LUNAK VISSIM
(Studi Kasus : Simpang Jl.Pembangunan, Jl. Nanggaleng-Cirahayu, dan
Jl.Raya Sukaraja-Sukabumi)**

Muhammad Iqbal Kahfi¹⁾, Alimur Puserbumi²⁾, Budi Arief³⁾

ABSTRAK

Kota Sukabumi telah ditetapkan sebagai pusat kegiatan wilayah (PKW), seiring perkembangan yang terjadi cukup pesat pada suatu kota ini tentunya dapat menimbulkan beberapa dampak permasalahan, salah satunya adalah pada sistem transportasi perkotaan. Pertumbuhan penduduk sangat mempengaruhi tingkat kebutuhan akan transportasi, tercatat pada 3 Agustus 2021 (Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kementerian Dalam Negeri) jumlah penduduk di Kota Sukabumi berjumlah 353.455 Jiwa (2021). Dengan tingkat pergerakan yang beragam dari berbagai jenis kendaraan mengakibatkan masalah pada persimpangan kendaraan seperti mengalami tundaan perjalanan yang cukup besar, sehingga menimbulkan kemacetan (Sani, 2010). Untuk meningkatkan pelayanan simpang tersebut perlu dilakukan evaluasi, analisis dan juga 2 pemodelan pada simpang. Salah satunya dengan memberikan sinyal pada simpang Jl.Pembangunan, Jl.Nanggaleng-Cirahayu, dan Jl.Raya Sukaraja-Sukabumi. Pemodelan simpang menggunakan perangkat lunak *PTV Vissim*. Metode survei yang digunakan adalah metode pengambilan data secara langsung dilapangan, Sedangkan analisa data menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dan *PTV Vissim* yang digunakan sebagai alat simulator untuk menganalisis kinerja simpang dan melakukan pemodelan pada simpang yang ditinjau. Berdasarkan perhitungan MKJI pada kondisi eksisting tingkat pelayanan simpang mendapat nilai F, maka pada simpang Jl.Pembangunan, Jl.Nanggaleng-Cirahayu, dan Jl.Raya Sukaraja-Sukabumi diberikan sinyal lalu lintas. Berdasarkan perhitungan MKJI tingkat pelayanan setelah diberi sinyal masih F, sedangkan pada vissim mendapatkan nilai C untuk pendekat Timur, D untuk pendekat Barat, dan E untuk pendekat Selatan. Pada alternatif 1 perubahan waktu siklus dari 55 detik menjadi 130 detik, tingkat pelayanan naik menjadi C untuk pendekat timur dan barat, dan D untuk pendekat selatan. Pada alternatif 2 perubahan geometrik simpang dengan melebarkan jalan mendapatkan nilai A untuk pendekat timur, B untuk pendekat Barat, dan C untuk pendekat Selatan, dan panjang antrian berkurang pada pendekat Timur berkurang dari 260,44 m menjadi 86,69 m, pada pendekat Barat panjang eksisting 250,58 m menjadi 36,51m, dan pada pendekat Selatan dari 409,33 m menjadi 73,28 m . Sehingga dapat disimpulkan pada alternatif ke 2 dapat meningkatkan pelayanan jalan dan mengurangi panjang antrian.

Kata Kunci : Simpang tidak bersinyal menjadi simpang bersinyal, Software, vissim

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Sukabumi adalah sebuah kota di Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Kota ini merupakan salah-satu kota dengan luas wilayah terkecil di Jawa Barat. Dalam sistem perkotaan nasional, Kota Sukabumi telah ditetapkan sebagai pusat kegiatan wilayah (PKW). Seiring perkembangan yang terjadi cukup pesat pada suatu kota ini tentunya dapat menimbulkan beberapa dampak permasalahan, salah satunya adalah pada sistem transportasi perkotaan. Pertumbuhan penduduk sangat mempengaruhi tingkat kebutuhan akan transportasi, tercatat pada 3 Agustus 2021 (Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kementerian Dalam Negeri) jumlah penduduk di Kota Sukabumi berjumlah 353.455 Jiwa (2021).

Pengertian transportasi secara umum ini pada dasarnya adalah perpindahan manusia atau barang dari sebuah tempat ke tempat lainnya menggunakan bantuan kendaraan yang dapat digerakan manusia atau mesin. Pada Transportasi darat adalah segala bentuk transportasi menggunakan jalan untuk mengangkut penumpang atau barang. Bentuk awal dari transportasi darat adalah menggunakan kuda, keledai, atau bahkan manusia untuk membawa barang melewati jalan setapak. Seiring dengan adanya perkembangan dari segala sarana dan prasarana akan memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas tersebut, terutama pada aspek transportasi. Namun dengan tingkat pergerakan yang beragam dari berbagai jenis kendaraan mengakibatkan masalah pada persimpangan kendaraan seperti mengalami tundaan perjalanan yang cukup besar, sehingga menimbulkan kemacetan (Sani, 2010).

Antrian kendaraan yang Panjang, tundaan perjalanan yang lama, dan kemacetan mengakibatkan waktu perjalanan semakin bertambah. Berdasarkan kenyataan tersebut, peningkatan pelayanan simpang tersebut sangat diperlukan. Untuk meningkatkan pelayanan simpang tersebut perlu dilakukan evaluasi, analisis dan juga pemodelan pada simpang. Salah satunya dengan memberikan sinyal pada simpang Jl.Pembangunan, Jl. Nanggaleng-Cirahayu, dan Jl. Raya Sukaraja-Sukabumi. Untuk memodelkan simpang Jl. Pembangunan, Jl. Nanggaleng-Cirahayu, dan Jl. Raya Sukaraja-Sukabumi menjadi simpang bersinyal, dibutuhkan suatu program yang mampu membuat simulasi arus. Salah satu perangkat lunak yang mampu melakukannya adalah “PTV Vissim”.

Program *Vissim* merupakan program yang dikembangkan oleh PTV (Planning Transportation Verkehr AG) di Karlsruhe, Jerman. Nama ini berasal dari “*Verkehr Städten -Simulations modell*”. *Vissim* dimulai pada tahun 1992 dan saat ini memimpin pasar global. Menurut PTV-AG (2011), *Vissim* menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan besar dalam 3-D. Simulasi jenis kendaraan mulai dari motor, mobil penumpang, truk, kereta api ringan dan kereta api berat. Selain itu, klip video dapat direkam dalam program, dengan kemampuan untuk secara dinamis mengubah pandangan dan perspektif. Elemen visual lainnya, seperti pohon, bangunan, fasilitas transit dan rambu lalu lintas, dapat dimasukkan ke dalam animasi 3-D.

1.2. Maksud dan Tujuan

Untuk mensimulasikan kinerja simpang tidak bersinyal menjadi simpang bersinyal pada simpang Jl. Pembangunan, Jl. Nanggaleng-Cirahayu, dan Jl.Raya Sukaraja-Sukabumi dengan bantuan perangkat lunak PTV *Vissim* dengan tujuan :

1. Mengetahui cara pengoperasian perangkat lunak *Vissim* untuk membuat simulasi arus lalu lintas simpang bersinyal pada simpang Jl. Pembangunan, Jl.Nanggaleng-Cirahayu, dan Jl. Raya Sukaraja-Sukabumi dengan perangkat lunak *Vissim*, serta mengetahui kelebihan dan keterbatasan perangkat lunak tersebut.
2. Mengetahui kondisi tidak bersinyal Simpang Jl. Pembangunan, Jl. Nanggaleng-Cirahayu, dan Jl. Raya Sukaraja-Sukabumi.
3. Mengetahui hasil pemodelan simpang Jl. Pembangunan, Jl. Nanggaleng-Cirahayu, dan Jl.Raya Sukaraja-Sukabumi setelah adanya perubahan kondisi lalu lintas menjadi simpang bersinyal menggunakan perangkat lunak *Vissim*.

1.3. Tinjauan Pustaka

A. Karakteristik Lalu Lintas

Arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik akibat dari perilaku pengemudi yang berbeda yang dikarenakan oleh karakteristik lokal dan kebiasaan pengemudi. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasar waktunya. Oleh karena itu perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu lintas. Dalam hal ini diperlukan parameter yang dapat menunjukkan kondisi ruas jalan atau yang akan dipakai untuk desain. Parameter tersebut adalah volume, kecepatan dari kerapatan, tingkat pelayanan (level of service), derajat kejenuhan (degree of saturation) (Alamsyah Alik.A, 2015).

• Parameter Makroskopis

Yaitu parameter yang mencirikan arus lalu lintas sebagai suatu kesatuan (*System*), sehingga diperoleh gambaran operasional sistem secara keseluruhan.

- Volume Kendaraan Lalu Lintas

- Kecepatan Lalu Lintas

• Parameter Mikroskopis

Yaitu parameter yang mencirikan perilaku setiap kendaraan dalam arus lalu lintas yang saling mempengaruhi. Adapun parameter-parameter antara lain spacing, headway, lane occupancy, dan gap (Clearance). (Khisty Dalam Marissa Ulfah, 2017).

• Pengertian Simpang

Adalah tempat berbelok atau bercabang dari yang lurus (Departemen Pendidikan dan Kebudayaan dalam KBBI, 1995). Menurut Alik Ansyori Alamsyah (2005), Persimpangan adalah bagian terpenting dari sistem jaringan jalan, yang secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam sistem jaringan tersebut. Pada prinsipnya persimpangan adalah pertemuan dua atau lebih jaringan jalan.

