

KOORDINASI SIMPANG AHMAD YANI 1 DAN SIMPANG AHMAD YANI 2 DI KOTA PAREPARE

FARHAN RIEVANA

Taruna Program Studi
Manajemen Transportasi
Jalan Diploma III, Politeknik
Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jalan Raya Setu 89, Cibuntu,
Cibitung, Bekasi, Jawa Barat
17520
farhan.rievana@gmail.com

SUBARTO

Dosen Program Studi
Manajemen Transportasi
Jalan Diploma III, Politeknik
Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jalan Raya Setu 89, Cibuntu,
Cibitung, Bekasi, Jawa Barat
17520

PROBO YUDHA PRASETYO

Dosen Program Studi
Manajemen Transportasi
Jalan Diploma III, Politeknik
Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jalan Raya Setu 89, Cibuntu,
Cibitung, Bekasi, Jawa Barat
17520

ABSTRACT

In Parepare City there are two signalized intersections, namely Simpang Ahmad Yani 1 and Simpang Ahmad Yani 2 which are the worst ranked in the results of studies in the field of Traffic Engineering Management during Field Work Practices in Parepare City. The two intersections are 60 meters apart and time has not been well coordinated. Intersection coordination is an effort to improve intersection performance by reducing queues and delays at intersections so that intersection coordination is expected to optimize the road network.

The calculation method used uses the Indonesian Road Capacity Manual (MKJI). Before coordinating, an analysis is carried out to determine the performance of the existing intersection, then optimization is carried out to obtain a cycle time that is appropriate to the existing traffic flow conditions. Finally, coordination was carried out at both intersections.

The results of the comparison of performance in existing conditions and after coordination have resulted in an increase in performance at both intersections. The Ahmad Yani 1 intersection experienced a decrease in the degree of saturation by 8% to 0.54. Queue length increased by 48% to 36.67 meters. The delay was 39% to 22.38 seconds/pcu. The Ahmad Yani 2 intersection experienced a decrease in the degree of saturation by 11% to 0.57. Queue length increased by 41% to 43.33 meters. The delay is 41% to 22.46 seconds/pcu.

Keyword: *Performance, Coordination, Intersection*

ABSTRAK

Di Kota Parepare terdapat dua simpang bersinyal yaitu Simpang Ahmad Yani 1 dan Simpang Ahmad Yani 2 yang menjadi peringkat terburuk dari hasil kajian Bidang Manajemen Rekayasa Lalu Lintas Ketika Praktek Kerja Lapangan di Kota Parepare. Kedua simpang tersebut berjarak 60 meter serta waktu belum terkoordinasi dengan baik. Koordinasi simpang merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja simpang dengan cara mengurangi antrian dan tundaan di persimpangan sehingga dengan adanya koordinasi simpang diharapkan dapat mengoptimalkan jaringan jalan.

Metode perhitungan yang digunakan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Sebelum dilakukan pengkoordinasian, dilakukan analisis untuk mengetahui kinerja eksisting simpang, selanjutnya dilakukan optimasi untuk mendapatkan waktu siklus yang sesuai dengan kondisi arus lalu lintas yang ada. Terakhir dilakukan pengkoordinasian pada kedua simpang.

Hasil perbandingan kinerja kondisi eksisting dan setelah dilakukan pengkoordinasian mengalami peningkatan kinerja pada kedua simpang. Simpang Ahmad Yani 1 mengalami penurunan derajat kejenuhan sebesar 8% menjadi 0,54. Panjang antrian sebesar 48% menjadi 36,67 meter. Tundaan sebesar 39% menjadi 22,38 detik/smp. Simpang Ahmad Yani 2 mengalami penurunan derajat kejenuhan sebesar 11% menjadi 0,57. Panjang antrian sebesar 41% menjadi 43,33 meter. Tundaan sebesar 41% menjadi 22,46 detik/smp.

Kata kunci : Kinerja, Koordinasi, Simpang

PENDAHULUAN

Simpang Di Kota Parepare terdapat dua simpang bersinyal yaitu Simpang Ahmad Yani 1 dan Simpang Ahmad Yani 2 yang menjadi peringkat terburuk dari hasil kajian Bidang Manajemen Rekayasa Lalu Lintas Ketika Praktek Kerja Lapangan di Kota Parepare. Kedua simpang tersebut berjarak 60 meter serta belum terkoordinasi dengan baik. Koordinasi simpang merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja simpang dengan cara mengurangi antrian dan tundaan di persimpangan.

