

**ANALISA KEBUTUHAN TRAFFIC LIGHT PADA SIMPANG EMPAT TAK
BERSINYAL GRABAG KABUPATEN MAGELANG****Bagas Pramono, Fajar Susilowati, Evi Puspitasari**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar,

Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116

E-mail: bagas9420@gmail.com**Intisari**

Simpang Grabag Kabupaten Magelang merupakan simpang empat tak bersinyal. Terdapat beberapa pusat kegiatan disekitar simpang seperti pasar dan terminal. Namun kondisi lalu lintas yang ada tidak teratur, terjadi tundaan dan antrian serta rawan sekali terjadi kecelakaan. Oleh karena itu diperlukan Analisa Kebutuhan *Traffic Light* dan perencanaan *traffic light* pada simpang tak bersinyal Grabag sehingga didapat pengendalian arus simpang dan sistem *traffic light* yang teratur.

Data diperoleh dari survey secara langsung selama 3 hari berupa data geometrik jalan dan volume lalu lintas. Sedangkan data populasi penduduk diperoleh dari BPS Kabupaten Magelang. Analisa dilakukan terhadap derajat kejenuhan dan tundaan

Berdasarkan Alat Pemberi Isyarat Lampu Lalu Lintas (APILL), simpang Grabag perlu dipasang *traffic light* karena kinerja simpang sudah tidak dapat melayani arus lalu lintas dengan baik pada pagi dan sore hari. Didapatkan derajat kejenuhan tertinggi sebesar 0,99 yang berarti sudah melebihi ketentuan nilai derajat kejenuhan yaitu 0,85 dari kapasitas. Arus total persimpangan rata-rata yaitu sebesar 22994 kend/jam selama 8 jam. Nilai ini juga sudah melebihi batas maksimum salah satu syarat perlu *traffic light* yaitu 750 kend/jam selama 8 jam. Pemasangan *traffic light* pada Simpang Grabag sudah layak dengan pengaturan 2 fase sehingga didapatkan nilai derajat kejenuhan yaitu 0,57 - 0,71 dan rata-rata tundaan menjadi 30 det/kend.

Kata kunci : *Simpang tak Bersinyal, Lampu lalu lintas, Perbaikan kinerja simpang*

Abstract

Magelang regency Grabag intersection is an intersection of four without a signal. There are several activity centers around the intersection such as markets and terminals. However, traffic conditions are irregular, there are delays and queues and are prone to accidents. Therefore need a Traffic Light Analysis and traffic light planning at the Grabag unmarked intersection so that an orderly traffic light system and intersection flow control are obtained.

Data obtained from direct survey for 3 days in the form of road geometric data and traffic volume. Population data were obtained from BPS Magelang District. The analysis was carried out on the degree of saturation and delay

Based on the Traffic Light Signal Signaling Tool (APILL), Grabag intersection needs to be installed with a traffic light because the performance of the intersection cannot serve traffic flow properly in the morning and evening. Highest degree of saturation is 0.99, which means that the value of the degree of saturation is 0.85 of the capacity. Total intersection flow averages 22994 vehicles / hour for 8 hours. This value has also exceeded the maximum limit, one of the requirements for traffic light, which is 750 vehicles / hour for 8 hours. Installation of traffic lights at Grabag Intersection is feasible with a 2-phase setting so that the degree of saturation is 0.57 - 0.71 and the average delay is 30 sec / vehicle.

Keywords : *Unsigned Intersections, Traffic Lights, Improved Intersection Performance*

1. Pendahuluan**1.1 Latar Belakang**

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia, jumlah kendaraan bermotor meningkat setiap tahunnya, dimana sepeda motor sebagai kendaraan yang mendominasi. Meningkatnya jumlah kendaraan di Indonesia dengan kapasitas jalan yang tetap akan mengakibatkan kemacetan sehingga berdampak pada peningkatan biaya perjalanan, pemanfaatan energi yang sia-sia, penurunan tingkat produktivitas kerja serta penurunan tingkat kesehatan manusia dan kualitas lingkungan yg buruk (Putri dkk, 2015). Kondisi arus lalu lintas di Indonesia yang terdiri dari beberapa moda transportasi seperti sepeda motor, bus, mobil, becak maupun andong/dokar pada suatu ruas jalan dengan arus lalu lintas yang bercampur (mixed traffic) menjadikan karakteristiknya berbeda dengan negara-negara maju yang mayoritas didominasi oleh kendaraan roda empat (Irawan dkk, 2015).

Konflik lalu lintas yang sering terjadi salah satunya adalah pada persimpangan jalan. Resiko dari konflik lalu lintas yang terdapat pada titik pertemuan apabila tidak memiliki pengatur seperti rambu tanda peringatan maka akan berakibat pada kecelakaan (Leny dkk, 2019). Persimpangan adalah bagian dari ruas jalan dimana arus dari berbagai arah atau jurusan bertemu. Itulah sebabnya di persimpangan terjadi konflik antara arus dari jurusan yang berlawanan dan saling memotong, sehingga mengakibatkan terjadinya kemacetan di sepanjang lengan simpang yang di sebabkan oleh hambatan samping, tingginya populasi kendaraan yang tidak di imbangi dengan ketersediaan infrastruktur jalan yang memadai. (Rorong dkk, 2015).