• Jenis Persimpangan

Secara umum terdapat tiga tipe umum pertemuan jalan, yaitu pertemuan sebidang, pertemuan jalan tak sebidang, dan kombinasi antara keduanya. Ada macam persimpangan jalan dilihat dari perencanaannya yaitu :

1. Persimpangan Jalan Sebidang

Adalah simpang dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk simpang mengarahkan lalu lintas masuk kejalan yang dapat berlawanan dengan lalu lintas lainnya.

- a. Simpang bersinyal (*Signalised Intersection*) yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas.

b. Simpang tak bersinyal (*Unsignalised Intersection*) yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas.

2. Persimpangan Jalan Sebidang

Yaitu adalah simpang dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk simpang mengarahkan lalu lintas masuk kejalan yang dapat berlawanan dengan lalu lintas lainnya.

a. Simpang bersinyal (*Signalised Intersection*) yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoprasian sinyal lalu lintas.

b. Simpang tak bersinyal (*Unsignalised Intersection*) yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas.

3. Persimpangan tidak sebidang

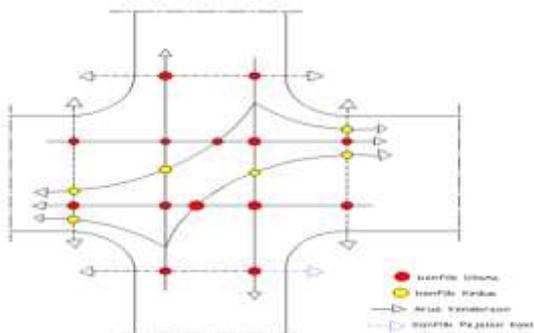
Yaitu memisah-misahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda sedemikian rupa sehingga simpang jalur dari kendaraan-kendaraan hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan-kendaraan memisah dari atau bergabung menjadi satu lajur gerak yang sama.

• Titik Konflik Simpang

Berdasarkan sifatnya konflik yang ditimbulkan oleh manuver kendaraan dan keberadaan pedestrian dibedakan dua tipe yaitu :

1. Konflik primer yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang saling memotong
2. Konflik sekundur yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas kanan dengan lalu lintas arah lainnya dan atau lalu lintas belok kiri dengan para pejalan kaki.

Adapun titik konflik yang terjadi disuatu persimpangan dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



Sumber : Pengolahan Sendiri
Gambar 1. Titik Konflik Pada Persimpangan

B. Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal (*Unsignalised Intersection*) yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas.

• Permasalahan Simpang Tidak Bersinyal

Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut sehingga

simpang tanpa sinyal biasa menimbulkan antrian panjang antar kendaraan karena tidak adanya kendaraan yang mau mengalah simpang tanpa sinyal biasanya hanya memiliki tiga kaki walaupun memiliki empat tapi arus lalu lintas yang melewati simpang tersebut masih kurang.

• Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

1. Arus Lalu-lintas (Q)

Tabel 1. Ekuivalen Kendaraan Penumpang

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekatan	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	1,2	0,4

Sumber : MKJI 1997

Menghitung arus lalu-lintas (Q_{smp}) :
 $Q_{smp} = Q_{LV} + (Q_{HV} \times emp_{HV}) + (Q_{MC} \times emp_{MC})$1

Dengan :

Q_{smp} = Jumlah arus lalu-lintas (smp/jam)

Q_{LV} = Arus lalu-lintas kendaraan ringan (smp/jam)

Q_{HV} = Arus lalu-lintas kendaraan berat (smp/jam)

emp_{HV} = Ekuivalen mobil penumpang kendaraan berat

Q_{MC} = Arus lalu-lintas sepeda motor (smp/jam)

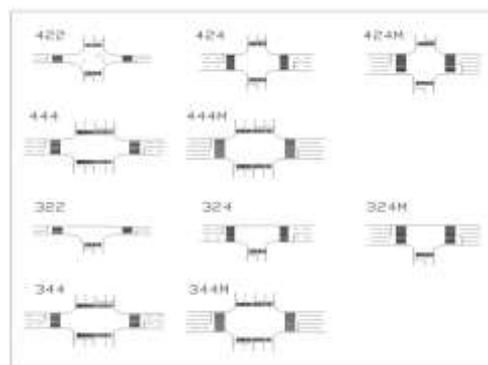
emp_{MC} = Ekuivalen mobil penumpang

2. Kapasitas Dasar Simpang (C_0)

Tabel 2. Kapasitas dasar Menurut Tipe Simpang

Tipe Simpang IT	Kapasitas dasar smp/jam
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

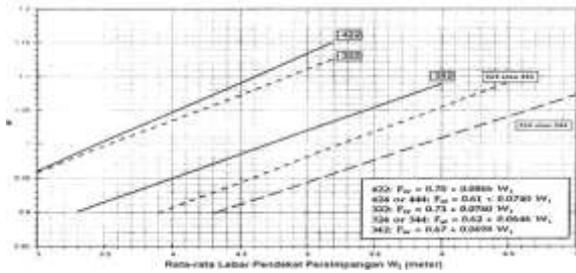
Sumber : MKJI 1997



Sumber : Pengolahan Sendiri

Gambar 2. Ilustrasi Tipe Simpang Tak Bersinyal

3. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)



Sumber : MKJI 1997

Gambar 3. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

4. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Tabel 3. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama

Uraian	Tipe M	Faktor Penyesuaian Median, (F_M)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar \geq 3m	Lebar	1,20

Sumber : MKJI 1997

5. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

Tabel 4. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran kota CS	Penduduk Juta	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota F_{cs}
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 : MKJI 1997

6. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

Tabel 5. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

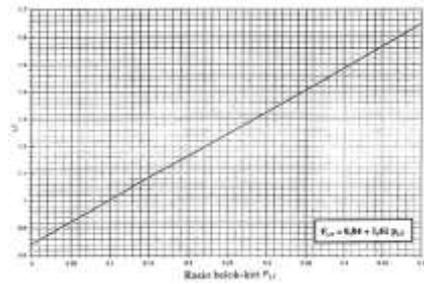
Kelas tipe lingkungan jalan	Kelas hambatan samping SF	Rasio Kendaraan Tak Bermotor (P_{UM})					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Perumahan	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : MKJI 1997

Tabel berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu $emp_{UM} = 1,0$. Persamaan berikut dapat digunakan jika pemakai mempunyai bukti bahwa $emp_{UM} \neq 1,0$, yang mungkin merupakan keadaan jika kendaraan tak bermotor tersebut terutama berupa sepeda.

$$FRSU(P_{UM} \text{ sesungguhnya}) = FRSU(P_{UM}=0) \times (1 - P_{UM} \times emp_{UM}) \dots \dots \dots 2.$$

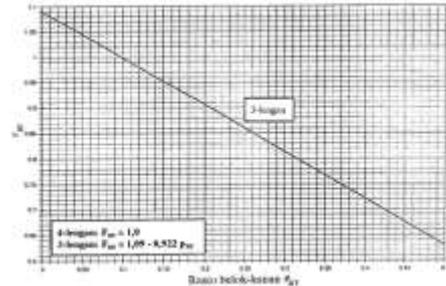
7. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})



Sumber : MKJI 1997

Gambar 4. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT) Dengan rasio kendaraan belok kiri adalah : $PLT = QLT/Qtotal \dots \dots \dots 3$

8. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

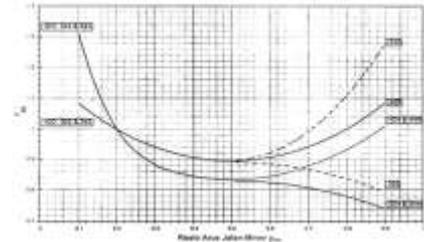


Sumber : MKJI 1997

Gambar 5. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

$$P_{RT} = Q_{RT}/Q_{Total} \dots \dots \dots (4)$$

9. Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})



Sumber : MKJI 1997

Gambar 6. Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (FMI)

Tabel 6. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

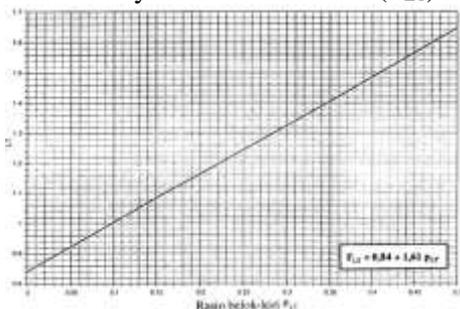
IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1-0,9
424	$16,6 \times P_{MI}^3 - 35,3 \times P_{MI}^2 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1-0,3
444	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1-0,5
	$-0,595 \times P_{MI}^2 + 0,595 \times P_{MI}^2 + 0,74$	0,5-0,9
342	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1-0,5
	$2,38 \times P_{MI}^2 - 32,38 \times P_{MI} + 1,49$	0,5-0,9
324	$16,6 \times P_{MI}^3 - 35,3 \times P_{MI}^2 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1-0,3
344	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3-0,5
	$-0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,669$	0,5-0,9

Sumber : MKJI 1997

Tabel berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu $emp_{UM} = 1,0$. Persamaan berikut dapat digunakan jika pemakai mempunyai bukti bahwa $emp_{UM} \neq 1,0$, yang mungkin merupakan keadaan jika kendaraan tak bermotor tersebut terutama berupa sepeda.

$$F_{RSU}(P_{UM} \text{ sesungguhnya}) = F_{RSU}(P_{UM}=0) \times (1 - P_{UM} \times emp_{UM}) \dots \dots \dots 5$$

10. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})



Sumber : MKJI 1997

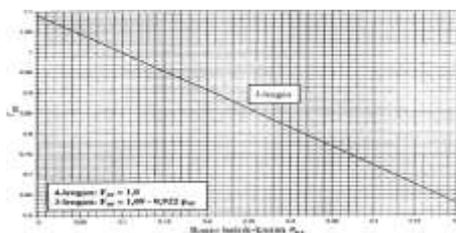
Gambar 7. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Dengan rasio kendaraan belok kiri adalah :

$$PLT = QLT/Q_{total} \dots \dots \dots 6$$

11. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

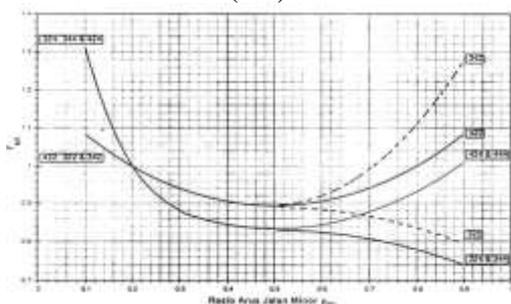
Batas-nilai yang diberikan untuk PRT pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual. Untuk simpang 4-lengan $F_{RT} = 1,0$.