Buruknya kinerja Simpang Ahmad Yani 1 dan Simpang Ahmad Yani 2 dilihat dari panjangnya antrian pada simpang karena penumpukan kendaraan pada kaki – kaki simpang dan banyaknya konflik lalu lintas yang terjadi sehingga menghambat perjalanan. Analisis persimpangan yang sudah dilakukan bidang Manajemen Rekayasa Lalu Lintas menunjukkan hasil untuk Simpang Ahmad Yani 1 memiliki derajat kejenuhan 0,59, panjang antrian rata – rata 70 meter, serta tundaan simpang sebesar 37,21 detik/smp. Pada Simpang Ahmad Yani 2 memiliki derajat kejenuhan 0,64, panjang antrian 73,33 meter, serta tundaan simpang sebesar 37,75 detik/smp. Berikut disampaikan rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja persimpangan eksisting pada Simpang Ahmad Yani 1 dan Ahmad Yani 2?
2. Bagaimana kinerja Simpang Ahmad Yani 1 dan Simpang Ahmad Yani 2 setelah dilakukan koordinasi?
3. Bagaimana perbandingan kinerja kedua simpang sebelum dan setelah dilakukan koordinasi?

Penelitian dimaksudkan untuk memberikan gambaran kondisi eksisting serta memberikan usulan dalam meningkatkan kinerja lalu lintas pada Simpang Ahmad Yani 1 dan Simpang Ahmad Yani 2. Adapun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kinerja saat ini pada Simpang Ahmad Yani 1 dan Simpang Ahmad Yani 2
2. Menganalisis kinerja kedua persimpangan setelah dilakukan koordinasi antar simpang
3. Menganalisis perbandingan kinerja kedua simpang sebelum dan setelah dilakukan koordinasi

METODE PENELITIAN

Tahap penelitian

Tahapan penelitian merupakan urutan yang dilakukan dalam menganalisis dari tahapan awal sampai tahap akhir penelitian. Berikut adalah tahapan – tahapan yang dilakukan dalam melakukan analisa penelitian:

1. Identifikasi Masalah
Pada tahapan pengidentifikasian masalah akan diketahui masalah yang terdapat pada wilayah studi. Setelah mengetahui masalah yang ada pada wilayah studi kemudian merumuskan permasalahan tersebut.
2. Pengumpulan Data
Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang diperlukan antara lain data inventarisasi simpang, data volume lalu lintas, data waktu siklus, data jarak antar simpang, dan data waktu perjalanan. Sedangkan data sekunder yang disiapkan meliputi peta jaringan jalan dan peta tata guna lahan.
3. Analisis Data
Setelah tahap pengumpulan data, maka data selanjutnya dilakukan analisis kondisi eksisting dan kondisi yang direncanakan terhadap wilayah studi

4. Keluaran (Output)

Tahapan ini merupakan tahap akhir dimana pada tahapan ini akan diketahui usulan yang terbaik dalam mengkoordinasikan Simpang Ahmad Yani 1 dan Simpang Ahmad Yani 2

Teknik pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan untuk mengetahui informasi berkaitan dengan keperluan informasi demi kelancaran penelitian. Data yang diperlukan berupa data primer dan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait. Sedangkan data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dengan melakukan pengamatan di lapangan. Data sekunder meliputi peta dan data jaringan jalan yang di dapat Dinas Pekerjaan Umum Kota Parepare serta data tata guna lahan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. Data primer didapatkan berdasarkan survei langsung di lapangan diantaranya survei inventarisasi persimpangan, survei pencacahan gerakan membelok terklasifikasi, dan survei moving car observer (MCO)