Salah satu upaya mengurangi kemacetan di persimpangan Kecamatan Grabag Kabupaten Magelang yaitu dengan lampu lalu lintas. Pengaturan warna lampu lalu lintas juga dapat diatur

dengan menerapkan graf kompatibel (Baruah, 2012). Arus-arus yang saling kompatibel dibagi atas beberapa kelompok. Pembagian kelompok tersebut berdasarkan atas banyaknya jumlah persimpangan. Pengaturan warna ini memungkinkan kelompok-kelompok arus yang saling kompatibel berada pada warna yang sama (Basriati dkk, 2016). Berkurangnya lebar efektif dari ruas jalan serta konflik yang terjadi pada persimpangan yang menyebabkan kemacetan lalu lintas, memerlukan analisa kinerja simpang tak bersinyal tersebut berdasarkan ukuran-ukuran yang berlaku. Dari analisis tersebut diharapkan kinerja simpang tak bersinyal di ruas Jl. Raya Grabag – Jl. Raya Mangli – Jl. Kyai Rahmat - Jl Grabag Senden Kecamatan Grabag Kabupaten Magelang dapat direncanakan solusi agar di daerah simpang tak bersinyal tersebut kemacetan dapat dikurangi dengan memisalkan rambu lalu lintas. Oleh sebab itu, akan dilakukan penelitian pada persimpangan tersebut termasuk apakah akan membutuhkan tera traffic light atau tidak sesuai situasi dan kondisi yang ada saat ini.

2. Landasan Teori**2.1 Persimpangan**

Menurut Abubakar dkk., (1995), persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan merupakan faktor-faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah perkotaan.

2.2 Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal adalah perpotongan atau pertemuan pada suatu bidang antara dua atau lebih jalur jalan raya dengan simpang masing-masing, dan pada titik-titik simpang tidak dilengkapi dengan lampu sebagai rambu-

rambu simpang. Simpang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari jaringan jalan. (Juniardi, 2008).

Ukuran-ukuran kinerja berikut dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometri, lingkungan dan lalu-lintas dengan metoda yang diuraikan diantaranya :

- Kapasitas
- Derajat kejenuhan
- Tundaan
- Peluang antrian
- Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Batas nilai variasi (berdasarkan perhitungan dalam kendaraan) ditunjukkan pada Tabel 2.1

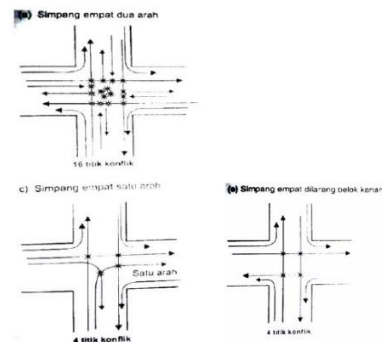
Tabel 2.1 Batas nilai variasi dalam data empiris untuk variabel-variabel masukan

Variabel	4-lengan			3-lengan		
	Min	Rata-2	Maks.	Min.	Rata-2	Maks.
Lebar Masuk	3,5	5,4	9,1	3,5	4,9	7
Rasio belok-kiri	0,1	0,17	0,29	0,06	0,26	0,5
Rasio belok-kanan	0	0,13	0,26	0,09	0,29	0,51
Rasio arus jalan simpang	0,27	0,38	0,5	0,15	0,29	0,41
%-kend ringan	29	56	75	34	56	78
%-kend berat	1	3	7	1	5	10
%-sepeda motor	19	33	67	15	32	54
Rasio kend tak bermotor	0,01	0,08	0,22	0,01	0,07	0,25

(Sumber : MKJI, 1997)

2.4 Konflik Pada Persimpangan

Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan yang satu dengan kendaraan yang lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki, oleh karena itu merupakan aspek penting dalam pengendalian lalu lintas. Satu penempatan jalan sebidang menghasilkan 16 titik konflik. Upaya memperlancar arus lalu lintas adalah dengan meniadakan titik konflik ini, misalnya dengan membangun pulau lalu lintas atau bundaran, memasang lampu lalu lintas yang mengatur giliran gerak kendaraan, menerapkan arus searah, menetapkan larangan belok kanan atau membangun simpang susun (Robby, 2010). Konflik pada persimpangan dapat dilihat pada Gambar 2.1 Titik Konflik Dipersimpangan 1 dan Gambar 2.2. Titik Konflik Dipersimpangan.



