

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Desain Penelitian

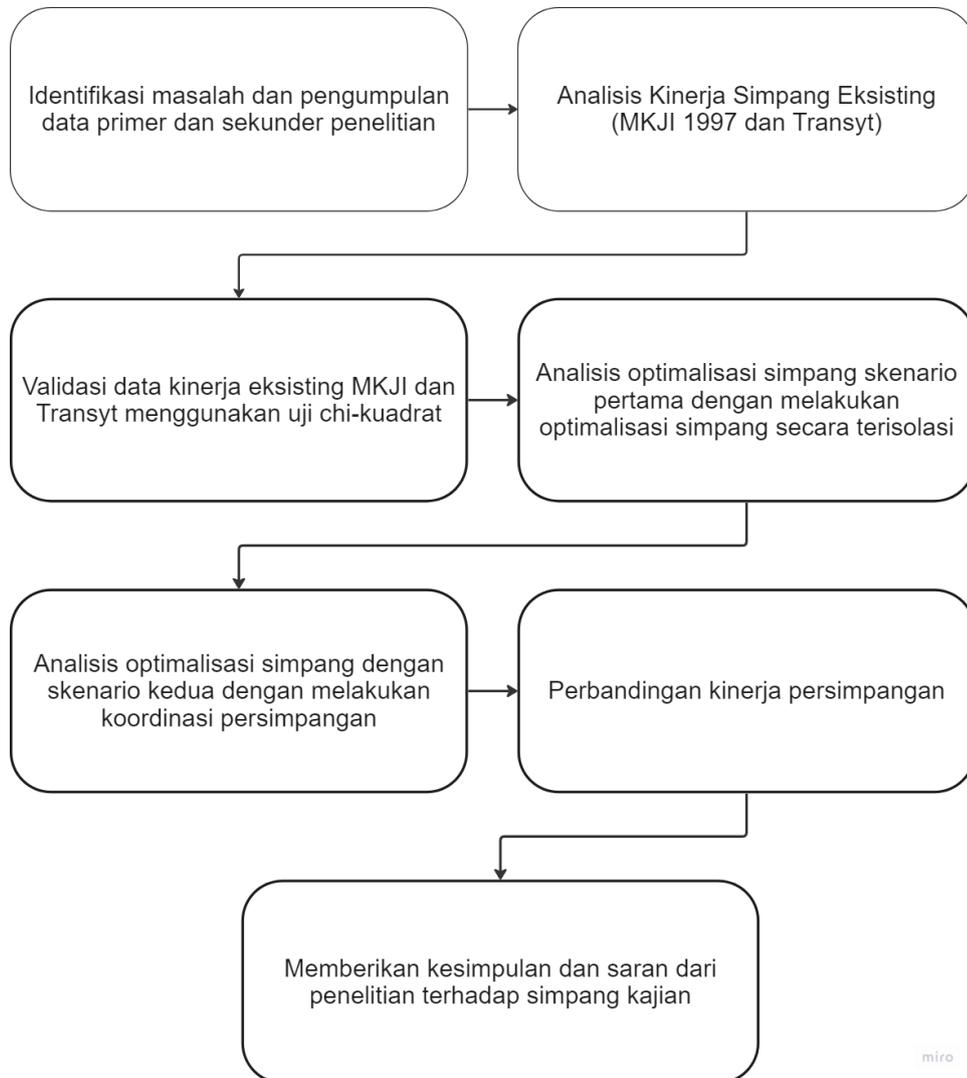
Penulis menggunakan desain penelitian deskriptif, penelitian ini merupakan jenis penelitian dengan metode yang menggambarkan suatu hasil penelitian dengan menjelaskan dan memvalidasi fenomena yang tengah diteliti. Desain penelitian ini terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu penelitian tindakan, penelitian kepustakaan, dan penelitian komparatif.

Penelitian komparatif ini berfungsi membandingkan dua perlakuan atau lebih dari satu variabel, atau beberapa variabel sekaligus. Tujuan penelitian ini untuk melihat perbedaan dari dua atau lebih keadaan, dalam penelitian ini penulis membandingkan kinerja dari 2 alternatif dari analisis optimalisasi simpang secara terisolasi dan juga simpang yang terkoordinasi.