Metode Analisis Data

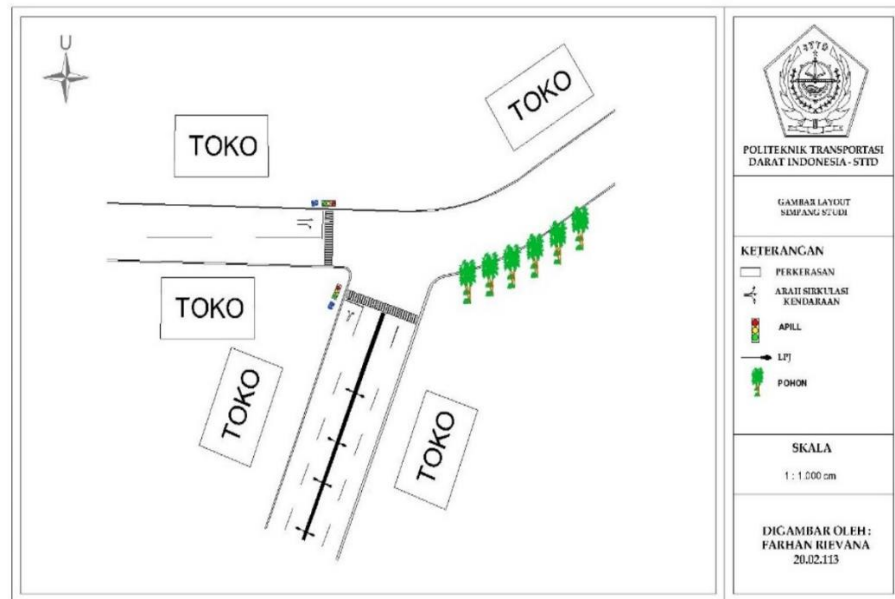
Untuk analisis data yang dilakukan menggunakan perhitungan MKJI 1997

1. Analisis kinerja simpang eksisting
Untuk mengetahui kinerja simpang dalam kondisi eksisting dilihat dari derajat kejenuhan, antrian, dan tundaan.
2. Optimasi waktu siklus sinyal lalu lintas
Untuk merencanakan waktu siklus yang baru untuk kedua simpang yang sesuai dengan kondisi arus lalu lintas saat ini serta arus jenuh pada tiap kaki simpang.
3. Pengkoordinasian simpang
Merencanakan waktu siklus yang sama untuk kedua simpang sesuai dengan persyaratan dilakukannya koordinasi simpang.
4. Pemilihan usulan terbaik
Melakukan perbandingan antar skenario untuk memperoleh kinerja terbaik.
5. Pembuatan diagram koordinasi
Setelah didapatkan waktu siklus yang terbaik, dilakukan pembuatan diagram koordinasi dengan waktu offset dan bandwidth yang dipertimbangkan dari waktu tempuh yang diperlukan antar simpang.
6. Perbandingan kinerja eksisting dan pengkoordinasian
Melakukan perbandingan kinerja simpang pada kondisi eksisting dan kinerja simpang setelah dilakukan pengkoordinasian dilihat dari derajat kejenuhan, antrian, dan tundaan

PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Wilayah Kajian

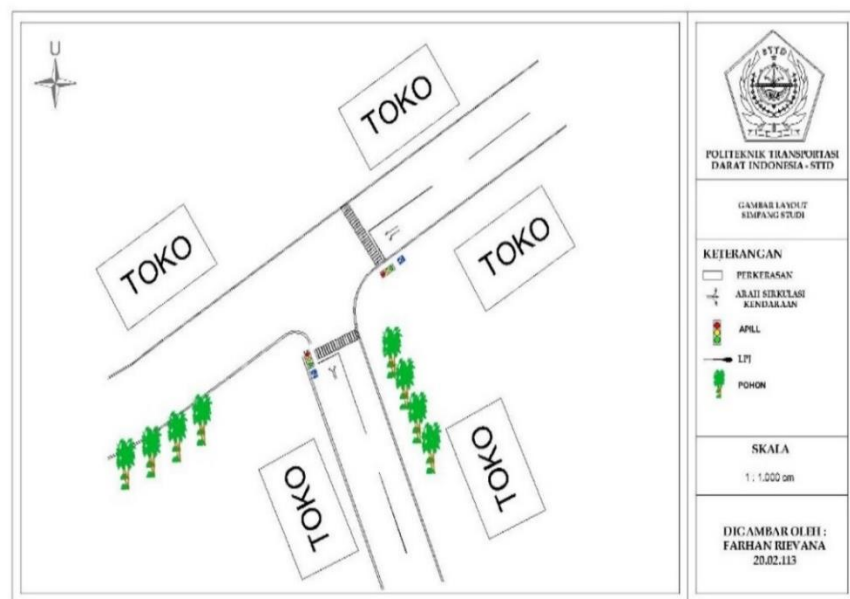
Simpang Ahmad Yani 1 merupakan simpang terburuk kedua di Kota Parepare. Simpang Ahmad Yani 1 terdiri dari 3 kaki simpang dengan pengaturan 2 fase memiliki waktu siklus yang sama setiap jam dengan total siklus 66 detik. Setiap kaki simpang memiliki waktu hijau 28 detik, waktu merah semua (*allred*) 3 detik, dan waktu kuning (*amber*) 2 detik. Berikut merupakan layout dan tabel geometrik dari Simpang Ahmad Yani 1 :