Sumber : MKJI 1997

Gambar 8. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

12. Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})



Sumber : MKJI 1997

Gambar 9. Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{MI})

Tabel 7. Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{MI})

IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1-0,9
424	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1-0,3
444	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1-0,5
	$-0,595 \times P_{MI}^3 + 0,595 \times P_{MI}^2 + 0,74$	0,5-0,9
342	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1-0,5
	$2,38 \times P_{MI}^3 - P_{MI}^2 + 1,49$	0,5-0,9
324	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1-0,3
344	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3-0,5
	$-0,555 \times P_{MI}^3 + 0,555 \times P_{MI}^2 + 0,69$	0,5-0,9

Sumber : MKJI 1997

13. Kapasitas (C)

Rumus :

$$C = C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \dots \dots \dots 7$$

Dengan:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C_0 = Kapaasitas dasar simpang
- F_w = Faktor penyesuaian lebar pendekat
- F_M = Faktor penyesuaian median jalan utama
- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor.
- F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri
- F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan
- F_{MI} = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

• Derajat Kejenuhan (DS)

Rumus :

$$DS = Q_{total}/C \dots \dots \dots 8$$

Dengan:

- DS = Derajat kejenuhan
- Q_{Total} = Arus lalu-lintas total (smp/jam).
- C = Kapasitas (smp/jam)

• Tundaan Lalu-lintas Simpang (DT)

Tundaan lalu-lintas simpang adalah waktu tunggu akibat interaksi lalu-lintas dengan lalu lintas yang berkonflik (MKJI 1997).

C. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal (*Signalised Intersection*) yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoprasian sinyal lalu lintas

D. Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah unsur lalu lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu pendekat persatuan waktu (MKJI,1997).

E. Waktu Siklus Simpang Bersinyal

Metoda penentuan waktu sinyal dapat juga digunakan untuk menentukan waktu siklus minimum pada suatu sistem koordinasi sinyal dengan waktu tetap (yaitu seluruh sistem akan beroperasi dengan waktu siklus tertinggi yang dibutuhkan untuk salah satu simpangnya) (MKJI,1997).

$$C = \frac{(LS \times IF + S)}{(1 - IFR)} \dots \dots \dots 9$$

Dimana :

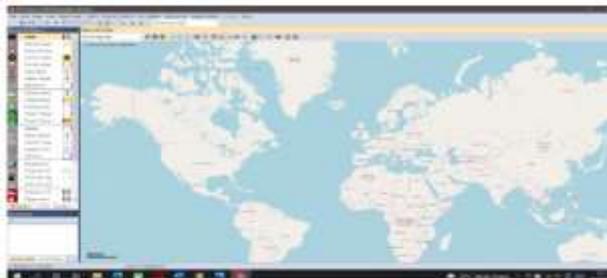
- C = waktu siklus sinyal (detik)
- LT = total waktu hilang per siklus (detik)
- IFR = perbandingan arus persimpangan S (FR_{crit})

F. Simulasi Lalu lintas Berbasis Vissim

- VISSIM 9

Yaitu perangkat lunak multi moda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi yang dapat menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dengan permasalahan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas dan lain- lain, sehingga VISSIM menjadi perangkat yang berguna untuk evaluasi berbagai langkah alternatif berdasarkan langkah-langkah rekayasa transportasi dan perencanaan efektivitas.

- Vissim Dekstop



Sumber : Aplikasi Permodelan Lalu Lintas PTV Vissim 9
Gambar 10. Tampilan Dekstop Vissim

- Kecepatan kendaraan

Yaitu jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada suatu ruas jalan persatuan waktu.

- Panjang Antrian

Antrian diukur dari posisi hulu antrian hingga kendaraan terakhir yang telah masuk dalam keadaan antrian. Hasil yang di didapatkan adalah berupa Panjang antrian maksimum, Panjang antrian rata-rata dan jumlah kendaraan yang terhitung berhenti untuk antrian

- Konsepsi Kalibrasi dan Validitas Model Simulasi Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus dasar Chi-squared dan rumus statistic Geoffrey E. Havers (GEH). Uji Chi-square dilakukan dengan membandingkan antara mean hasil simulasi dengan mean hasil observasi. Rumus umum Chi-Square (χ^2) dapat dilihat pada persamaan 10.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots 10$$

Dimana :

O_i= Data hasil observasi

E_i= Data hasil simulasi

II. METODE PENELITIAN

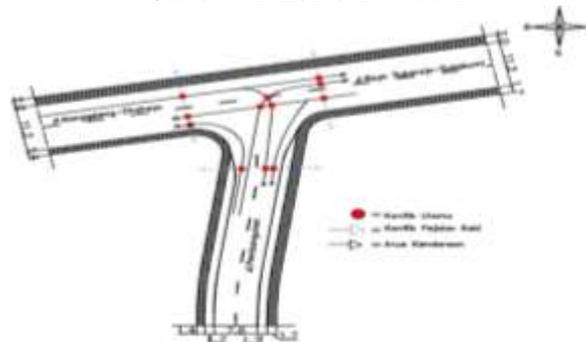
2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lokasi Simpang Jl.Pembangunan, Jl. Nanggaleng-Cirahayu, dan Jl.Raya Sukaraja-Sukabumi yang terletak tepat di kota sukabumi.



Sumber : Data Citra,2022

Gambar 11. Lokasi Penelitian



Sumber : Pengolahan Pribadi

Gambar 12. Denah Geometrik Jalan dan Konflik

2.2. Waktu Survey

Survei pada persimpangan dilakukan selama tiga hari dalam satu minggu, untuk pelaksanaan survei dilakukan hari Senin, Jumat, Sabtu pada Pagi pukul 07.00-08.00, siang pukul 13.00-14.00 dan sore pukul 16.00-17.00. Hari pertama survei dilakukan pada hari kerja, hari kedua dan hari ketiga dilakukan pada hari libur atau hari pekan.

2.3. Metode Survey

A. Jenis Survey

Survey Geometrik Simpang, Survey Volume Kendaraan, Survey Kecepatan Kendaraan, Survey Panjang Antrian, dan Survey Lalu-Lintas Menggunakan Drone

B. Metode Analisa Data

Hasil-hasil survei atau data yang diambil dilapangan nantinya akan di olah dan dianalisis dengan menggunakan software seperti Microsoft Excel dan PTV Vissim yang digunakan sebagai alat simulator untuk menganalisis kinerja simpang dan melakukan pemodelan pada simpang yang ditinjau.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Geometrik Simpang

Tabel 8. Data Geometrik Simpang

Nama Jalan	Jumlah Jalur	Lebar Jalur (m) (Masuk)	Lebar Jalur (m) (Keluar)
Jl.Pembangunan	2	5,5	5,5
Jl.Nanggaleng-Cirahayu	2	5,6	5,6
Jl.Raya Sukaraja-Sukabumi	2	5,6	5,6

Sumber : Analisa Lalin 2022

3.2. Volume Lalu Lintas



Gambar 13. Geometrik Jalan Eksisting

Tabel 9. Volume Kendaraan Simpang Jl.Pembangunan, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Nanggaleng-Cirahayu Hari Jumat

Lajur	Waktu	Jumlah kendaraan (Sabtu, 26 Agustus 2022)						Jumlah
		Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	LT	RT	ST	
T	06.00-07.00	141	919	84	332	24	0	1487
	07.00-08.00	371	1196	196	434	40	4	2172
	11.00-12.00	191	705	101	264	28	8	1188
	13.00-14.00	336	1126	200	486	44	8	2176
	16.00-17.00	298	1017	114	376	37	9	1839
17.00-18.00	252	874	169	324	49	8	1573	
B	06.00-07.00	5	88	4	17	0	0	111
	07.00-08.00	19	201	21	201	0	4	688
	11.00-12.00	19	108	7	104	4	0	1188
	13.00-14.00	21	308	9	306	4	0	1834
	16.00-17.00	18	773	13	771	1	0	1155
17.00-18.00	53	324	13	264	4	0	653	
S	06.00-07.00	276	23	84	43	16	19	428
	07.00-08.00	324	49	156	83	44	24	628
	11.00-12.00	185	84	87	85	24	64	482
	13.00-14.00	137	77	48	193	19	17	487
	16.00-17.00	176	63	53	84	24	54	428
17.00-18.00	324	73	45	112	13	64	428	

Sumber : Analisa Lalin 2022

Hasil survey lalu lintas pada hari jumat 26 Agustus 2022

Tabel 10. Volume Kendaraan Simpang Jl.Pembangunan, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Nanggaleng-Cirahayu Hari Sabtu.