Untuk memudahkan penulis dalam melakukan penelitian, dibuat alur pikir dan bagan alir untuk menjelaskan runtutan kegiatan penelitian dari awal sampai akhir yang meliputi:

1. Identifikasi masalah dan pengumpulan data;
2. Analisis kinerja simpang eksisting;
3. Uji validasi data survei dan model;
4. Analisis optimalisasi simpang secara terisolir;
5. Analisis optimalisasi simpang dengan melakukan koordinasi;
6. Membandingkan kinerja simpang sebelum dan sesudah di optimalisasi;
7. Kesimpulan dan saran terkait permasalahan yang ada sebagai usulan pemecahan masalah yang ada.

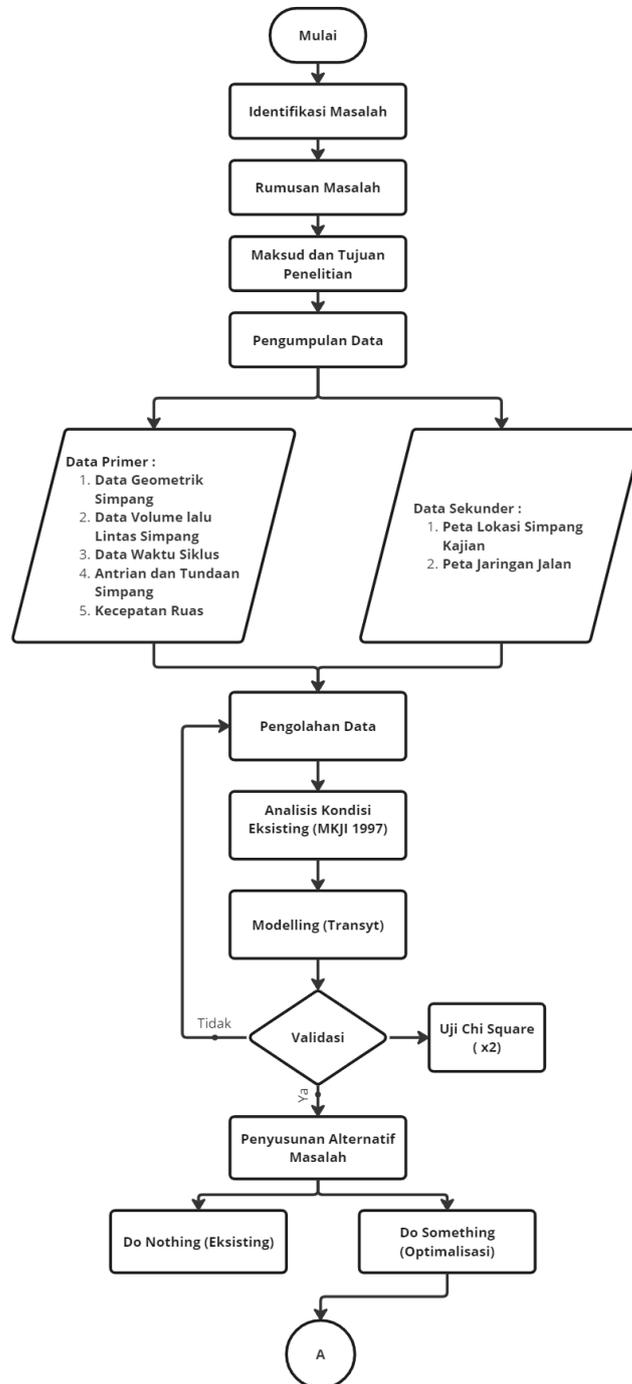
1. Alur Pikir Penelitian:



Sumber : Hasil Analisis 2023

Gambar IV. 1 Kerangka Alur Pikir Penelitian

2. Bagan Alir Penelitian



Sumber : Hasil Analisis 2023

Gambar IV. 2 Bagan Alir Penelitian

4.2. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 (dua) yaitu data primer dan sekunder. Data yang dikumpulkan dibagi menjadi :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan atau survei langsung. Dalam penelitian ini data primer yang digunakan meliputi:

Tabel IV. 1 Data Primer

No.	Data	Survei Yang Dilakukan
1	Geometrik Ruas dan Simpang	Survei Inventarisasi Ruas dan Simpang
2	Volume Lalu Lintas Simpang	Survei Gerakan Membelok Terklasifikasi/ <i>Classified Turning Movement Counting</i> (CTMC)
3	Waktu Siklus	Survei Waktu Siklus Simpang
4	Panjang Antrian dan Waktu Tundaan	Survei Antrian dan Tundaan
5	Kecepatan Ruas	Survei <i>Moving Car Observer</i> (MCO) dan <i>Floating Car Observer</i> (FCO)