Gambar 1. Layout Simpang Ahmad Yani 1

Sumber : Hasil Analisis 2023

Simpang Ahmad Yani 2 merupakan simpang terburuk pertama di Kota Parepare. Simpang Ahmad Yani 2 terdiri dari 3 kaki simpang dengan pengaturan 2 fase memiliki waktu siklus yang sama setiap jam dengan total siklus 66 detik. Setiap kaki simpang memiliki waktu hijau 28 detik, waktu merah semua (allred) 3 detik, dan waktu kuning (amber) 2 detik. Berikut merupakan layout dari Simpang Ahmad Yani 2 :



Gambar 2. Layout Simpang Ahmad Yani 2

Sumber : Hasil Analisis 2023

Kinerja Eksisting Simpang

Kinerja persimpangan dinilai dari tiga indikator yaitu derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Pengukuran kinerja simpang dilihat dari volume tertinggi pada satu jam tersibuk yaitu jam sibuk pagi (07-30-08.30) WITA jam sibuk siang,(11.30- 12.3.00) WITA dan jam sibuk sore (16.30-17.30) WITA. Kinerja kedua simpang dalam kondisi eksisting dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel. 1 Kinerja Eksisting Simpang Ahmad Yani 1

Pendekat	Derajat	Panjang	Tundaan
	Kejenuhan	Antrian (m)	(detik/smp)
Utara	0,28	20	35,38
Selatan	-	-	-
Timur	0,41	50	35,77
Barat	0,59	70	37,21

Tabel 2. Kinerja Eksisting Simpang Ahmad Yani 2

Pendekat	Derajat	Panjang	Tundaan
	Kejenuhan	Antrian (m)	(detik/smp)
Utara	0,28	39,29	34,92
Selatan	-	-	-
Timur	0,64	73,33	37,75
Barat	0,57	66,67	36,94

Optimasi Waktu Siklus Simpang

Sebelum melakukan koordinasi simpang, dilakukan optimasi untuk memperoleh waktu siklus yang sesuai dengan kapasitas dan arus lalu lintas pada simpang.

Tabel 3. Kinerja Simpang Ahmad Yani 1

Pendekat	Derajat	Panjang	Tundaan
	Kejenuhan	Antrian (m)	(detik/smp)
Utara	0,54	15	22,38
Selatan	-	-	-
Timur	0,37	33	20,66
Barat	0,54	40	21,88

Berdasarkan tabel diatas Simpang Ahmad Yani 1 setelah dilakukan optimasi memiliki derajat kejenuhan 0,54, panjang antrian 40 meter, tundaan 22,38 detik/smp

Tabel 4. Kinerja Simpang Ahmad Yani 2

Pendekat	Derajat	Panjang	Tundaan
	Kejenuhan	Antrian (m)	(detik/smp)
Utara	0,56	25,00	22,79
Selatan	-	-	-
Timur	0,56	43,33	22,20
Barat	0,50	40,00	21,74

Berdasarkan tabel diatas Simpang Ahmad Yani 2 setelah dilakukan optimasi waktu siklus memiliki derajat kejenuhan 0,56, panjang antrian 40 meter, dan tundaan rata – rata 22,79 detik/smp

Kinerja Lalu Lintas Berdasarkan Koordinasi Simpang

1. Usulan 1

Usulan 1 menggunakan waktu siklus optimasi dari Simpang Ahmad Yani 1 yaitu 36 detik, kemudian diterapkan pada semua simpang agar memiliki panjang waktu siklus sama