Gambar 2.1 Titik Konflik Dipersimpangan
(Sumber : MKJI 1997)

2.5 Data Masukan

Data yang diperlukan dalam pola pengaturan lampu lalu lintas adalah (sumber: MKJI, 1997:2-39) :

- Arus lalu lintas

Menghitung jumlah kendaraan menurut jenis dan arah pergerakan yang melalui titik pengamatan (memasuki persimpangan), dengan interval waktu 15 menit dan membagi jenis kendaraan menjadi kendaraan berat, kendaraan ringan, sepeda motor dan kendaraan tidak bermotor. Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri, belok kanan dan lurus) dari setiap jenis kendaraan yang mempunyai karakteristik pergerakan yang berbeda. Karena itu untuk menyamakan satuan dari masing-masing jenis kendaraan agar keluar dari antrian maka dikonversi dari gerakan perjam menjadi satuan mobil penumpang (smp) perjam dengan menggunakan ekuivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan, besarnya emp sesuai hasil penelitian dalam MKJI yaitu (MKJI, 1997: 2-10). Tabel Faktor Ekuivalen Mobil Penumpang dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Ekuivalen Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	Emp Untuk Tiap Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1	1
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

(Sumber : MKJI, 1997)

Keterangan :

LV = Light vehicle (kendaraan ringan)

HV = Heavy vehicle (kendaraan berat)

MC = Motor Cycle (sepeda motor)

2. Data Geometrik

Elemen geometrik yang diukur adalah :

a. Tipe lingkungan jalan

- 1) Komersial : tata guna lahan komersial (misalnya : toko, restoran, pasar, dan kantor) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- 2) Pemukiman : tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
- 3) Akses terbatas : jalan masuk langsung terbatas atau tidak sama sekali (misalnya karena adanya hambatan fisik, jalan samping dan sebagainya)
- 4) Lebar jalan
- 5) Jarak ke kendaraan parkir
- 6) Jarak normal antara garis henti dan kendaraan pertama yang diparkir disebelah hulu pendekat.

2.6 Kapasitas Persimpangan Jalan

Volume kendaraan yang dapat ditampung oleh suatu jalan lebih ditentukan oleh kapasitas persimpangan pada jalan tersebut dibandingkan dengan kapasitas jalan itu sendiri.

1. Kapasitas

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas. Bentuk model kapasitas menjadi sebagai berikut:
 $C = C_0 \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI$ (2.1)

Variabel-variabel masukan untuk perkiraan kapasitas (smp/jam) dengan menggunakan model tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Ringkasan variabel-variabel masukan model kapasitas

Tipe Variabel	Uraian variabel dan nama masukan	Faktor model	
Geometri	Tipe simpang	IT	
	Lebar rata-rata pendekat	W1	FW
	Tipe median jalan utama	M	FM
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	FCS
	Tipe lingkungan jalan	RE	
	Hambatan samping	SF	
Lalu lintas	Rasio kendaraan tak bermotor	PUM	FRSU
	Rasio belok-kiri	PLT	FLT
	Rasio belok-kanan	PRT	FRT
	Rasio arus jalan minor	QMI/Qror	FMI

(Sumber : MKJI, 1997)

2. Rasio Arus / Rasio Arus Jenuh

Dihitung dengan rumus :

$$FR = \frac{Q}{S} \text{(2.2)}$$

$$IFR = \frac{\sum(FR_{crit})}{\dots\dots\dots(2.3)}$$

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR} \text{(2.4)}$$

Dengan :

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

S = Arus Jenuh (smp/jam)

IFR = Rasio arus simpang

PR = Rasio fase

FR_{crit} = Rasio arus kritis

2.7 Perilaku Lalu Lintas

1. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalulintas terhadap kapasitas. Jika yang diukur adalah kejenuhan suatu simpang maka derajat kejenuhan disini merupakan perbandingan dari total arus lalulintas (smp/jam) terhadap besarnya kapasitas pada

suatu persimpangan (smp/jam). Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} \text{(2.5)}$$

dimana:

C = Kapasitas (smp/jam)

Q_{smp} = Arus total (smp/jam)
dihitung sebagai berikut:

$Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$

F_{smp} = Faktor smp, dihitung sebagai berikut:

$$F_{smp} = \frac{(empLV \times LV\% + empHV \times HV\% + empMC \times MC\%)}{100}$$

dimana $empLV$, $LV\%$, $empHV$, $HV\%$, $empMC$ dan $MC\%$ adalah emp dan komposisi lalu lintas untuk kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor

2. Tundaan

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. Tundaan dapat juga didefinisikan sebagai ketidaknyamanan pengendara, borosnya konsumsi bahan bakar dan kehilangan waktu perjalanan. Tundaan pada simpang dapat terjadi karena dua sebab :

1. Tundaan Lalu-Lintas (DT) akibat interaksi lalu-lintas dengan gerakan yang lain dalam simpang.
2. Tundaan Geometrik (DG) akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak-terganggu. Tundaan lalu-lintas seluruh simpang (DT), jalan minor (DTMI) dan jalan utama (DTMA), ditentukan dari kurva tundaan empiris dengan derajat kejenuhan sebagai variabel bebas. Tundaan geometrik (DG) dihitung dengan rumus :

$$DS < 1,0 :$$

$$DG = (1-DS) \times (PT \times 6 + (1-PT) \times 3) + DS \times 4 \quad (\text{det/smp})$$

$$\dots\dots\dots(2.6)$$

$$DS > 1,0: DG = 4$$
 dimana :
 DS = Derajat kejenuhan.
 PT = Rasio arus belok terhadap arus total.
 6 = Tundaan geometrik normal untuk kendaraan belok yang tak-terganggu (det/smp).
 4 = Tundaan geometrik normal untuk kendaraan yang terganggu (det/smp).