Sumber : Hasil Analisis 2023

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan dari penelitian sebelumnya yang telah disajikan oleh pihak tertentu, untuk penelitian ini penulis menggunakan data sekunder dengan sumber dari pihak dinas terkait yang meliputi:

Tabel IV. 2 Data Sekunder

No	Data	Sumber
1	Data Jaringan Jalan	Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kota Pekalongan
2	Peta Lokasi Studi	Dinas Perhubungan Kota Pekalongan dan Data Tim PKL Kota Pekalongan Politeknik Transportasi Darat – STTD 2022

Sumber : Hasil Analisis 2023

4.3. Teknik Pengumpulan Data

1. Tahap Pertama

Penulis mengidentifikasi permasalahan yang ada di lapangan dan dari hasil analisis pada PKL di Kota Pekalongan 2022, permasalahan yang didapatkan adalah simpang yang ada di kawasan komersial di Kota Pekalongan yang berdekatan dengan kinerja simpang yang buruk dari segi derajat kejenuhan, panjang antrian, dan waktu tundaan. Dari permasalahan tersebut penulis melakukan analisis lebih lanjut untuk meningkatkan kinerja pada ketiga simpang tersebut.

2. Tahap Kedua

Pengumpulan data yang diperoleh sumber data primer dan sekunder. Data primer yang didapat ini diambil dari pengamatan secara langsung, penelitian ini menggunakan 5 survei untuk mengumpulkan data terkait kinerja simpang yang meliputi:

a. Survei Inventarisasi Ruas dan Simpang:

Survei inventarisasi merupakan survei yang dilakukan untuk mendapatkan data geometrik dari ruas dan simpang, data lain yang dikumpulkan adalah fasilitas jalan seperti segmen jalan, lebar jalan, lebar pendekat, rambu, marka, jenis hambatan, dan lain-lain. Survei dilakukan pada ketiga simpang yang dikaji meliputi. (Simpang Alun-alun, Simpang, Nusantara, Simpang Dr. Cipto, Simpang Cempaka). Alat yang diperlukan untuk melakukan survei ini adalah:

- 1) *Walking measure*;
- 2) Pita ukur;

- 3) Alat tulis dan formulir survei;
 - 4) *Clipboard*.
- b. Survei Classified *Turning Movement Counting* (CTMC)
- Survei CTMC ini merupakan survei yang dilakukan untuk menemukan data volume lalu lintas simpang. Survei ini dilakukan pada periode sibuk pagi, periode siang, dan periode sibuk sore dalam jangka waktu 2 jam dengan interval 15 menit. Survei dilakukan dengan menggunakan metode pencacahan kendaraan dengan menggunakan bantuan perekaman video pada tiap kaki simpang. Kamera ditempatkan pada kaki simpang dengan bidang penglihatan yang jelas. Kemudian setelah video direkam dilakukan pencacahan secara manual oleh surveyor yang dimasukkan ke dalam form survei. Untuk melakukan survei ini diperlukan peralatan yang meliputi:
- 1) *Counter*;
 - 2) Alat tulis dan formulir survei;
 - 3) Kamera.
- c. Survei Waktu Siklus
- Survei waktu siklus dilakukan untuk memperoleh data terkait waktu siklus dari simpang (*cycle time*) masing-masing pada persimpangan. Kegiatan survei ini memerlukan peralatan yang meliputi:
- 1) *Stopwatch*;
 - 2) Alat tulis dan formulir survei;
 - 3) *Clipboard*.
- d. Survei Panjang Antrian dan Waktu Tundaan
- Survei ini dilakukan untuk mengetahui panjang antrian dari persimpangan dan waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk memasuki simpang.
- Survei ini memerlukan peralatan yang meliputi:
- 1) *Counter*;
 - 2) Alat tulis dan formulir survei;

3) *Stopwatch*.