Tabel 5. Kinerja Simpang Usulan 1
Simpang Ahmad Yani 1

Pendekat	Derajat kejenuhan	Antrian (m)	Tundaan (detik/smp)
Utara	0,54	11,67	22,38
Selatan	-	-	-
Timur	0,37	30,00	20,66
Barat	0,54	36,67	21,88
Simpang Ahmad Yani 2			
Pendekat	Derajat Kejenuhan	Antrian (m)	Tundaan (detik/smp)
Utara	0,57	25,00	22,46
Selatan	-	-	-
Timur	0,57	43,33	21,77
Barat	0,50	40,00	21,28

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa untuk derajat kejenuhan pada Simpang Ahmad Yani 1 adalah 0,54, Simpang Ahmad Yani 2 adalah 0,57. Panjang antrian Simpang Ahmad Yani 1 adalah 40 m, Simpang Ahmad Yani 2 40 m. Tundaan pada Simpang Ahmad Yani 1 adalah 22,38 det/smp, Simpang Ahmad Yani 2 adalah 22,46 det/smp.

2. Usulan 2

Usulan 2 menggunakan waktu siklus optimasi dari Simpang Ahmad Yani 1 yaitu 37 detik, kemudian diterapkan pada semua simpang agar memiliki panjang waktu siklus sama.

Tabel. 6 Kinerja Simpang Usulan 2
Simpang Ahmad Yani 1

Pendekat	Derajat kejenuhan	Antrian (m)	Tundaan (detik/smp)
Utara	0,54	11,67	22,76
Selatan	-	-	-
Timur	0,37	30,00	21,10
Barat	0,54	36,67	22,28
Simpang Ahmad Yani 2			
Pendekat	Derajat Kejenuhan	Antrian (m)	Tundaan (detik/smp)
Utara	0,56	25,00	22,79
Selatan	-	-	-
Timur	0,56	43,33	22,20
Barat	0,50	40,00	21,74

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa untuk derajat kejenuhan pada Simpang Ahmad Yani 1 adalah 0,54, Simpang Ahmad Yani 2 adalah 0,56. Panjang antrian Simpang Ahmad Yani 1 adalah 36,67 m, Simpang Ahmad Yani 2 43,33 m. Tundaan pada Simpang Ahmad Yani 1 adalah 22,76 det/smp, Simpang Ahmad Yani 2 adalah 22,79 det/smp.

3. Usulan 3

Usulan 3 menggunakan 3 fase dengan waktu siklus pada Simpang Ahmad Yani 1 yaitu 61 detik, Simpang Ahmad Yani 2 yaitu 83 detik.

Tabel. 7 Kinerja Simpang Usulan 3
Simpang Ahmad Yani 1

Pendekat	Derajat kejenuhan	Antrian (m)	Tundaan (detik/smp)
Utara	0,73	21,67	39,14
Selatan	-	-	-
Timur	0,73	46,67	37,84
Barat	0,73	66,67	36,40
Simpang Ahmad Yani 2			
Pendekat	Derajat Kejenuhan	Antrian (m)	Tundaan (detik/smp)
Utara	0,75	46,43	52,18
Selatan	-	-	-
Timur	0,75	86,67	47,12
Barat	0,75	80,00	47,58

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa untuk derajat kejenuhan pada Simpang Ahmad Yani 1 adalah 0,73, Simpang Ahmad Yani 2 adalah 0,75. Panjang antrian Simpang Ahmad Yani 1 adalah 66,67 m, Simpang Ahmad Yani 2 86,67 m. Tundaan pada Simpang Ahmad Yani 1 adalah 39,14 det/smp, Simpang Ahmad Yani 2 adalah 52,18 det/smp.

Perbandingan Kinerja Eksisting dengan Usulan

Tabel. 8 Perbandingan Kinerja Eksisting dan Koordinasi

Simpang	Eksisting			Koordinasi		
	Derajat kejenuhan	Antrian (m)	Tundaan (det/smp)	Derajat kejenuhan	Antrian (m)	Tundaan (det/smp)
Ahmad Yani 1	0,59	70	37,21	0,54	36,67	22,38
Ahmad Yani 2	0,64	73,33	37,75	0,64	43,33	22,46

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa perbandingan kinerja eksisting dengan kinerja koordinasi ada penurunan angka, artinya setelah dilakukan koordinasi terjadi peningkatan kinerja simpang.