Lajur	Waktu	Jumlah kendaraan (Sabtu, 27 Agustus 2022)						Jumlah
		Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	LT	RT	ST	
T	06.00-07.00	173	1148	77	413	27	8	1948
	07.00-08.00	413	1455	243	548	48	9	2788
	11.00-12.00	324	854	228	498	76	9	1923
	13.00-14.00	316	1488	261	616	13	0	2713
	16.00-17.00	323	1264	141	494	44	4	2127
17.00-18.00	313	1311	269	503	18	8	2511	
B	06.00-07.00	97	87	87	87	0	0	358
	07.00-08.00	59	819	21	89	0	2	761
	11.00-12.00	42	811	0	821	3	7	1141
	13.00-14.00	72	1364	0	1364	0	1	2681
	16.00-17.00	69	513	23	532	0	4	1110
17.00-18.00	59	339	15	426	1	0	511	
S	06.00-07.00	316	24	78	43	17	20	427
	07.00-08.00	192	59	294	99	13	43	1147
	11.00-12.00	222	78	66	116	28	75	508
	13.00-14.00	169	94	37	326	16	38	542
	16.00-17.00	218	74	59	116	27	66	529
17.00-18.00	128	66	54	138	18	77	408	

Sumber : Analisa Lalin 2022

Hasil survey lalu lintas pada hari sabtu 27 Agustus 2022

Tabel 11. Volume Kendaraan Simpang Jl.Pembangunan, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Nanggaleng-Cirahayu Hari senin

Lajur	Waktu	Jumlah kendaraan (Senin, 29 Agustus 2022)						Jumlah
		Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	LT	RT	ST	
T	06.00-07.00	186	170	105	470	24	12	1468
	07.00-08.00	426	1511	264	660	44	18	2355
	11.00-12.00	276	1000	214	270	80	13	2413
	13.00-14.00	453	1430	364	716	95	18	2973
	16.00-17.00	480	1340	174	646	54	18	2618
17.00-18.00	274	1128	84	324	30	11	2511	
B	06.00-07.00	1	149	4	24	7	7	192
	07.00-08.00	87	904	21	414	4	7	1487
	11.00-12.00	14	126	12	116	0	13	1441
	13.00-14.00	57	2124	9	200	6	11	2708
	16.00-17.00	66	2060	29	411	2	7	2829
17.00-18.00	72	1560	33	282	0	16	2061	
S	06.00-07.00	486	36	117	20	35	35	702
	07.00-08.00	344	88	258	120	95	59	1301
	11.00-12.00	236	97	81	140	26	30	711
	13.00-14.00	234	176	39	152	21	67	589
	16.00-17.00	284	21	73	140	34	88	688
17.00-18.00	136	154	67	187	39	83	608	

Sumber : Analisa Lalin 2022

Hasil survey lalu lintas pada hari senin 29 Agustus 2022

Keterangan :

Timur : Jl.Raya Sukaraja-Sukabumi

Barat : Jl.Nanggaleng-Cirahayu

Selatan : Jl. Pembangunan

Pada tabel di atas bahwa dapat diambil keputusan jumlah kendaraan terbanyak pada masing masing lengan sebagai berikut :

1. Arah Timur (Jl.Raya Sukaraja-Sukabumi) volume kendaraan terbesar terjadi pada hari senin 29 Agustus 2022 pada jam 07.00-08.00 dengan total kendaraan 3105 kendaraan..
2. Arah Barat (Jl.Nanggaleng-Cirahayu) volume kendaraan terbesar terjadi pada hari senin 29 Agustus 2022 pada jam 12.00-13.00 dengan total kendaraan 2747 kendaraan.
3. Arah Selatan (Jl.Pembangunan) volume kendaraan terbesar terjadi pada hari senin 29 Agustus 2022 pada jam 07.00-08.00 dengan total kendaraan 1383 kendaraan.

3.3. Fase Sinyal



Gambar 14. Fase Sinyal Yang Akan Digunakan

3.4. Analisa Perhitungan Simpang Tidak Bersinyal

A. Tipe Pendekat Simpang

Tabel 12. Kapasitas dasar Menurut Tipe Simpang

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber : MK/JI 1997

Tabel 13. Volume Kendaraan

Arah lalu lintas	Refleksi	QLV	empLV	QHV	empHV	QMC	empMC	Jumlah	Total
		290	1	64	1,3	450	0,4		
QT	KIRI	290	1	64	1,3	450	0,4	553,2	1878,6
	LURUS	660	1	10	1,3	1631	0,4	1325,4	
	KANAN	0	1	0	1,3	0	0,4	0	
QB	KIRI	0	1	0	1,3	0	0,4	0	1401,2
	LURUS	500	1	10	1,3	2124	0,4	1362,6	
	KANAN	8	1	6	1,3	57	0,4	38,6	
QS	KIRI	235	1	66	1,3	844	0,4	658,4	870,6
	LURUS	0	1	0	1,3	0	0,4	0	
	KANAN	120	1	50	1,3	68	0,4	212,2	

Sumber : Analisa Lalin 2022

Tipe pendekat pada simpang Jl. Pembangunan, Jl. Nanggaleng-Cirahayu, Jl. Sukaraja-Sukabumi merupakan tipe terlawan, maka emp untuk masing-masing kendaraan disesuaikan dengan emp terlawan. Berikut adalah perhitungan untuk arus lalu lintas:

$$Q_{(LT, ST, RT)} = Q_{LV} + (Q_{HV} \times emp_{HV}) + (Q_{MC} \times emp_{MC})$$

Q = Arus Kendaraan

Q_{LV} = Arus Kendaraan Ringan

Q_{HV} = Arus Kendaraan Berat

Q_{MC} = Arus Kendaraan Sepeda Motor

emp_{HV} = Ekuivalen kendaraan Penumpang Kendaraan Berat

emp_{MC} = Ekuivalen Kendaraan Penumpang Sepeda Motor

$$Q_T = Q_{LV_{ST}} + (Q_{HV_{ST}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{ST}} \times emp_{MC}) + Q_{LV_{LT}} + (Q_{HV_{LT}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{LT}} \times emp_{MC})$$

$$Q_T = 660 + (10 \times 1,3) + (1631 \times 0,4) + 290 + (64 \times 1,3) + (450 \times 0,4)$$

$$Q_T = 1878,6 \text{ smp/jam}$$

$$Q_B = Q_{LV_{ST}} + (Q_{HV_{ST}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{ST}} \times emp_{MC}) + Q_{LV_{RT}} + (Q_{HV_{RT}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{RT}} \times emp_{MC})$$

$$Q_B = 500 + (10 \times 1,3) + (2124 \times 0,4) + 8 + (6 \times 1,3) + (57 \times 0,4)$$

$$Q_B = 1401 \text{ smp/jam}$$

$$Q_S = Q_{LV_{LT}} + (Q_{HV_{LT}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{LT}} \times emp_{MC}) + Q_{LV_{RT}} + (Q_{HV_{RT}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{RT}} \times emp_{MC})$$

$$Q_S = 235 + (66 \times 1,3) + (844 \times 0,4) + 167 + (97 \times 1,3) + (115 \times 0,4)$$

$$Q_S = 870,6 \text{ smp/jam}$$

Tabel 14. Jumlah arus lalu lintas di persimpangan Jl.Nanggaleng-Cirahayu, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Pembangunan.

Kaki Simpang	LT (smp/Jam)	ST (smp/Jam)	RT (smp/Jam)	Total (smp/Jam)
T	553,2	1325,4	-	1878,6
B	-	1362,6	38,6	1401,2
S	658,4	-	212,2	870,6
Total (smp/Jam)	1211,6	2688	250,8	4150,4

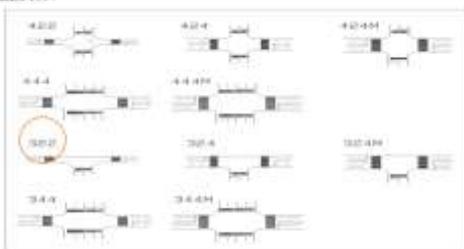
Sumber : MKJI 1997

B. Kapasitas Dasar Simpang (Co)

Tabel 15. Kapasitas dasar simpang Jl.Nanggaleng-Cirahayu, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Pemangunan

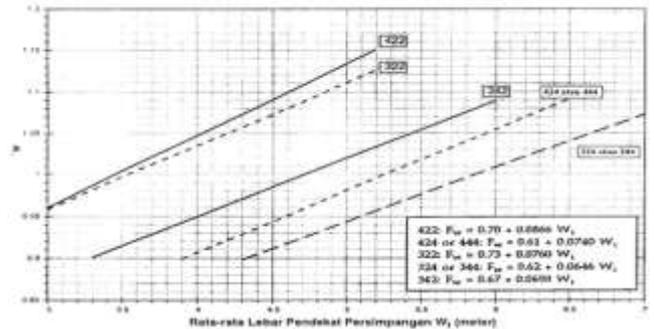
Tipe Simpang IT	Kapasitas dasar smp/jam
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber : MKJI 1997



Gambar 15. Tipe simpang pada Jl.nanggaleng Cirahayu, Jl.Sukaraja-Suakbumi, Jl. Pembangunan

C. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (Fw)



Sumber : MKJI 1997

Gambar 16. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (Fw)

Dengan lebar rata-rata semua pendekat adalah :

$$W_1 = (5,6+5,6+5,5)/3 = 5,56 \text{ meter}$$

Karena simpang Jl.nanggaleng-Cirahayu, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Pembangunan tipe 322, maka :

$$F_w = 0,73 + 0,0760 W_1 = 0,73 + (0,0760 \times 5,56) = 1,152$$

D. Faktor Penyesuaian Median jalan Utama (FM)

Tabel 16. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama

Uraian	Tipe M	Faktor Penyesuaian Median, (FM)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar ≥ 3m	Lebar	1,20

Sumber : MKJI 1997

E. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Tabel 15. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran kota CS	Penduduk Juta	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota Fcs
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 : MKJI 1997

Pada 2020 hasil sensus penduduk kota Sukabumi mencapai 346,32 juta jiwa. Sehingga Faktor penyesuaian ukuran kota yang didapat sebesar 0,88.

F. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan kendaraan Tak bermotor (FRSU)

Table 16. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

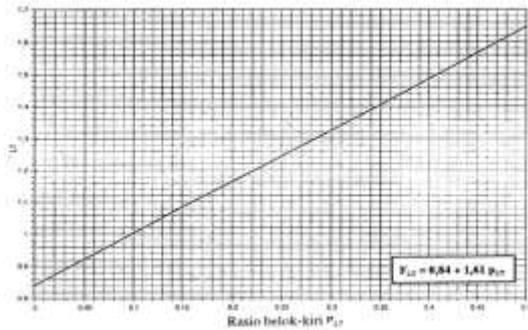
Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SE	Rasio Kendaraan Tak Bermotor (P ₃₀)					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : MKJI 1997

Hasil observasi di lapangan bahwa Kelas tipe lingkungan jalan pada simpang Jl.Nanggaleng-Cirahayu, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Pembangunan adalah tipe Komersial dengan kelas hambatan samping Rendah, rata-rata kendaraan tak

bermotornya mendekati 0. Maka di dapat faktor hambatan samping 0,95.

G. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)



Sumber : MKJI 1997

Gambar 17. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

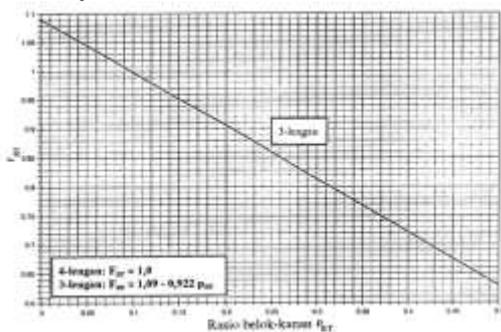
Dengan rasio kendaraan belok kiri adalah :

$$P_{LT} = Q_{LT}/Q_{total} = 1211,6 / 4150,4 = 0,291$$

Sehingga :

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT} = 0,84 + (1,61 \times 0,291) = 1,308$$

H. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)



Sumber : MKJI 1997

Gambar 18. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

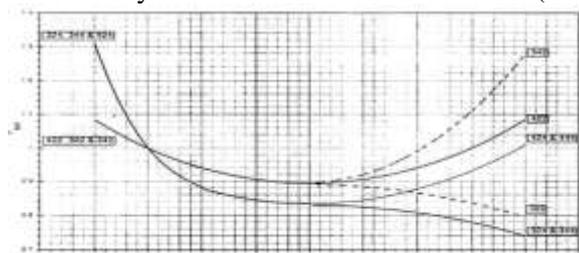
Dengan rasio kendaraan belok kanan adalah :

$$P_{RT} = Q_{RT}/Q_{total} = 250,8 / 4150,4 = 0,060$$

Sehingga :

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 P_{RT} = 1,09 - (0,922 \times 0,060) = 1,034$$

I. Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (FMI)



Sumber : MKJI 1997

Gambar 19. Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (FMI)

Tabel 17. Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (FMI)

IT	F _{MI}	P _{MI}
422	1,19 x P _{MI} ² - 1,19 x P _{MI} + 1,19	0,1-0,9
424	16,6 x P _{MI} ² - 33,3 x P _{MI} + 25,3 x P _{MI} ³ - 8,6 x P _{MI} + 1,95	0,1-0,3
444	1,11 x P _{MI} ² - 1,11 x P _{MI} + 1,11	0,3-0,9
322	1,19 x P _{MI} ² - 1,19 x P _{MI} + 1,19	0,1-0,5
	-0,595 x P _{MI} ² + 0,595 x P _{MI} ³ + 0,74	0,5-0,9
342	1,19 x P _{MI} ² - 1,19 x P _{MI} + 1,19	0,1-0,5
	2,38 x P _{MI} ² - 2,38 x P _{MI} + 1,49	0,5-0,9
324	16,6 x P _{MI} ² - 33,3 x P _{MI} + 25,3 x P _{MI} ³ - 8,6 x P _{MI} + 1,95	0,1-0,3
344	1,11 x P _{MI} ² - 1,11 x P _{MI} + 1,11	0,3-0,5
	-0,555 x P _{MI} ² + 0,555 x P _{MI} + 0,69	0,5-0,9

Sumber : MKJI 1997

Dengan rasio arus jalan minor (Selatan) adalah :

$$P_{MI} = (Q_S) / Q_{Total} = (870,6) / 4150,4 = 0,209$$

Sehingga :

$$F_{MI} = 1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19 = 1,19 \times 0,209^2 - 1,19 \times 0,209 + 1,19 = 0,99$$

J. Kapasitas (C)

$$C = C_o \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} = 2700 \times 1,152 \times 1 \times 0,88 \times 0,95 \times 1,308 \times 1,034 \times 0,99 = 3481,66 \text{ Smp/Jam}$$

G. Derajat Kejenuhan (Ds)

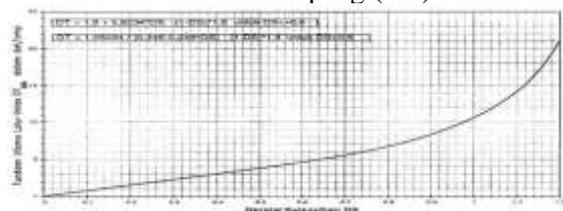
Rumus :

$$DS = Q_{total}/C = 4150,4/3481,66 = 1,192$$

Tabel 18. Hubungan Tingkat Pelayanan Dengan Derajat Kejenuhan

Tingkat Pelayanan (LOS)	Derajat Kejenuhan (DS)	Keterangan
A	0-0,2	Arus bebas, hambatan tidak ada
B	0,2-0,4	Arus stabil, kesempatan tidak ada
C	0,4-0,6	Arus stabil, kesempatan sedikit terganggu
D	0,6-0,8	Arus mulai tidak stabil, kesempatan berkurang
E	0,8-1,0	Arus tidak stabil, kesempatan sangat berkurang
F	>1,0	Keadaan darurat

H. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT)



Sumber : MKJI 1997

Gambar 20. Tuddaan Total Lalu Lintas (DT)

$$DT = 1,05034 / (0,346 - 0,246 * DS) - (1 - DS) \times 1,8 = 1,05034 / (0,346 - 0,246 * 1,19) - (1 - 1,19) \times 1,8 = 2,656$$

3.5. Analisa Perhitungan Simpang Bersinyal

A. Arus lalu lintas (Q)

Tabel 19. Kapasitas dasar Menurut Tipe Simpang

Jenis Kendaraan	emo untuk tipe persimpangan	
	Terhadap	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeka Motor (MC)	0,4	0,4

Sumber : MKJI 1997

Tabel 20. Volume Kendaraan

Arus lalu lintas	Reflow	QLV	empLV	QHV	empHV	QMC	empMC	Jumlah	Total
QT	KIRI	290	1	64	1,3	450	0,2	453,2	1462,4
	EBELU	660	1	10	1,3	1631	0,2	1662,2	
	KANAN	0	1	0	1,3	0	0,2	0	
QB	KIRI	0	1	0	1,3	0	0,2	0	965
	EBELU	100	1	10	1,3	2124	0,2	2174,2	
	KANAN	0	1	0	1,3	57	0,2	77,2	
QS	KIRI	235	1	66	1,3	844	0,2	915,2	688,2
	EBELU	0	1	0	1,3	0	0,2	0	
	KANAN	120	1	10	1,3	66	0,2	196,2	

Sumber : Analisa Lintas 2012

$$Q_{(LT, ST, RT)} = Q_{LV} + (Q_{HV} \times emp_{HV}) + (Q_{MC} \times emp_{MC})$$

Q = Arus Kendaraan

QLV = Arus Kendaraan Ringan

QHV = Arus Kendaraan Berat

QMC = Arus Kendaraan Sepeda Motor

empHV = Ekivalen kendaraan Penumpang Kendaraan Berat

empMC = Ekivalen Kendaraan Penumpang Sepeda Motor

Berikut adalah perhitungan untuk arus lalu lintas:

$$Q_T = Q_{LV_{ST}} + (Q_{HV_{ST}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{ST}} \times emp_{MC}) + Q_{LV_{LT}} + (Q_{HV_{LT}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{LT}} \times emp_{MC})$$

$$Q_T = 660 + (10 \times 1,3) + (1631 \times 0,4) + 290 + (64 \times 1,3) + (450 \times 0,4)$$

$$Q_T = 1462,4 \text{ smp/jam}$$

$$Q_B = Q_{LV_{ST}} + (Q_{HV_{ST}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{ST}} \times emp_{MC}) + Q_{LV_{RT}} + (Q_{HV_{RT}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{RT}} \times emp_{MC})$$

$$Q_B = 500 + (10 \times 1,3) + (2124 \times 0,4) + 8 + (6 \times 1,3) + (57 \times 0,4)$$

$$Q_B = 965 \text{ smp/jam}$$

$$Q_S = Q_{LV_{LT}} + (Q_{HV_{LT}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{LT}} \times emp_{MC}) + Q_{LV_{RT}} + (Q_{HV_{RT}} \times emp_{HV}) + (Q_{MC_{RT}} \times emp_{MC})$$

$$Q_S = 235 + (66 \times 1,3) + (844 \times 0,4) + 167 + (97 \times 1,3) + (115 \times 0,4)$$

$$Q_S = 688,2 \text{ smp/jam}$$

B. Arus Jenuh Dasar (So)

Tabel 21. Kapasitas dasar Menurut Tipe Simpang

Kaki Simpang	W _{LTOR} (m)	W _A (m)	W _P (m)
Timur	-	5,6	5,6
Selatan	-	5,5	5,5
Barat	-	5,6	5,6