Untuk teknik survei panjang antrian dan tundaan seperti:

- 1) Surveyor menempati titik lokasi survei pada kaki simpang yang memiliki bidang penglihatan yang jelas untuk mengamati pergerakan lalu lintas.
- 2) Surveyor 1 bertugas menghitung panjang antrian pada fase waktu hijau sebelumnya pada setiap siklus selama periode survei.
- 3) Surveyor 2 bertugas menghitung panjang antrian tambahan pada fase merah simpang di setiap siklus selama periode survei.

e. *Survei Kecepatan*

Survei kecepatan adalah survei yang dilakukan untuk memperoleh data kecepatan pada ruas jalan, survei ini menggunakan metode *Moving Car Observer* (MCO) untuk ruas jalan dua arah sedangkan untuk ruas jalan satu arah menggunakan survei *Floating Car Observer* (FCO), survei ini dilakukan dengan menggunakan sarana mobil oleh 4 surveyor. Surveyor 1 bertugas membawa kendaraan dengan kecepatan yang menyesuaikan kecepatan rata-rata dari ruas jalan tersebut. Surveyor 2 bertugas menghitung kendaraan yang berlawanan arah (pada arus berlawanan) untuk survei MCO. Surveyor 3 bertugas menghitung kendaraan yang disalip sedangkan surveyor 4 menghitung kendaraan yang menyalip. Salah satu surveyor juga mencatat waktu perjalanan pada saat survei. Survei ini dilakukan pada periode sibuk pagi, siang, dan sore.

3. Tahap Ketiga

Setelah didapatkan data simpang eksisting, penulis melakukan analisis kinerja eksisting, data yang dianalisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pelayanan dari simpang dari 3 indikator seperti derajat kejenuhan, panjang antrian dan waktu tundaan. Analisis simpang bersinyal ini dilakukan dengan menggunakan rumus simpang bersinyal dari MKJI 1997.

a. Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt}$$

Rumus IV. 1 Rumus Arus Jenuh

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

S = arus jenuh

S_o = arus jenuh dasar

F_{cs} = faktor penyesuaian ukuran kota

F_{sf} = faktor penyesuaian hambatan samping

F_g = faktor penyesuaian kelandaian

F_p = faktor penyesuaian parkir

F_{rt} = faktor penyesuaian belok kanan

F_{lt} = faktor penyesuaian belok kiri

Faktor-faktor yang terdapat dalam penghitungan arus jenuh simpang meliputi:

(1) Arus jenuh dasar

Arus jenuh dasar adalah besarnya keberangkatan antrian yang ada pada pendekat dalam kondisi ideal. Untuk menghitung arus jenuh dasar ini menggunakan rumus:

$$S_o = 600 \times W_e$$

Rumus IV. 2 Rumus Arus Jenuh Dasar

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

W_e = lebar masuk suatu pendekat (m)

(2) Faktor penyesuaian ukuran kota

Rumus faktor penyesuaian ukuran kota didapatkan dari tabel berikut:

Tabel IV. 3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)
> 3,0	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5-1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber : MKJI 1997

(3) Faktor penyesuaian hambatan samping

Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan dari tabel berikut:

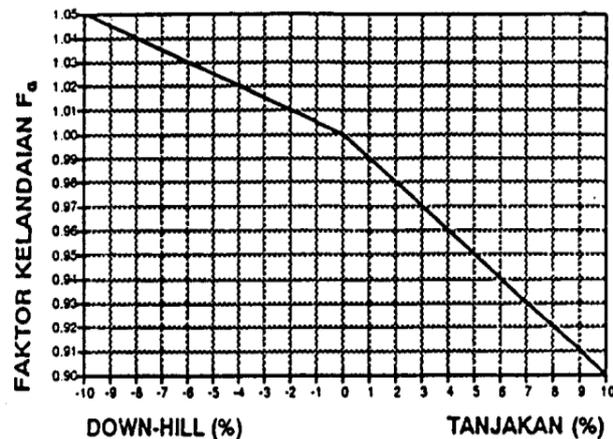
Tabel IV. 4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,85	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,75	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,86	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,76	0,76	0,71
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,87	0,87	0,82
Permukiman (COM)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,78	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,86	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,79	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,87	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,80	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,88	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,80	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,90	0,90	0,88

Sumber : MKJI 1997

(4) Faktor penyesuaian kelandaian

Faktor penyesuaian kelandaian apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang. Untuk menentukan faktor penyesuaian kelandaian digunakan gambar grafik:



Sumber: MKJI 1997

Gambar III. 3 Faktor Penyesuaian Kelandaian

(5) Faktor penyesuaian parkir

Faktor penyesuaian parkir adalah fungsi jarak dari garis henti sampai dengan kendaraan yang diparkir pertama, rumus yang digunakan adalah:

$$Fp = \frac{\left[\frac{Lp}{3} - (Wa - 2) \times \left(\frac{Lp}{3 - g} \right) / Wa \right]}{g}$$

Rumus IV. 3 Faktor penyesuaian Parkir

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

Lp = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m)

Wa = lebar pendekat (m)

g = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det)

(6) Faktor penyesuaian belok kiri

Faktor penyesuaian belok kiri dihitung untuk pendekat tipe terlindung (P) tanpa LTOR.