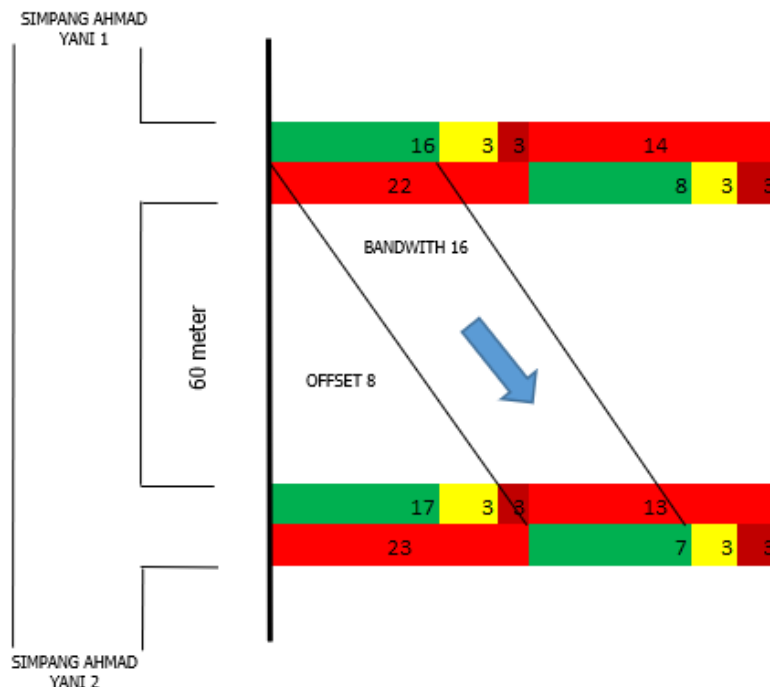
Diagram Koordinasi

Setelah dilakukan perbandingan, maka diperoleh scenario 1 yang memiliki kinerja lebih bagus. Berikut ini adalah diagram yang menggambarkan koordinasi antar simpang sesuai dengan waktu siklus pada scenario koordinasi 1. Waktu offset ditentukan berdasarkan waktu tempuh antar kedua simpang. Berikut akan ditampilkan diagram koordinasi dua simpang kajian yaitu Simpang Ahmad Yani 1 dan Ahmad Yani 2.

Tabel. 9 Waktu Tempuh Ruas Penghubung Simpang

Arah	Jarak (m)	Jarak (km)	Kecepatan (km/jam)	Waktu (detik)
Simpang Ahmad Yani 1 ke Simpang Ahmad Yani 2	60	0,06	28,21	8
Simpang Ahmad Yani 2 ke Simpang Ahmad Yani 1	60	0,06	23,19	9

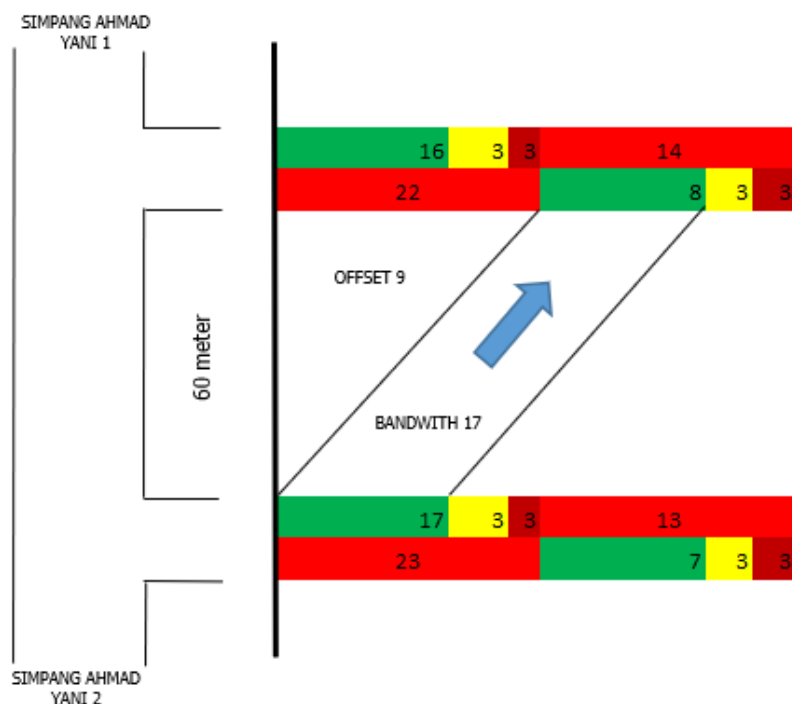
1. Diagram koordinasi dari Simpang Ahmad Yani 1 menuju Simpang Ahmad Yani 2