2.8 Tingkat Pelayanan Persimpangan Jalan

1. Kinerja Simpang

Tingkat pelayanan yang tidak memiliki signal ditetapkan berdasarkan kapasitas cadangan. Kriteria tingkat pelayanan untuk metodologi ini ditetapkan pada kondisi yang sangat umum, dan berhubungan dengan batas-batas tundaan secara umum pula Tingkat pelayanan dipengaruhi beberapa factor:

- a. Kecepatan atau Waktu perjalanan.

- b. Hambatan atau halangan lalu lintas (misalnya: jumlah berhenti perkilometer < kelambatan – kelambatan kecepatan secara tiba-tiba).
- c. Kebebasan tiba - tiba.
- d. Kenyamanan pengemudi

Berikut merupakan Kriteria tingkat pelayanan dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Kriteria tingkat pelayanan pada persimpangan tidak bersignal

LEVEL OF SERVICE (LOS)	KAPASITAS CADANGAN (Cr)
A	≥ 400
B	300-399
C	200-299
D	100-199
E	0-99
F	-

(Sumber : Warpani Swardjoko, Rekayasa Lalu Lintas, Jakarta 1985)

Tingkat pelayanan ditentukan dalam skala interval yang terdiri dari enam tingkat. Tingkat tingkat ini disebut : A, B, C, D, E, F, dimana A merupakan tingkat pelayanan tertinggi. Apabila volume bertambah maka kecepatan berkurang oleh bertambahnya banyak kendaraan sehingga kecepatan pengemudi menjadi berkurang.

2.9 Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas

Alat pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) adalah perangkat peralatan teknis yang menggunakan isyarat lampu untuk mengatur lalu lintas kendaraan di persimpangan atau pada ruas jalan. (Departemen Perhubungan. I-3)

Kriteria bahwa suatu persimpangan sudah harus dipasang alat pemberi isyarat lalu lintas adalah (Departemen Perhubungan. I-3)

- a. Arus minimal lalu lintas yang menggunakan rata-rata diatas 750 kendaraan/jam selama 8 jam dalam sehari.
- b. Atau bila waktu menunggu/tundaan rata-rata kendaraan di persimpangan telah melampaui 30 detik.
- c. Atau persimpangan digunakan oleh rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam dalam sehari.

- d. Atau sering terjadi kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan.
- e. Atau merupakan kombinasi dari sebab-sebab yang disebutkan di atas.

3. Metode Penelitian

Lokasi penelitian simpang empat tak bersinyal dapat dilihat pada gambar berikut ini :



3.1 Lokasi Simpang Empat Tak Bersinyal Grabag

Dalam studi ini dibutuhkan dua macam data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapat dengan cara melalui survey langsung dilapangan, sedangkan untuk data sekunder di dapatkan dengan cara meminta keterangan atau data dari instansi-instansi pemerintah yang terkait. Data primer merupakan data yang di dapat dilapangan dengan cara pengamatan secara langsung dilokasi studi. Data primer yang dibutuhkan diantaranya yaitu :

1. Data geometrik jalan
2. Data Arus Lalu lintas

Cara untuk mendapatkan data sekunder adalah dengan meminta keterangan atau penjelasan dan atau data dari instansi-instansi pemerintah terkait seperti Badan Pusat Statistik (BPS). Data yang dapat kita peroleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Magelang yaitu data jumlah penduduk kota Magelang. Data-data tersebut digunakan untuk pendukung dari data primer

Waktu pengambilan data lalu lintas dilakukan selama 3 hari pada 7 hari normal, pengamatan dilakukan pada hari

Senin, Selasa dan Sabtu, dimana hari-hari tersebut merupakan tingkat aktivitas yang tinggi disekitar simpang, dalam 3 hari pengamatan, dilakukan pengamatan 1 hari penuh (survey Pendahuluan) yaitu pada hari Senin, pengamatan dilakukan sesuai dengan pedoman MKJI 1997 yaitu selama 12 jam, survey dimulai pada pukul 06.00 WIB – 20.00 WIB, setelah survey pendahuluan, dapat ditentukan dimana pengambilan 3 sesi jam pada pagi, siang, dan sore, sedangkan untuk pengamatan pada 3 hari yakni Senin, Selasa, dan Sabtu, pencatatan berikutnya dilakukan sebanyak 3 sesi dalam satu hari dimana masing-masing periode 3 jam, sesi tersebut merupakan jam sibuk pada setiap harinya.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Volume Lalu Lintas

Data lalu lintas yang digunakan adalah data primer yang didapatkan langsung dilapangan. Mengetahui jam puncak pengamatan volume lalu lintas dilakukan selama 1 hari pada tanggal 6 Juli 2020.

Didapatkan total arus kendaraan pada hari Senin, 6 Juli 2020 dimana pada pengamatan selanjutnya dilaksanakan pada hari senin, selasa dan sabtu tanggal 13, 14 dan 17 Juli 2020. Survey dilakukan pada jam-jam sibuk dimulai dari pukul 06.00-09.00 WIB, siang hari pukul 11.00-14.00 WIB, sedangkan pada jam sibuk sore hari dimulai dari pukul 16.00-19.00 WIB. Volume lalu lintas dicatat setiap 15 menit agar didapat data yang akurat dan teliti. Selanjutnya pengolahan data dikumpulkan tiap 1 jam dengan interval yang digunakan tiap 15 menit.