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

Rumus IV. 4 Faktor penyesuaian belok kiri

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

Plt = Rasio kendaraan belok kiri pada pendekat dengan

(7) Faktor penyesuaian belok kanan

Faktor penyesuaian arus belok kanan hanya untuk median tipe terlindung (P) tanpa median, dua arah. dihitung dengan rumus:

$$F_{rt} = 1,0 + P_{rt} \times 0,26$$

Rumus IV. 5 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Sumber : MKJI 1997

(8) Rasio arus

Rasio arus dihitung dengan rumus:

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

Rumus IV. 6 Rasio arus

Sumber : MKJI 1997

(9) Rasio arus simpang

Rasio arus simpang adalah jumlah dari nilai-nilai kritis pada FR dengan rumus:

$$IFR = E(FR_{crit})$$

Rumus IV. 7 Rasio arus simpang

Sumber : MKJI 1997

(10) Rasio fase

Rasio fase dihitung dengan menghitung masing-masing fase sebagai rasio antara F_{crit} dan IFR, rasio fase dihitung dengan rumus:

$$PR = F_{crit}/IFR$$

Rumus IV. 8 Rasio Fase

Sumber : MKJI 1997

(11) Waktu siklus

Untuk menentukan besarnya siklus yang diperlukan menggunakan rumus:

$$cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1-IFR)$$

Rumus IV. 9 Waktu siklus

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

c = waktu siklus (detik)

IFR = nisbah arus persimpangan (ΣF_{crit} terbesar)

LTI = waktu hilang total per siklus (detik)

(12) Waktu hijau

Untuk menghitung waktu hijau digunakan rumus:

$$gi = (cua-LTI) \times PR_i$$

Rumus IV. 10 Rumus Waktu Hijau

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

gi = Waktu hijau efektif untuk fase i

PR = rasio fase

L = Waktu hilang total per siklus (detik)

b. Kapasitas

Kapasitas simpang kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam smp/jam hijau. Penghitungan kapasitas simpang pada masing-masing pendekat dilakukan dengan rumus :

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

Rumus IV. 11 Rumus Kapasitas

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

S = Arus Jenuh

g = Waktu Hijau

c = Waktu Siklus

c. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas dari suatu pendekat. Derajat kejenuhan diperoleh dengan rumus:

$$DS = Q/C$$

Rumus IV. 12 Derajat Kejenuhan

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas Simpang (smp/jam)

d. Jumlah Antrian

Panjang antrian adalah indikator kinerja simpang yang menghitung panjangnya antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan dinyatakan dalam satuan meter. Hasil perhitungan derajat kejenuhan digunakan dalam menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. Untuk derajat kejenuhan (DS) > 0,5 penghitungan NQ1 menggunakan rumus :

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}}]$$

Rumus IV. 13 Jumlah Antrian Pertama

Sumber : MKJI 1997

Sedangkan untuk nilai DS i $DS \leq 0,5$ $NQ1 = 0$

Keterangan :

$NQ1$ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

Untuk menentukan jumlah antrian yang datang selama fase merah digunakan rumus sebagai berikut ini :

$$NQ2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Rumus IV. 14 Jumlah Antrian Kedua

Sumber : MKJI 1997

Keterangan :

$NQ2$ = jumlah smp yang datang selama fase merah

Untuk mendapatkan jumlah antrian total dihitung dengan menjumlahkan jumlah antrian yang pertama dengan jumlah antrian yang kedua.

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Rumus IV. 15 Jumlah Antrian Total

Sumber : MKJI 1997

e. Panjang Antrian

Panjang antrian di hitung dengan mengalikan NQ maksimal dengan luas rata-rata yang digunakan per smp. Luas rata-rata yang digunakan per smp (20 m^2). Rumus yang digunakan untuk menghitung panjang antrian sebagai berikut:

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

Rumus IV. 16 Panjang Antrian

Sumber : MKJI 1997

Keterangan :

QL : Panjang antrian (m)

f. Angka Henti

Angka henti (NS) masing-masing pendekatan dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

Rumus IV. 17 Angka Henti

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

c : Waktu siklus (det)