Gambar 3. Diagram Koordinasi Simpang Ahmad Yani 1 ke Simpang Ahmad Yani 2

Dari grafik diatas diketahui bahwa hasil perhitungan jarak dibagi waktu didapatkan offset antar simpang 8 detik dengan kecepatan 28,21 km/jam dan bandwidth 16 detik. Pengendara akan mendapatkan waktu hijau pada simpang berikutnya dengan selisih waktu 8 detik setelah waktu hijau pada simpang pertama. Durasi kuning yang digunakan yaitu 3 detik.

2. Diagram koordinasi dari Simpang Ahmad Yani 2 menuju Simpang Ahmad Yani 1



Gambar 3. Diagram Koordinasi Simpang Ahmad Yani 2 ke Simpang Ahmad Yani 1

Dari grafik diatas diketahui bahwa hasil perhitungan jarak dibagi waktu didapatkan offset antar simpang 9 detik dengan kecepatan 23,19 km/jam dan bandwidth 17 detik. Pengendara akan mendapatkan waktu hijau pada simpang berikutnya dengan selisih waktu 9 detik setelah waktu hijau pada simpang pertama. Durasi kuning yang digunakan yaitu 3 detik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Kinerja simpang bersinyal diukur dari beberapa indikator yaitu derajat kejenuhan, antrian, serta tundaan. Berdasarkan survei dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan hasil kinerja simpang kajian dalam kondisi eksisting sebagai berikut :

a. Simpang Ahmad Yani 1 memiliki derajat kejenuhan 0,59. Panjang antrian 70 meter. Tundaan 37,21 detik/smp. Pada uraian tersebut, Simpang Ahmad Yani 1 memiliki tingkat pelayanan "D". Simpang ini memiliki waktu siklus 66 detik dengan setiap kaki simpang memiliki waktu hijau 28 detik, waktu merah semua (allred) 3 detik, dan waktu kuning (amber) 2 detik. Simpang ini terdiri dari 3 kaki simpang dengan pengaturan 2 fase

b. Simpang Ahmad Yani 2 memiliki derajat kejenuhan 0,64. Panjang antrian 73,33 meter. Tundaan 37,75 detik/smp. Pada uraian tersebut, Simpang Ahmad Yani 2 memiliki tingkat pelayanan "D". Simpang ini memiliki waktu siklus 66 detik dengan setiap kaki simpang memiliki waktu hijau 28 detik, waktu merah semua (allred) 3 detik, dan waktu kuning (amber) 2 detik. Simpang ini terdiri dari 3 kaki simpang dengan pengaturan 2 fase

2. Setelah dilakukan pengkoordinasi, dihasilkan kinerja koordinasi sebagai berikut :

a. Pada koordinasi simpang ini menggunakan waktu siklus optimasi 36 detik dengan pengaturan 2 fase didapatkan hasil kinerja simpang koordinasi Simpang Ahmad Yani 1 yaitu derajat kejenuhan 0,54. Panjang antrian 36,67 meter. Tundaan 22,38 detik/smp. Berdasarkan uraian tersebut, Simpang Ahmad Yani 1 memiliki tingkat pelayanan "C"

b. Simpang Ahmad Yani 2 dengan waktu siklus 36 detik memiliki derajat kejenuhan 0,57. Panjang antrian 43,33 meter. Tundaan 22,46 detik/smp. Berdasarkan uraian tersebut, Simpang Ahmad Yani 2 memiliki tingkat pelayanan "C"