Gambar 4.1 Grafik arus total kendaraan hari Senin, 6 Juli 2020

Tabel dibawah ini merupakan kombinasi arus lalu lintas total selama tiga hari pengamatan. Data ini diperoleh dari total arus kendaraan per simpang yang telah dijelaskan pada tabel-tabel diatas.

Tabel 4.1 Kombinasi arus lalulintas

JAM	SENIN	SELASA	SABTU	TOTAL
06.00-07.00	672	714	763	2149
06.15-07.15	683	736	774	2193
06.30-07.30	717	703	758	2178
06.45-07.45	767	726	770	2262
07.00-08.00	838	728	784	2350
07.15-08.15	924	772	799	2494
07.30-08.30	997	835	843	2674
07.45-08.45	983	787	796	2566
08.00-09.00	1001	832	755	2588
11.00-12.00	1011	1029	902	2942
11.15-12.15	987	1006	934	2926
11.30-12.30	962	889	926	2777
11.45-12.45	963	819	894	2675
12.00-13.00	940	837	906	2683
12.15-12.15	959	814	916	2688
12.30-12.30	946	790	873	2608
12.45-12.45	929	785	859	2573
13.00-14.00	906	776	863	2545
16.00-17.00	929	1077	961	2967
16.15-17.15	938	982	914	2834
16.30-17.30	920	872	876	2668
16.45-17.45	890	855	845	2590
17.00-18.00	889	779	828	2496
17.15-18.15	857	787	824	2468
17.30-18.30	830	784	810	2424
17.45-18.45	814	711	808	2333
18.00-19.00	802	689	813	2303
PUNCAK	1011	1077	961	2967

4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data dari instansi-instansi pemerintah terkait seperti Badan Pusat Statistik (BPS). Data yang dapat kita peroleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Magelang yaitu data jumlah penduduk Kabupaten Magelang.

Tabel 4.2 Data jumlah penduduk Kabupaten Magelang

Kelompok Umr	Proyeksi Penduduk									
	Laki-laki		Perempuan		Laki-laki+Perempuan		Laki-laki+Perempuan		Laki-laki+Perempuan	
0-4	48 055	48 429	48 830	46 736	47 098	47 493	94 791	95 527	96 323	
5-9	51 452	51 838	52 070	48 691	48 915	49 121	100 143	100 753	101 191	
10-14	53 364	53 263	53 137	49 234	49 349	49 332	102 598	102 612	102 469	
15-19	52 386	52 572	52 933	47 761	47 912	48 185	100 147	100 484	101 118	
20-24	49 884	49 563	49 038	44 062	43 759	43 350	93 946	93 322	92 388	
25-29	45 834	44 885	43 860	41 913	41 392	40 836	87 747	86 277	84 696	
30-34	42 976	42 761	42 807	42 856	42 957	43 382	85 832	85 718	86 189	
35-39	43 761	44 196	44 568	45 949	46 427	46 695	89 710	90 623	91 263	
40-44	45 010	45 005	44 973	47 270	47 057	46 844	92 280	92 062	91 817	
45-49	43 895	43 806	43 678	46 247	46 190	46 118	90 142	89 996	89 796	
50-54	42 054	41 660	41 172	44 983	44 535	43 979	87 037	86 195	85 151	
55-59	38 570	37 819	37 050	41 189	40 055	38 828	79 759	77 874	75 878	
60-64	33 670	32 476	31 360	34 136	32 627	30 952	67 806	65 203	62 312	
65-69	25 180	23 846	22 440	24 749	23 348	22 205	49 929	47 194	44 645	
70-74	16 418	15 560	14 959	17 608	17 086	16 601	34 026	32 646	31 560	
75+	20 265	19 614	18 934	25 263	24 473	23 709	45 528	44 087	42 643	
Jumlah	652 774	647 393	641 809	648 647	643 180	637 630	1 301 421	1 290 573	1 279 439	

4.3 Analisa Volume Lalu Lintas Pada Jam Puncak

Berikut merupakan data perhitungan lalulintas selama 8 jam dapat dilihat pada

tabel 4.3 Data arus kendaraan selama 8 jam :

Tabel 4.3 Data arus kendaraan selama 8 jam

WAKTU	LENGAN SIMPANG	JENIS KENDARAAN				TOTAL	RATA-RATA
		UM	MC	LV	HV		
SENIN	Jl. Raya Grabag	124	5933	841	113	23647	22994
	Jl. Kyai Rahmat	74	5896	745	94		
	Jl. Grabag Senden	28	3969	429	71		
	Jl. Raya Mangli	39	4636	605	50		
SELASA	Jl. Raya Grabag	191	5543	819	91	22658	
	Jl. Kyai Rahmat	60	5780	667	57		
	Jl. Grabag Senden	48	4191	491	60		
	Jl. Raya Mangli	73	4064	483	40		
SABTU	Jl. Raya Grabag	165	5791	783	93	22677	
	Jl. Kyai Rahmat	73	5576	628	67		
	Jl. Grabag Senden	47	4073	487	50		
	Jl. Raya Mangli	26	4246	510	62		

Dari hasil tersebut didapatkan hasil rata-rata arus kendaraan adalah 22994 kendaraan/jam hasil tersebut menunjukkan bahwa arus lalu lintas pada simpang tak bersinyal Jl. Raya Grabag – Jl. Raya Mangli – Jl. Kyai Rahmat - Jl Grabag Senden sudah melampaui 750 kendaraan/jam selama 8 jam yang merupakan salah satu kriteria pemasangan lampu lalu lintas, dan hasil ini juga menunjukkan bahwa simpang tersebut perlu dilakukan pemasangan traffic light atau lampu pengatur lalu lintas.