Q : Arus lalu lintas (smp/jam)

Hitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) masing-masing pendekatan kemudian masukkan hasilnya pada rumus :

$$Nsv = Q \times NS \text{ (smp/jam)}$$

Rumus IV. 18 Jumlah Kendaraan Terhenti

Sumber : MKJI 1997

Hitung angka henti seluruh simpang dengan membagi jumlah kendaraan terhenti total dengan arus simpang total. Penghitungannya dilakukan dengan rumus:

$$NStot = \frac{\sum Nsv}{Qtot}$$

Rumus IV. 19 Angka Henti Total

Sumber : MKJI 1997

g. Tundaan

Waktu tundaan adalah rata-rata waktu tunggu kendaraan pada simpang, untuk menghitung tundaan dilakukan dengan rumus ini :

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

Rumus IV. 20 Tundaan Geometrik

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

- DT : Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)
c : Waktu siklus yang disesuaikan (det)
GR : Rasio hijau (g/c)
DS : Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
C : Kapasitas (smp/jam)

Untuk mendapatkan A menggunakan rumus :

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

Rumus IV. 21 Tundaan

Sumber : MKJI 1997

Tentukan geometri rata-rata masing-masing pendekat (DG) akibat perlambatan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu

simpang ketika dihentikan oleh lampu merah, penghitungan DG dilakukan dengan rumus :

$$DG_j = (1 - psv) \times pt \times 6 + (psv \times 4)$$

Rumus IV. 22 Tundaan Geometrik rata-rata

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

DG_j : Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat (det/smp)

psv : Rasio kendaraan terhenti pada pendekat

= Min (NS,1)

pt : Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

h. Waktu perjalanan (*Time Spend*)

Waktu perjalanan adalah waktu yang dihabiskan selama kendaraan melintasi suatu jalan (*link*) dalam periode tertentu.

$$t = \frac{s}{v}$$

Rumus IV. 23 Waktu Perjalanan

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

t : Waktu Perjalanan (jam)

s : Jarak Tempuh (km)

v : Kecepatan (km/jam)

i. Jarak Perjalanan (*Distance Travel*)

Jarak perjalanan adalah nilai jarak yang ditempuh kendaraan ketika berada di suatu *link* dalam periode tertentu. Jarak perjalanan dihitung dengan rumus:

$$s = v \times t$$

Rumus IV. 24 Jarak Perjalanan

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

t : Waktu Perjalanan (jam)

s : Jarak Tempuh (km)

v : Kecepatan (km/jam)

j. Kecepatan Perjalanan (*Journey Speed*)

Kecepatan perjalanan lalu lintas saat keberadaan kendaraan dalam *link* selama periode tertentu. Kecepatan perjalanan dicari dengan rumus:

$$t = \frac{s}{v}$$

Rumus IV. 25 Kecepatan Perjalanan

Sumber : MKJI 1997

Keterangan

t : Waktu Perjalanan (jam)

s : Jarak Tempuh (km)

v : Kecepatan (km/jam)

4. Tahap Keempat

Tahapan ini merupakan validasi data dari kondisi eksisting simpang dengan hasil modeling simpang dengan menggunakan software Transyt. Validasi data ini menggunakan uji chi square (χ^2) dengan hipotesis h_0 hasil survei dengan model selaras, sedangkan h_1 hasil survei dengan model tidak selaras. Validasi ini perlu dilakukan untuk memastikan data yang didapat pada *modelling* Transyt dapat digunakan.

5. Tahap Kelima

Pada tahapan ini penulis melakukan peningkatan kinerja simpang dengan melakukan optimalisasi, optimalisasi simpang ini dilakukan dengan melakukan optimalisasi secara isolated dan koordinasi simpang bersinyal dengan menggunakan *software* Transyt, yang kemudian dibandingkan untuk endapatkan kinerja yang terbaik.

6. Tahap Keenam

Tahapan penelitian ini menjelaskan mengenai kesimpulan dari kegiatan penelitian dan saran yang dapat dijadikan usulan dari penyelesaian masalah yang ada di simpang kawasan komersial Kota Pekalongan, koridor Jalan Dr. Cipto.

4.4. Lokasi Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Kota Pekalongan sebagai lokasi Praktek Kerja Lapangan (PKL) penulis dengan wilayah kajian yang berupa 4 simpang yang meliputi:

- a. Simpang Alun-alun
- b. Simpang Nusantara
- c. Simpang Dr. Cipto
- d. Simpang Cempaka