3. Berdasarkan hasil perbandingan antara kinerja simpang dalam kondisi eksisting dengan kinerja simpang setelah dilakukan koordinasi, menunjukkan adanya peningkatan kinerja

pada simpang.

a. Simpang Ahmad Yani 1 mengalami penurunan derajat kejenuhan sebesar 8% menjadi 0,54. Panjang antrian sebesar 48% menjadi 36,67 meter. Tundaan sebesar 39% menjadi 22,38 detik/smp. Berdasarkan nilai tundaan tersebut, tingkat pelayanan berubah menjadi "C".

b. Simpang Ahmad Yani 2 mengalami penurunan derajat kejenuhan sebesar 11% menjadi 0,57. Panjang antrian sebesar 41% menjadi 43,33 meter. Tundaan sebesar 41% menjadi 22,46 detik/smp. Berdasarkan nilai tundaan tersebut, tingkat pelayanan berubah menjadi "C".

SARAN

Berdasarkan uraian kesimpulan diatas, ada beberapa saran yang diberikan yaitu :

1. Perlu dilakukan pengkoordinasi simpang bersinyal pada Simpang Ahmad Yani 1 dan Ahmad Yani 2 untuk memperoleh kinerja yang lebih baik
2. Sebagai saran untuk Dinas Perhubungan Kota Parepare agar dilakukan penelitian tentang pengkoordinasian sinyal lalu lintas terhadap simpang yang lokasinya berdekatan
3. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat menjadi referensi dalam mengambil kebijakan terkait penanganan masalah lalu lintas khususnya pada simpang bagi Dinas Perhubungan Kota Parepare

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2009. Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Direktorat Jendral Perhubungan Darat, Jakarta
- Blunden W.R., Clissold C.M., Fisher R.B. 1962. Distribution of Acceptance Gaps for Crossing and Turning Manoeuvres. Australian Road Research Board (ARRB) Conference 1st. Canberra. p.188-205.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta.
- Departemen Perhubungan. 1996. Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No. 273/HK.105/DRJD/96 tentang Pedoman Teknis Pengaturan Lalu Lintas di Persimpangan Berdiri Sendiri dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas. Jakarta. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Angkutan Kota dan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 1999. Rekayasa Lalu lintas terbitan pertama kali. Jakarta.
- Haradongan F. 2019. Kajian Manajemen Rekayasa Lalu Lintas di Simpang Perawang-Minas Kabupaten Siak. Jurnal Penelitian Transportasi Darat. Vol 21(2):191-198.
- Ikhwan, M., Legowo, S. J., & MHM, A. 2014. Analisa dan Koordinasi Sinyal antara Simpang Sumber dan Simpang POM Bensin Manahan. e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, 351-359.
- Kirono J. C, Puspasari N, Handayani N. 2018. Analisis koordinasi sinyal antar simpang (Studi kasus Jalan Rajawali-Tingang dan Jalan Rajawali-Garuda). Media Ilmiah Teknik Sipil. Vol 6 (2): 109-123.
- Kumalawati A, Sir T, Woda D. 2022. Kinerja Simpang Bersinyal pada Simpang Empat di Kota Ende. Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil. Vol. 11 (1)
- Laporan Umum Tim PKL Kota Parepare Angkatan. XLII. 2022. PTDI-STTD, Bekasi.
- Mc Shane W.R. and Roess R.P. 1990. Traffic Engineering. New Jersey: Printice Hall etc.
- Papacostas C.S., Ana Prevedourous P.D. 2005. Transportation Engineering Ana Planing. Singapura: Pretice Hall etc.
- Pribadi O. S, Fajri R, Simanjuntak R. 2020. Koordinasi empat simpang bersinyal untuk kelancaran arus lalu lintas di Kota Banjarmasin. Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat. Vol 11 (1): 44-51.
- Susanti A, Wibisno R. E, Ferdianto A. 2021. Studi perencanaan Simpang Koordinasi Jl. Dr. Soetomo – Jl. RA. Kartini – Jl. Pandegiling di Kota Surabaya. Jurnal Teknik Sipil. Vol 3 (1): 20-27.
- Taylor M dan Young W. 1996. Understanding Traffic System. Sydney:

AveburyTechnical.

Undang-Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. 2009. Jakarta.

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. 2015. Jakarta.