4.4 Analisis Simpang Tak Bersinyal Menurut MKJI 1997

Pada analisis ini menggunakan rumus MKJI 1997 dan terdapat dua formulir yang harus diisi, yakni USIG-I dan USIG-II. Pada formulir USIG-I merupakan isian data volume yang diambil dari jam puncak pada masing-masing periode pengamatan, yakni pagi, siang, dan sore. Sedangkan untuk formulir USIG-II terdapat tiga tabel perhitungan. Untuk tabel yang pertama merupakan tabel lebar pendekatan tipe simpang. Pada tabel ini akan diketahui lebar pendekatan rata-rata. Kemudian untuk tabel kedua dari formulir USIG-II adalah kapasitas. Dengan mendapatkan data faktor penyesuaian kapasitas (F), maka kapasitas dapat dihitung. Sedangkan untuk tabel ketiga adalah perilaku lalulintas. Pada tabel ini akan diperoleh nilai derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian. Berikut ini digunakan data pada hari Senin, 13 Juli 2020. Untuk data pada hari berikutnya dapat dilihat pada Formulir USIG-I dan USIG-II.

Tabel 4.4 Perhitungan kapasitas

Pilihan	Kapasitas Dasar C_d smp/jam	Faktor Penyesuaian Kapasitas (F)							Kapasitas
		Lebar Pendekat rata-rata	Median Jalan Utama	Ukuran Kota	Hambatan Samping	Belok Kiri	Belok Kanan	Rasio Minor/Total	
		F_w Gbr. B-3-1	F_m Gbr. B-3-1	F_{cs} Tbl. B-5-1	F_{su} Tbl. B-6-1	F_{lt} Gbr. B-7-1	F_{rt} Gbr. B-8-1	F_{su} Gbr. B-9-1	C
	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)
1	2900	1,18	1	1	0,90	1,773	1	0,893	4876,213
2	2900	1,18	1	1	0,95	1,779	1	0,892	3708,847
3	2900	1,18	1	1	0,90	1,247	1	0,892	3425,735

Tabel 4.5 Perhitungan Perilaku laulintas

Pilihan	Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam	Derajat Kejenuhan	Tundaan Lalu Lintas Simpang	Tundaan Lalu Lintas JI. Utama	Tundaan Lalu Lintas JI. Minor	Tundaan Geometrik Simpang	Tundaan Simpang	Peluang Antrian	Sasaran
	USIG-I Brs. 23-Kol.10	(DS)	D_{T1}	D_{ma}	D_{mi}	(DG)	(D)	(QP %)	
	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)
1	3346	0,686	7,203	5,36	39,148	4,246	11,449	19,298-38,699	0,686 < 0,85
2	3278	0,884	10,979	7,962	58,332	4,087	15,066	31,365-61,899	0,884 > 0,85
3	3253	0,950	12,995	9,262	75,305	4,038	17,033	36,208-71,466	0,950 > 0,85

4.5 Evaluasi Nilai Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni lebar pendekat, hambatan samping, ukuran kota, median jalan utama, dan rasio belok. Berikut ini hasil dari pengolahan data dari derajat kejenuhan (DS) pada kondisi eksisting selama periode waktu pengamatan :

Tabel 4.6 Data hasil pengolahan tundaan

Hari	Jam Puncak	Kapasitas (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Derajat kejenuhan	Tundaan rata-rata	Tingkat Pelayanan
Senin	Pagi	4876	3346	0,686	11,449	B
	Siang	3709	3278	0,884	15,066	C
	Sore	3426	3253	0,950	17,033	C
Selasa	Pagi	3549	2694	0,759	12,495	B
	Siang	3689	3283	0,890	15,229	C
	Sore	3661	3636	0,993	18,743	C
Sabtu	Pagi	3592	2987	0,832	13,854	B
	Siang	3497	3061	0,875	14,839	B
	Sore	3617	3358	0,928	16,309	C

4.6 Perencanaan menggunakan lampu lalu lintas

Kriteria untuk suatu persimpangan sudah harus dipasang alat pemberi isyarat lalu lintas adalah (Departemen Perhubungan. I-3)

1. Arus minimal lalu lintas yang menggunakan rata-rata diatas 750 kendaraan/jam selama 8 jam dalam sehari;
2. Atau bila waktu menunggu/tundaan rata-rata kendaraan di persimpangan telah melampaui 30 detik;

3. Atau persimpangan digunakan oleh rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam dalam sehari;
4. Atau sering terjadi kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan;
5. Atau merupakan kombinasi dari sebab-sebab yang disebutkan di atas.