Sumber : Penyelesaian Pribadi

Berdasarkan tabel diatas maka didapat arus jenuh dasar sebagai berikut :

Arus terlindung (P)

$$S_o = 600 \text{ We}$$

Sehingga :

$$S_oT = 600 \times 5,6 = 3360 \text{ smp/jam}$$

$$S_oS = 600 \times 5,5 = 3300 \text{ smp/jam}$$

$$S_oB = 600 \times 5,6 = 3360 \text{ smp/jam}$$

C. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Tabel 22. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Pendekatan Juru	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota Fcs
>3	1,05
1,0-3,0	1
0,5-1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber : MKJI 1997

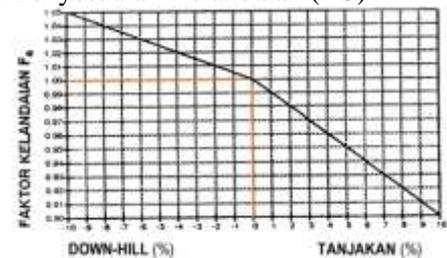
D. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)

Tabel 23. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Kelas tipe lingkungan jalan RT	Kelas hambatan samping SF	Tipe Persegi	Batas Kecepatan Tak Bermotor (P/sj)
Komersial (KOM)	Tinggi	Tertinggi	0,01 0,02 0,03 0,70 0,70 0,70
		Tertinggi	0,02 0,03 0,04 0,87 0,87 0,87
		Tertinggi	0,04 0,05 0,06 0,97 0,97 0,97
	Rendah	Tertinggi	0,01 0,02 0,03 0,70 0,70 0,70
		Tertinggi	0,02 0,03 0,04 0,87 0,87 0,87
		Tertinggi	0,04 0,05 0,06 0,97 0,97 0,97
Perumahan (PRM)	Tinggi	Tertinggi	0,01 0,02 0,03 0,70 0,70 0,70
		Tertinggi	0,02 0,03 0,04 0,87 0,87 0,87
		Tertinggi	0,04 0,05 0,06 0,97 0,97 0,97
	Rendah	Tertinggi	0,01 0,02 0,03 0,70 0,70 0,70
		Tertinggi	0,02 0,03 0,04 0,87 0,87 0,87
		Tertinggi	0,04 0,05 0,06 0,97 0,97 0,97
Alasan Tambahan (R&A)	Tinggi/Rendah/Rendah	Tertinggi	1,00 0,80 0,60 0,80 0,80 0,80
	Tertinggi	1,00 0,80 0,60 0,80 0,80 0,80	

Hasil observasi di lapangan bahwa Kelas tipe lingkungan jalan pada simpang Jl.Nanggaleng-Cirahayu, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Pembangunan adalah tipe Komersial dengan kelas hambatan samping Rendah, rata-rata kendaraan tak bermotornya mendekati 0. Maka di dapat faktor hambatan samping 0,95.

E. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)



Sumber : MKJI 1997

Gambar 21. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG) Pada simpang Jl.Nanggaleng-Cirahayu, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Pembangunan relatif datar maka nilai F_G yang didapatkan sebesar 1,00.

F. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

$$F_{RT} = 1 + 0,26 \times P_{RT} \rightarrow P_{RT} = \text{Rasio Kendaraan Belok Kanan}$$

-Pendekat S (Selatan)

$$P_{RT} = Q_{RT}/Q = 198,6/688,2 = 0,288$$

$$F_{RT} = 1 + 0,26 \times 0,288 = 1,07$$

-Pendekat B (Barat)

$$P_{RT} = Q_{RT}/Q = 27,2/965 = 0,0281$$

$$F_{RT} = 1 + 0,26 \times 0,028 = 1,007$$

G. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

$$F_{LT} = 1 - 0,16 \times P_{LT}$$

Karena pada kondisi eksisting lebar pada lajur pendekat Selatan 5,5m, lebar pendekat pada lajur Timur 5,6m maka tidak dimungkinkan untuk membuat jalur belok kiri langsung (LTOR). Digunakan rumus sebagai berikut :

-Pendekat S (Selatan)

$$P_{LT} = Q_{LT}/Q$$

$$= 489,6/688,2$$

$$= 0,711$$

$$F_{LT} = 1 - 0,16 \times 0,711$$

$$= 0,886$$

-Pendekat T (Timur)

$$P_{LT} = Q_{LT}/Q$$

$$= 463,2/1462,4$$

$$= 0,316$$

$$F_{LT} = 1 - 0,16 \times 0,316$$

$$= 0,949$$

H. Arus Jenuh (S)

Kapabilitas untuk setiap lengan persimpangan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = S \times (g / c)$$

Sehingga,

$$C_{Timur} = 2514,24 \times (45 / 130)$$

$$= 914,270 \text{ smp/jam}$$

$$C_{Barat} = 2649,36 \times (51 / 130)$$

$$= 626,212 \text{ smp/jam}$$

$$C_{Selatan} = 2466,79 \times (22 / 130)$$

$$= 403,657 \text{ smp/jam}$$

Tabel 24. Rekap perhitungan Kapasitas (C)

Pendekat	s	g	c	jumlah (smp/jam)
Timur	2514,2	20	55	914,270
Barat	2649,4	13	55	626,212
Selatan	2466,8	10	55	448,508

Sumber : Analisa Lalin 2022

I. Menghitung Derajat Kejenuhan (DS)

$$DS = Q / C$$

$$DS_{Timur} = 1462,4 / 914,270 = 1,59$$

$$DS_{Barat} = 965 / 733,669 = 1,54$$

$$DS_{Selatan} = 688,2 / 448,508 = 1,53$$

Tabel 25. Tingkat Pelayanan

Pendekat	s	g	c	jumlah (smp/jam)
Timur	2514,2	20	55	914,270
Barat	2649,4	13	55	626,212
Selatan	2466,8	10	55	448,508

Sumber : Analisa Lalin 2022

Karena DS nilainya di atas 1, maka setelah adanya penambahan traffic light di simpang Jl.Nanggaleng-Cirahayu, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Pembangunan bahwa semua pendekat masih mengalami kemacetan.

Tabel 26. Rekap Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

DS	Q	C	jumlah
Timur	1462,4	914,270	1,59
Barat	965	626,212	1,54
Selatan	688,2	448,508	1,53

Sumber : Analisa Lalin 2022

J. Menghitung Derajat Kejenuhan (DS)

$$DS = Q / C$$

$$DS_{Timur} = 1462,4 / 914,270 = 1,59$$

$$DS_{Barat} = 965 / 733,669 = 1,54$$

$$DS_{Selatan} = 688,2 / 448,508 = 1,53$$

Tabel 27. Tingkat Pelayanan

Pendekat	s	g	c	jumlah (smp/jam)
Timur	2514,2	20	55	914,270
Barat	2649,4	13	55	626,212
Selatan	2466,8	10	55	448,508

Sumber : Analisa Lalin 2022

Karena DS nilainya di atas 1, maka setelah adanya penambahan traffic light di simpang Jl.Nanggaleng-Cirahayu, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Pembangunan bahwa semua pendekat masih mengalami kemacetan.

Tabel 28. Rekap Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

DS	Q	C	jumlah
Timur	1462,4	914,270	1,59
Barat	965	626,212	1,54
Selatan	688,2	448,508	1,53

Sumber : Analisa Lalin 2022

K. Panjang Antrian (NQ)

$$NQ_1 = (0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}}])$$

Dimana :

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

Hitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2) dengan rumus dibawah ini:

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Dimana :

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio Hijau

c = Waktu siklus

Jumlah kendaraan antri dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Hitung panjang antrian (QL) dengan mengalikan NQ_{MAX} dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m²) kemudian bagilah dengan lebar masuknya

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}}$$

$$NQ_1 = (0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}}])$$

$$NQ_{1Timur} = (0,25 \times 914,27 \times [(1,599 - 1) + \sqrt{(1,599 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,599 - 0,5)}{55}}])$$

$$= 301,75$$

$$NQ_{1Barat} = (0,25 \times 626,21 \times [(1,54 - 1) + \sqrt{(1,54 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,54 - 0,5)}{55}}])$$

$$= 189,02$$

$$NQ_{1Selatan} = (0,25 \times 448,50 \times [(1,53 - 1) + \sqrt{(1,53 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,53 - 0,5)}{55}}])$$

$$= 133,966$$

Tabel 29. Rekap Perhitungan Panjang Antrian (NQ1)

NQ1	C	DS	c	total
timur	914,270	1,599527	55	301,75
barat	626,21	1,541011	55	189,02
selatan	448,508	1,53442	55	133,96

Sumber : Analisa Lalin 2022

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_{2Timur} = c \times \frac{1-0,36}{1-0,36 \times 1,59} \times \frac{1462,4}{3600}$$

$$= 33,98$$

$$NQ2_{\text{Barat}} = c \times \frac{1-0,23}{1-0,23 \times 1,54} \times \frac{965}{3600} = 17,70$$

$$NQ2_{\text{Selatan}} = c \times \frac{1-0,18}{1-0,18 \times 1,53} \times \frac{688,2}{3600} = 11,93$$

Tabel 30. Rekap Perhitungan Panjang Antrian (NQ2)