4.7 Sekenario 1

1. Menggunakan 4 fase eksisting

Perencanaan pemasangan lampu sinyal 4 fase tanpa perencanaan geometrik.. Analisis yang digunakan menggunakan metode MKJI 1997. Pada perhitungan MKJI 1997 simpang bersinyal terdapat 5 formulir yang harus diisi, yakni:

1. Formulir SIG – I : geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan
 2. Formulir SIG – II : arus lalu lintas
 3. Formulir SIG – III : waktu antar hijau dan waktu hilang
 4. Formulir SIG – IV : penentuan waktu sinyal dan kapasitas
 5. Formulir SIG – V : panjang antrian, jumlah kendaraan berhenti dan tundaan.
- Untuk seluruh perhitungan selama waktu pengamatan, yakni hari Senin 13 Juli 2020, Selasa 14 Juli 2020, dan Sabtu 17 Juli 2020 di semua pendekat dapat dilihat pada Formulir SIG – I sampai SIG – V. Berikut ini adalah hasil perhitungan alternatif kedua selama 3 hari pengamatan.

4.8 Sekenario 2

1. Menggunakan 2 fase skenario eksisting

Untuk alternatif selanjutnya direncanakan 2 fase skenario 2 sesuai kondisi eksisting, dimana pada alternatif ini direncanakan kendaraan pada semua pendekat belok kiri jalan terus. Berikut ini adalah gambar perencanaan 2 fase skenario 2 dan hasil perhitungan dari alternatif 2 fase skenario 2 eksisting.

Berikut merupakan tabel kinerja persimpangan menggunakan dua fase pada masing- masing hari :

Tabel 4.7 Kinerja persimpangan
bersinyal 2 fase Senin, 13 Juli 2020

Jam Puncak	Pendekat	Arus laulintas (Q) (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (c)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejeihan	Tundaan rata-rata (det/smp)
Pagi	T	391	7	36	601	0,65	24
	S	321	6		494	0,65	43
	B	432	7		663	0,65	24
	U	439	7		674	0,65	27
Siang	T	391	7	36	599	0,65	25
	S	301	6		460	0,65	42
	B	469	7		718	0,65	24
	U	422	7		646	0,65	27
Sore	T	365	7	34	582	0,63	23
	S	268	5		426	0,63	47
	B	448	7		714	0,63	23
	U	447	7		712	0,63	26

Tabel 4.8 Kinerja persimpangan
bersinyal 2 fase Selasa, 14 Juli 2020

Jam Puncak	Pendekat	Arus laulintas (Q) (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (c)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejeihan	Tundaan rata-rata (det/smp)
Pagi	T	280	5	31	494	0,57	20
	S	305	6		537	0,57	61
	B	381	6		671	0,57	20
	U	329	5		579	0,57	23
Siang	T	312	6	36	481	0,65	25
	S	309	6		476	0,65	44
	B	504	8		777	0,65	23
	U	467	7		720	0,65	26
Sore	T	354	7	38	529	0,67	28
	S	266	6		397	0,67	30
	B	554	9		827	0,67	27
	U	522	8		779	0,67	28

Tabel 4.9 Kinerja persimpangan
bersinyal 2 fase Sabtu, 17 Juli 2020

Jam Puncak	Pendekat	Arus laulintas (Q) (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Waktu Siklus (c)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejeihan	Tundaan rata-rata (det/smp)
Pagi	T	379	7	33	633	0,60	21
	S	320	6		534	0,60	49
	B	372	6		622	0,60	21
	U	326	5		544	0,60	25
Siang	T	385	8	42	543	0,71	29
	S	336	7		475	0,71	48
	B	427	7		603	0,71	29
	U	707	11		997	0,71	29
Sore	T	365	7	35	572	0,64	24
	S	239	5		375	0,64	46
	B	468	7		734	0,64	24
	U	506	8		794	0,64	26

4.9 Perhitungan Sinyal 2 Fase

Berikut merupakan data yang digunakan untuk perhitungan dengan metode webster dapat dilihat pada Tabel 4.29 Pergerakan, Volume lalu lintas dan Arus jenuh pada hari Sabtu, 17 Juli 2020 pada jam siang

Tabl 4.10 Pergerakan, Volume lalu lintas (q) dan Arus jenuh (s)

Pergerakan	Volume Lalulintas (smp/jam)	Arus Jenuh (smp/jam)
Timur	385	3007
Selatan	336	2834
Barat	427	3636
Utara	707	3698

Menghitung Rasio antara volume lalu lintas dan arus jenuh (q/s) tiap pergerakan Perhitungan pergerakan nilai kritis :

$$y = q/s$$

dimana :

y = Pergerakan nilai kritis

q = Volume lalulintas

Tabel 4.11 Perhitungan Pergerakan

Pergerakan	q/s	y	Y
Utara	0,128	0.128	0,319 < 0,8
Selatan	0,118		
Timur	0,117	0.191	
Barat	0,191		
Total	0,554	0,319	

- Waktu siklus dipilih antara 40 dan 80 detik, dipilih C= 42 detik

Tabel 4.12 Batasan panjang waktu

Jumlah Phase	Panjang Waktu Siklus yang Disarankan
2	40 – 80 detik
3	50 – 100 detik
4	80 – 130 detik

- Waktu hijau efektif total
 $C - L = 42 - 8 = 34$ detik.
- Waktu hijau efektif dan waktu hijau aktual setiap Stage

Perhitungan waktu hijau efektif (detik) :

Utara - Selatan :

$$g1 = y1/Y \times 34 \\ = 0,128/0,319 \times 34 \\ = 14 \text{ detik}$$

Timur - Barat :

$$g1 = y1/Y \times 34 \\ = 0,191/0,319 \times 34 \\ = 20 \text{ detik}$$

Hasil perhitungan waktu hijau efektif (g) di tabel di bawah ini :

Tabel 4.13 Perhitungan waktu hijau efektif (g)

Stage	Waktu hijau efektif (detik)
Utara - Selatan	14
Timur - Barat	20

Hasil perhitungan di gambarkan dalam diagram phase dapat dilihat pada Gambar 4.20



Gambar 4.2 Diagram waktu sinyal
lalulintas 2 Fase

Jalan dengan empat buah simpang menggunakan dua *stage* memiliki waktu hijau aktual (k) yaitu dari arah Utara- Selatan di peroleh waktu 20 detik, dari arah Timur - Barat diperoleh waktu 20 detik. Waktu siklus yang dipilih (C) empat stage waktu yang dipilih adalah 42 detik.

5. Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Arus lalu lintas total persimpangan menunjukkan bahwa pada simpang tak bersinyal Jl. Raya Grabag – Jl. Raya Mangli – Jl. Kyai Rahmat - Jl Grabag Senden Kabupaten Magelang sudah melampaui 750 kendaraan/jam selama 8 jam dari data yang dilakukan selama survei yaitu data lalu lintas 8 jam pada tiap simpang, hasil ini menunjukkan bahwa simpang tersebut perlu dilakukan pemasangan traffic light atau lampu pengatur lalu lintas. Derajat kejenuhan persimpangan menunjukkan bahwa pada simpang tak bersinyal Perempatan Grabag sudah melampaui 0,85 yang seharusnya nilai derajat kejenuhan tidak melebihi 0,85 kapasitas. Hasil ini menunjukkan bahwa kinerja simpang sudah tidak mampu melayani arus lalu lintas dengan baik terutama pada periode siang dan sore hari.

Kondisi kinerja eksiting simpang dari perencanaan yang dilakukan didapatkan tundaan rata-rata maksimum yang terjadi pada simpang berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM 96 Tahun 2015, termasuk dalam kategori C, yang berarti bahwa kondisi tingkat pelayanan arus tidak stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah, kepadatan lalu lintas tinggi, pengemudi mulai merasakan kemacetan pendek dan sering terjadi kecelakaan. Setelah direncanakan pengaturan traffic light menggunakan 4 fase drajat kejenuhan dan tundaan rata-rata menurun dari analisa sebelumnya.

Dari analisa yang dilakukan Simpang Grabag sudah layak dipasang traffic light. Dipilih alternatif pemasangan lampu isyarat lalu lintas skenario 2 fase pada kondisi eksisting dari beberapa alternatif yang direncanakan. Alternatif ini dipilih karena nilai derajat kejenuhan dan panjang antrian paling rendah.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya, diharapkan untuk melakukan survey tundaan dan antrian, agar didapatkan hasil yang maksimal, meskipun hasil pada evaluasi MKJI 1997 sudah menunjukkan layak pada pemasangan traffic light, perlu ditinjau kembali pada pemasangan traffic light. Juga untuk mempertimbangkan solusi alternatif lain yang lebih maksimal.

Daftar Pustaka

- Abubakar, 1. dkk. 1995, *Menuju Lalu - Lintas Angkutan Jalan Yang Tertib*. Direktorat Perhubungan Darat. Jakarta.
- Anonim, 1996. *Pedoman Teknis Pengaturan Lalu Lintas Dipesimpangan Berdiri Sendiri dengan Alat Pemberi Isyarat lalu Lintas (APILL)*. Jakarta. Departemen PU.1-3, VII-7.
- Anonim, 2006. *Peraturan Menteri Perhubungan No KM 14 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan*. Jakarta. Departemen PU. 4, 16
- Basriati, S, Wahyuni, S 2016, *Penerapan Graf Kompatibel untuk Penentuan Waktu Tunggu Optimal dan Pengaturan Warna Lampu Lalu Lintas di Perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta*, Vol 2, No.2.
- Departemen Pekerjaan Umum (PU), 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta. Sweroad dan PT. Bina Karya.

Irawan, MZ, Putri, HN 2015, *Kalibrasi Vissim Untuk Mikrosimulasi Arus Lalu Lintas Tercampur Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta)*, 13(3), 97-106.

Juniardi, W, 2008, *Analisis Distribusi Pendapatan Petani Ubi Kayu Pola Kemitraan Dan Bukan Kemitraan Pada PT. Sari Pati Semudun Jaya Di Desa Bukit Batu Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten Pontianak*. Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian. Vol 1 No. 1.

Putri, HN, Irawan, ZM 2015, *Mikrosimulasi Mixed Traffic Pada Simpang Bersinyal Dengan Perangkat Lunak Vissim (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta)*, Vol 10, No 1.

Rorong, N, Elisabeth, L, Waani, EJ 2015, *Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal di Ruas Jalan S.Parman dan Jalan di.Panjaitan*, 3(1), 747-758.