NQ2	c	GR	DS	Q	Total
Timur	55	0,36	1,59	1462,4	33,98
Barat	55	0,23	1,54	965	17,70
Selatan	55	0,18	1,53	688,2	11,93

Sumber : Analisa Lalin 2022

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

$$NQ_{\text{Timur}} = 301,75 + 33,98 = 335,739$$

$$NQ_{\text{Barat}} = 189,03 + 17,70 = 206,735$$

$$NQ_{\text{Selatan}} = 133,97 + 11,93 = 145,90$$

Tabel 31. Rekap Perhitungan Panjang Antrian (NQ)

NQ	NQ1	NQ2	Total
Timur	301,754	33,985	335,739
Barat	189,027	17,708	206,735
Selatan	133,966	11,930	145,897

Sumber : Analisa Lalin 2022

$$QL = \frac{NQ_{\text{max}} \times 20}{W_{\text{masuk}}}$$

$$QL_{\text{Timur}} = \frac{335,739 \times 20}{5,6} = 1199,068$$

$$QL_{\text{Barat}} = \frac{206,735 \times 20}{5,6} = 738,339$$

$$QL_{\text{Selatan}} = \frac{145,897 \times 20}{5,5} = 530,536$$

Tabel 32. Rekap Perhitungan Panjang Antrian (QL)

QL	NQ _{max}	W _{masuk}	Total (m)
Timur	335,739	5,6	1199,068
Barat	206,735	5,6	738,339
Selatan	145,897	5,5	530,536

Sumber : Analisa Lalin 2022

L. Tundaan (DT)

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c}$$

Dimana:

DT = Tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan (det) dari Form SIG-IV

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$$

GR = rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dari Kolom 6

C = kapasitas (smp/jam)

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c}$$

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$$

$$A_{\text{Timur}} = \frac{0,5 \times (1-0,36)^2}{(1-0,36 \times 1,599)} = 0,483$$

$$A_{\text{Barat}} = \frac{0,5 \times (1-0,23)^2}{(1-0,23 \times 1,54)} = 0,458$$

$$A_{\text{Selatan}} = \frac{0,5 \times (1-0,18)^2}{(1-0,18 \times 1,53)} = 0,464$$

Tabel 33. Rekap Perhitungan Tundaan (A)

A	GR	DS	Total
Timur	0,363	1,599	0,483
Barat	0,236	1,541	0,458
Selatan	0,181	1,534	0,464

Sumber : Analisa Lalin 2022

$$DT_{\text{Timur}} = 914,270 \times 0,483 \times \frac{301,754 \times 3600}{55} = 1214,796$$

$$DT_{\text{Barat}} = 953,77 \times 0,458 \times \frac{189,026 \times 3600}{55} = 111,909$$

$$DT_{\text{Selatan}} = 413,081 \times 0,464 \times \frac{133,966 \times 3600}{55} = 1100,827$$

Tabel 34. Rekap Perhitungan Tundaan (DT)

DT	c	A	NQ1	C	Total
Timur	55	0,483	301,754	914,270	1214,796
Barat	55	0,458	189,026	626,21	1111,909
Selatan	55	0,464	133,966	448,508	1100,827

Sumber : Analisa Lalin 2022

3.6. Analisa Perhitungan Simpang Bersinyal

A. Arus lalu lintas (Q)

Tabel 35. Kapasitas dasar Menurut Tipe Simpang

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekatan	
	Terdahului	Terlamban
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,3	0,4

Sumber : MKJI 1997

Tabel 36. Volume Kendaraan

Jenis Kendaraan	Q1,5'	empLV	Q1,5'	empHV	Q1,5'	empMC	Q1,5'	Total
Q1	800	1	800	1,3	1040	0,2	160	1440
Q2	1200	1	1200	1,3	1560	0,2	240	1440
Q3	800	1	800	1,3	1040	0,2	160	1440
Q4	1200	1	1200	1,3	1560	0,2	240	1440
Q5	800	1	800	1,3	1040	0,2	160	1440
Q6	1200	1	1200	1,3	1560	0,2	240	1440

Sumber : Analisa Lalin 2022

B. Arus Jenuh Dasar (So)

Tabel 37. Kapasitas dasar Menurut Tipe Simpang

Kaki Simpang	W _{L,tor} (m)	W _A (m)	W _E (m)
Timur	-	5,6	5,6
Selatan	-	5,5	5,5
Barat	-	5,6	5,6

Sumber : Pengolahan Pribadi

C. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Tabel 38. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Kaki Simpang	W _{L,tor} (m)	W _A (m)	W _E (m)
Timur	-	5,6	5,6
Selatan	-	5,5	5,5
Barat	-	5,6	5,6

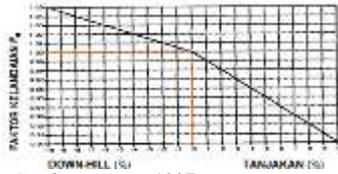
Sumber : Pengolahan Pribadi

D. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)

Tabel 39. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

| Kategori |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

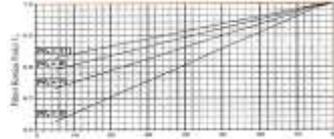
E. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)



Sumber : MKJI 1997

Gambar 22. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)

F. Faktor Penyesuaian Parkir (FP)



Sumber : MKJI 1997

Gambar 23. Faktor Penyesuaian Parkir (Fp)

G. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

$F_{RT} = 1 + 0,26 \times P_{RT}$ → P_{RT} = Rasio Kendaraan Belok Kanan

-Pendekat S (Selatan)

$$P_{RT} = \frac{Q_{RT}}{Q} = \frac{198,6}{688,2} = 0,288$$

$$F_{RT} = 1 + 0,26 \times 0,288 = 1,07$$

-Pendekat B (Barat)

$$P_{RT} = \frac{Q_{RT}}{Q} = \frac{27,2}{965} = 0,0281$$

$$F_{RT} = 1 + 0,26 \times 0,028 = 1,007$$

Pada pendekat Selatan dan Barat di karenakan tidak terdapat median maka berdasarkan rumus di atas FRT pada pendekat Selatan adalah 1,101 dan pada pendekat Barat adalah 1,00.

H. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

$$F_{LT} = 1 - 0,16 \times P_{LT}$$

Karena pada kondisi eksisting lebar pada lajur pendekat Selatan 5,5m, lebar pendekat pada lajur Timur 5,6m maka tidak dimungkinkan untuk membuat jalur belok kiri langsung (LTOR). Digunakan rumus sebagai berikut :

-Pendekat S (Selatan)

$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}}{Q} = \frac{489,6}{688,2} = 0,711$$

$$F_{LT} = 1 - 0,16 \times 0,711 = 0,886$$

-Pendekat T (Timur)

$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}}{Q} = \frac{463,2}{1462,4} = 0,316$$

$$F_{LT} = 1 - 0,16 \times 0,316 = 0,949$$

I. Arus Jenuh (S)

Tabel 40. Rekap perhitungan Arus Jenuh

S	Q	F _{RT}	F _{LT}	F _T	F _S	F _T	F _S	jumlah
SE	590	0,85	0,85	1	1	0,949	0,949	251,50
BT	590	0,85	0,85	1	1	1	1	504,85
ST	590	0,85	0,85	1	1	1,007	0,886	388,79

J. Rasio Arus Jenuh (FR_{Crit})

Rasio arus untuk masing-masing pendekat adalah perbandingan antara arus dengan arus jenuh yang di rumuskan sebagai berikut :

$$FR = \frac{Q}{S}$$

FR_{Crit} = Nilai tertinggi dari FR pada fase sinyal yang sama

$$FR T = \frac{1462,4}{2514,24} = 0,58$$

$$FR B = \frac{965}{2649,36} = 0,36$$

$$FR S = \frac{688,2}{2466,79} = 0,27$$

$$\text{Total} = 1,22$$

$$\sum Frcrit = 0,58$$

K. Waktu Siklus (C)

Waktu siklus hasil penghitungan ini merupakan waktu siklus optimum, di mana akan menghasilkan tundaan terkecil.

$$c = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - \sum Frcrit)}$$

$$LTI = 12$$

$$c = \frac{(1,5 \times 12 + 5)}{(1 - 0,58)} = 54,9 \text{ detik} = 55 \text{ detik}$$

L. Waktu Hijau (g)

$$g = (c - LTI) \times \left(\frac{Frcrit}{\sum Frcrit} \right)$$

$$g_{timur} = (55 - 12) \times \left(\frac{0,58}{1,22} \right) = 20,419 = 20 \text{ dtk}$$

$$g_{barat} = (55 - 12) \times \left(\frac{0,36}{1,22} \right) = 12,787 = 13 \text{ dtk}$$

$$g_{selatan} = (55 - 12) \times \left(\frac{0,279}{1,22} \right) = 9,794 = 10 \text{ dtk}$$

$$\text{Total} = 20 + 13 + 10 = 43 \text{ dtk}$$

$$\text{Kontrol} = \sum g + LTI = c = 43 + 12 = 55 \text{ detik}$$

M. Menghitung Kapasitas (C)

Tabel 40. Rekap perhitungan Kapasitas (C)

Pendekat	s	g	c	jumlah (smp/jam)
Timur	2514,2	20	55	914,270
Barat	2649,4	13	55	626,212
Selatan	2466,8	10	55	448,508

Sumber : Analisis Lalu Lintas 2022

N. Menghitung Derajat Kejenuhan (DS)

Tabel 41. Tingkat Pelayanan

DS	Kemungkinan
0,50	A. Baik
0,60-0,7	B. Baik Layak
0,7-0,8	C. Cukup
0,8-1,0	D. Tidak Layak
>1,0	E. Buruk

Tabel 42. Rekap Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

DS	Q	C	jumlah
Timur	1462,4	914,270	1,59
Barat	965	626,212	1,54
Selatan	688,2	448,508	1,53

Sumber : Analisis Lalu Lintas 2022

O. Panjang Antrian (NQ)

$$NQ_1 = (0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}}])$$

Dimana :

NQ₁ = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

Hitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ₂) dengan rumus dibawah ini:

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Dimana :

NQ₂ = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio Hijau

c = Waktu siklus

Jumlah kendaraan antri dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Hitung panjang antrian (QL) dengan mengalikan NQMAX dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m²) kemudian bagilah dengan lebar masuknya

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}}$$

$$NQ_1 = \frac{(0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}}])}{55}$$

$$NQ_{1Timur} = \frac{(0,25 \times 914,27 \times [(1,599 - 1) + \sqrt{(1,599 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,599 - 0,5)}{55}}])}{55} = 301,75$$

$$NQ_{1Barat} = \frac{(0,25 \times 626,21 \times [(1,54 - 1) + \sqrt{(1,54 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,54 - 0,5)}{55}}])}{55} = 189,02$$

$$NQ_{1Selatan} = \frac{(0,25 \times 448,50 \times [(1,53 - 1) + \sqrt{(1,53 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,844 - 0,5)}{55}}])}{55} = 133,966$$

Tabel 43. Rekap Perhitungan Panjang Antrian (NQ1)

NQ1	C	DS	c	total
timur	914,270	1,599527	55	301,75
barat	626,21	1,541011	55	189,02
selatan	448,508	1,53442	55	133,96

Sumber : Analisa Lalin 2022

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_{2Timur} = c \times \frac{1-0,36}{1-0,36 \times 1,59} \times \frac{1462,4}{3600} = 33,98$$

$$NQ_{2Barat} = c \times \frac{1-0,23}{1-0,23 \times 1,54} \times \frac{965}{3600} = 17,70$$

$$NQ_{2Selatan} = c \times \frac{1-0,18}{1-0,18 \times 1,53} \times \frac{688,2}{3600} = 11,93$$

Tabel 44. Rekap Perhitungan Panjang Antrian (NQ2)

NQ2	c	GR	DS	Q	Total
Timur	55	0,36	1,59	1462,4	33,98
Barat	55	0,23	1,54	965	17,70
Selatan	55	0,18	1,53	688,2	11,93

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ_{Timur} = 301,75 + 33,98 = 335,739$$

$$NQ_{Barat} = 189,03 + 17,70 = 206,735$$

$$NQ_{Selatan} = 133,97 + 11,93 = 145,90$$

Tabel 45. Rekap Perhitungan Panjang Antrian (NQ)

NQ	NQ1	NQ2	Total
Timur	301,754	33,985	335,739
Barat	189,027	17,708	206,735
Selatan	133,966	11,930	145,897

Sumber : Analisa Lalin 2022

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} = \frac{335,739 \times 20}{5,6} = 1199,068$$

$$QL_{Timur} = \frac{206,735 \times 20}{5,6} = 738,339$$

$$QL_{Barat} = \frac{145,897 \times 20}{5,5} = 530,536$$

$$QL_{Selatan} = \frac{145,897 \times 20}{5,5} = 530,536$$

Tabel 46. Rekap Perhitungan Panjang Antrian (QL)

QL	NQmax	Wmasuk	Total (m)
Timur	335,739	5,6	1199,068
Barat	206,735	5,6	738,339
Selatan	145,897	5,5	530,536

Sumber : Analisa Lalin 2022

P. Tundaan (DT)

Tabel 47. Rekap Perhitungan Tundaan (A)

A	GR	DS	Total
Timur	0,363	1,599	0,483
Barat	0,236	1,541	0,438
Selatan	0,181	1,534	0,464

Sumber : Analisa Lalin 2022

Tabel 48. Rekap Perhitungan Tundaan (DT)

DT	c	A	NQ1	C	Total
Timur	55	0,483	301,754	914,270	1214,796
Barat	55	0,438	189,026	626,21	1111,909
Selatan	55	0,464	133,966	448,508	1100,827

Sumber : Analisa Lalin 2022

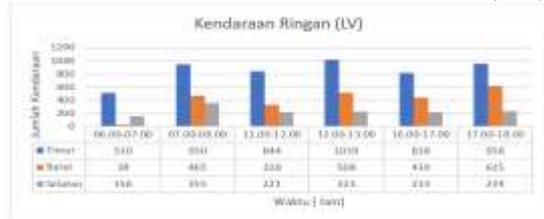
3.7. Analisis simpang Jl. Nanggaleng-Cirahayu, Jl. Sukaraja-Sukabumi, Jl. Pembangunan menggunakan PTV Vissim

A. Volume Lalu Lintas Pada Persimpangan



Sumber : Pengolahan Pribadi

Gambar 24. Volume Kendaraan Jenis Motor (MC)



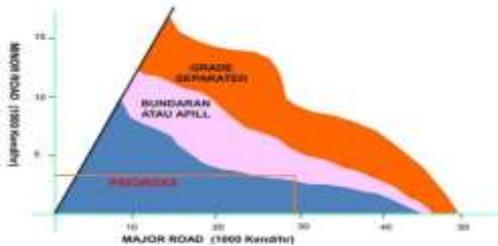
Sumber : Pengolahan Pribadi

Gambar 25. Volume Kendaraan Jenis Mobil Rngan (LV)



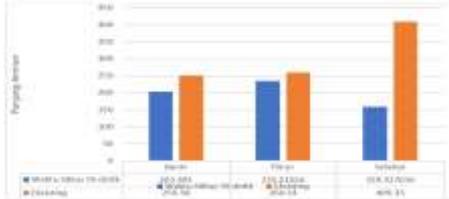
Sumber : Pengolahan Pribadi

Gambar 26. Volume Kendaraan Jenis Mobil Berat (HV)



Gambar 27. Kriteria Pengaturan Persimpangan

3.8. Output Vissim



Sumber : Pengolahan Pribadi

Gambar 28. Perbandingan Hasil Output Vissim dengan Eksisting

Table 49. Perbandingan Tingkat Pelayanan

Pendekat	Tingkat Pelayanan Eksisting (MKJI)	Tingkat Pelayanan Apil (MKJI)	Tingkat Pelayanan Apil (Vissim)
Barat	F	F	C
Timur	F	F	D
Selatan	F	F	E

Sumber : Analisa Lain 2022

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Pada simpang tersebut setelah terjadi perubahan kriteria pengaturan persimpang dari simpang tidak bersinyal menjadi simpang bersinyal terdapat perubahan nilai Los. Pada pendekat timur dari F ke C, pada pendekat Barat dari F ke D, sedangkan pada pendekat Selatan dari F ke E.
2. Perubahan waktu siklus pada alternatif 1 dapat mengurangi panjang antrian pada semua lengan tetapi tidak terlalu signifikan, panjang antrian kendaraan di pendekat Timur berkurang dari 260,14 m menjadi 229,423, pada pendekat Barat dari 250,58 m menjadi 112,78 m, pada pendekat Selatan dari 409,33 m, berkurang menjadi 153,44. Karena panjang antrian pada alternatif 1 turun tidak terlalu signifikan dan Nilai Los nya cenderung padat merayap, maka dari itu penulis menyarankan alternatif 2.
3. Pada alternatif 2 yaitu dengan mengubah geometrik simpang menjadi lebih lebar sehingga tidak terjadi antrian kendaraan yang panjang. Setelah adanya perubahan geometrik simpang panjang antrian pada pendekat Timur berkurang dari 260,44 m menjadi 86,69 m, pada pendekat Barat panjang eksisting 250,58 m menjadi 36,51m, dan pada pendekat Selatan dari 409,33 m menjadi 73,28 m.

4.2. Saran

1. Perlunya studi lanjutan mengenai perubahan geometrik jalan yang terjadi pada simpang Jl.Nanggaleng-Cirahayu, Jl.Sukaraja-Sukabumi, Jl.Pembangunan.
2. Perlu dilakukan realisasi perubahan geometrik jalan dan penambahan APIL pada simpang Jl.Nanggaleng-Cirahayu, Jl. Suaraja-Sukabumi, Jl.Pembangunan karena mengingat di simpang tersebut sering terjadi kemacetan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Marissa Ulfah. 2017. *Mikrosimulasi Lalulintas Pada Simpang Tiga Dengan Software Vissim (Studi Kasus: Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Let. Jend. Hertasing dan Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Rappocini Raya)*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
2. Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
3. Risdiyanto. 2014. *Rekayasa Dan Manajemen Lalu lintas*. Leutika Nouvalitera, Yogyakarta.
4. Silvia Sukirman. 1999. *Dasar-Dasar Geometrik Jalan*. NOVA, Bandung.
5. Prima J. Romadhona. Tsaqil Nur Ikhsan, Dika Prasetyo, 2019. *Aplikasi Permodelan Lalu Lintas: PTV Vissim 9.0 Modelling Basic Using Microscopic Traffic Flow Simulation*. UII Press, Yogyakarta.
6. Putri Nurjannah Haryanti. 2015. *Mikrosimulasi Mixed Traffic Pada Simpang Bersinyal Dengan Perangkat Lunak Vissim (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
7. Visualisasi Data Kependuduka-Kementerian Dalam Negeri 2021. www.dukcapil.kemendagri.go.id. Diakses tanggal 2 Juli 2022.

PENULIS :

- 1) **Muhammad Iqbal Kahfi, ST.** Alumni (2023) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan (kahfimuhammadiqbal@gmail.com)
- 2) **Alimur Puserbumi, ST., MT.** Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan
- 3) **Ir. Budi Arief, MT.** Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan