

# OPTIMALISASI SIMPANG TAK BERSINYAL PADA PERSIMPANGAN H.M RUSLI DI KABUPATEN HULU SUNGAI SELATAN

**DESVIE ANISSAH PAIZAL**

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

[desvieaniss@gmail.com](mailto:desvieaniss@gmail.com)

**ATALINE MULIASARI**

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

**KUSNENDI SUHARDJO**

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

## ABSTRACT

*H.M Rusli Interchange in South Hulu Sungai Regency is an intersection that is the community's access to shopping centers, government, housing, offices and roads to downtown Kandangan. The large number of activities of the South Hulu Sungai community passing through this intersection resulted in the H.M Rusli intersection having a high degree of saturation which resulted in many vehicle delays. Research on the H.M Rusli intersection was conducted to analyze the performance of the road intersection. The survey data results show that the traffic volume and saturation degree value of 0.73 where this intersection is declared saturated and needs to be improved road performance. The analytical method used in this study uses the Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) 1997 to measure the performance of road sections. Furthermore, calculating the road capacity based on the calculation of performance after handling with the same conditions as existing. The existing condition of capacity at the H.M Rusli intersection is 3000.4 smp/hour. The proposal applied to the intersection is widening the road and adding a median to the major road section, so the capacity increases to 3946.37 junior high school/hour.*

**Keywords:** Optimization, Interchange, Intersection, MKJI 1997

## ABSTRAK

Simpang H.M Rusli di Kabupaten Hulu Sungai Selatan merupakan persimpangan yang menjadi akses masyarakat menuju pusat perbelanjaan, pemerintahan, perumahan, perkantoran dan jalan menuju pusat kota kandangan. Banyaknya aktifitas masyarakat Hulu Sungai Selatan yang melewati persimpangan ini mengakibatkan simpang H.M Rusli memiliki derajat kejenuhan yang tinggi yang mengakibatkan banyaknya terjadi tundaan kendaraan. Penelitian pada simpang H.M Rusli ini dilakukan untuk menganalisis kinerja simpang jalan. Hasil data survey menunjukkan bahwa volume lalu lintas dan nilai derajat kejenuhan sebesar 0.73 dimana persimpangan ini dinyatakan sudah jenuh dan perlu dilakukan peningkatan kinerja ruas jalan. Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia ( MKJI ) 1997 untuk mengukur kinerja ruas jalan. Selanjutnya menghitung kapasitas jalan berdasarkan perhitungan kinerja setelah penanganan dengan kondisi sama seperti eksisting. Kondisi eksisting kapasitas pada simpang H.M Rusli adalah 3000.4 smp/jam. Usulan yang diterapkan pada simpang tersebut adalah pelebaran jalan dan penambahan median pada ruas jalan mayor, maka kapasitas meningkat menjadi 3946.37 smp/jam.

**Kata Kunci:** Optimalisasi, Simpang, Persimpangan , MKJI 1997.

## PENDAHULUAN

Salah satu simpang di Kabupaten Hulu Sungai Selatan yang memerlukan evaluasi dan peningkatan kinerja adalah simpang empat tidak bersinyal H.M Rusli. Simpang H.M Rusli merupakan simpang tak bersinyal yang merupakan ajalan akses menuju pasar dan terhubung langsung dengan daerah CBD. Dimana ruas jalan kaki simpang tersebut menghubungkan pusat kegiatan masyarakat di Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Hal tersebut membuat arus lalu lintas pada simpang tersebut tinggi terutama pada jam sibuk dan hari libur sehingga sering terjadi konflik pada persimpangan tersebut. Setelah dilakukan unjuk kinerja, simpang tiga tidak bersinyal H.M Rusli Kabupaten Hulu Sungai Selatan menduduki peringkat 1 terburuk simpang tak bersinyal di kabupaten Hulu Sungai Selatan. Simpang ini memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,73 dengan tundaan simpang sebesar 12,51 det/smp dan peluang antrian 13,03%. Angka tersebut sudah menunjukkan bahwa simpang ini memiliki kinerja yang buruk dan perlu adanya peningkatan kinerja sehingga diperlukan pengaturan lalu lintas pada simpang ini serta mengingat lokasi simpang yang menghubungkan langsung ke daerah CBD sehingga memiliki arus lalu lintas yang padat yang menyebabkan terjaidnya konflik serta kemacetan pada simpang.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan tahap awal penelitian sampai pada tahap akhir penelitian, dimana akan menghasilkan suatu usulan- usulan dan kesimpulan agar pembaca dapat mengerti dengan menjelaskan dan merangkum objek yang ditulis serta alur dari penelitian. Pada penelitian dilakukan dengan pengambilan data primer dengan survey lapangan dan juga data sekunder. Analisa peningkatan kinerja ruas jalan ini mengacu pada pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Dari hasil tersebut dibandingkan dengan ketentuan standar kemudian jika sesuai maka jalan tersebut dianggap baik jika jalan tersebut ada yang tidak sesuai dengan standar maka perlu ada upaya rekomendasi dan saran mengenai pemecahan masalah tersebut.

## PEMBAHASAN

### A. Kinerja Lalu Lintas Simpang H.M Rusli

#### 1. Kapasitas Simpang Eksisting

Simpang H.M Rusli adalah simpang tak bersinyal, sehingga kapasitas simpang tak bersinyal dihitung dengan faktor-faktor yang berdampak pada perhitungan kapasitas simpang :

##### a. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar merupakan kapasitas yang ditentukan berlandaskan tipe persimpangan. Simpang H.M Rusli merupakan simpang dengan tipe 422 dengan kapasitas dasar 2900 smp/jam.

##### b. Faktor Koreksi Lebar Mulut Simpang

Berikut merupakan data perhitungan lebar mulut simpang masing- masing pendekat :

**Tabel 1** Lebar Mulut Simpang H.M Rusli

NO	KODE PENDEKAT	NAMAJALAN	LEBAR PENDEKAT (m)	STATUS
1	U	Panglima Batur	4	Mayor
2	B	Soeprapto	3,5	Minor
3	S	Panglima Batur	4	Mayor
4	T	H.M Rusli	3,5	Minor

Lebar mulut simpang rata-rata pada simpang H.M Rusli tersebut adalah 3,75 m sehingga faktor penyesuaian untuk lebarmulut simpang rata-rata dengan tipe 422 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Fw &= 0,70 + 0,0866 W1 \\ &= 0,70 + 0,0866 \times 3,75 \\ &= 1,02 \end{aligned}$$

##### c. Faktor Koreksi Median Pada Jalan Utama

Simpang H.M Rusli merupakan simpang yang tidak memiliki median sehingga faktor koreksi median untuk simpangini adalah 1,00.

##### d. Faktor Koreksi Ukuran Kota

Jumlah penduduk di kabupaten Hulu Sungai Selatan adalah 232.212 jiwa sehingga faktor penyesuaian untuk ukurankota untuk simpang H.M Rusli adalah 0,83.

##### e. Faktor Koreksi Lingkungan

Simpang H.M Rusli merupakan simpang dengan lingkungan jalan berupa komersial, hambatan samping yang tinggi dan rasio kendaraan tidak bermotor 0,00 sehingga faktor koreksi untuk simpang ini adalah 0,93.

##### f. Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kanan

Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang 4-LenganFrt= 1,0.

##### g. Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kiri

Faktor penyesuaian belok kiri didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Flt &= \frac{0,84 + 1,61Plt}{\text{Volume Kendaraan Belok Kiri}} \\ &= 0,84 + 1,61 \end{aligned}$$

*volume kendaraan yang melintas*

$$\begin{aligned} &= \frac{0,84 + 1,61^{738}}{2175} \\ &= 1,39 \end{aligned}$$

h. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor

Untuk memperoleh faktor koreksi rasio jalan arus minor perlu diketahui terlebih dahulu rasio arus minor dengan perhitungan berikut :

$$\begin{aligned} P_{mi} &= \frac{Q_{minor}}{Q_{total}} \\ &= \frac{893}{2175} \\ &= 0,41 \end{aligned}$$

Faktor koreksi dengan tipe simpang 422 dan  $P_{mi}$  sebesar 0,41 maka perhitungan faktor koreksi dengan rasio jalan arus minor adalah :

$$\begin{aligned} F_{mi} &= 1,19 \times P_{mi}^2 - 1,19 \times P_{mi} + 1,19 \\ F_{mi} &= 1,19 \times 0,41^2 - 1,19 \times 0,41 + 1,19 \\ &= 0,89 \end{aligned}$$

Setelah semua faktor penyesuaian diperoleh, maka perhitungan kapasitas simpang H.M Rusli adalah sebagaiberikut :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times F_w \times F_m \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi} \\ &= 2900 \times 0,98 \times 1,00 \times 0,88 \times 0,93 \times 1,39 \times 1,00 \times 0,89 \\ &= 3000,4 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan di atas, maka diiperoleh kapasitas simpang H.M Rusli adalah 3000,4 smp/jam.

2. Derajat Kejenuhan

Diketahui total arus pada simpang H.M Rusli adalah 2,175 smp/jam maka perthiungan untuk derajat kejenuhannya adalah sebabagi berikut :

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{2175}{3000} = 0,73 \end{aligned}$$

3. Tundaan

Perhitungan tundaan terbagi menjadi perhitungan tundaan lalu lintas, tundaan geometrik, tundaan simpang, tundaan jalan mayor dan tundaan jalan minor. Perhitungan dari masing-masing tundaan adalah sebagai berikut :

a. Tundaan Lalu Lintas

Karena derajat kejenuhan pada Simpang H.M Rusli adalah 0,57 maka rumus yang digunakan dalam perhitungan tundaan lalu lintas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DT &= 2 + 8,2078 \times DS \\ &= 2 + 8,2078 \times 0,73 \\ &= 8,25 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

b. Tundaan Geometrik

Karena derajat kejenuhan pada Simpang H.M Rusli  $<1,0$  maka rumus yang digunakan untuk perhitungan tundaan geometrik adalah:

$$\begin{aligned} DG &= (1 - DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4 \\ &= (1 - 0,73) \times (0,657 \times 6 + (1 - 0,657) \times 3) + 0,73 \times 4 \\ &= 4,26 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

c. Tundaan Simpang

Tundaan simpang merupakan penjumlahan antara tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik pada simpang. Tundaan simpang H.M Rusli adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} D &= DG + DT \\ &= 8,25 + 4,26 \\ &= 12,51 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

d. Tundaan Jalan Mayor

Karena derajat kejenuhan pada Simpang H.M Rusli  $<0,6$  maka berikut merupakan perhitungan tundaan jalan mayor pada Simpang H.M Rusli :

$$\begin{aligned} D_{ma} &= 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8 \\ &= 1,8 + 5,8234 \times 0,73 - (1 - 0,73) \times 1,8 \\ &= 6,17 \text{ det/smp} \end{aligned}$$



b. Kondisi Rambu Lalu Lintas

Berdasarkan hasil pengamatan, persimpangan H.M Rusli belum dilengkapi dengan rambu lalu lintas. Hal ini dapat memicu terjadinya konflik dan permasalahan lalu lintas persimpangan. Beberapa masalah yang dapat terjadi pada persimpangan H.M Rusli apabila belum dilengkapi rambu yaitu :

- 1) Banyak pengendara yang berhenti dan parkir sembarangan di area simpang yang dapat menyebabkan arus lalu lintas tersendat
- 2) Menurunnya kewaspadaan para pengendara kendaraan bermotor untuk mengurangi laju kendaraannya dan berhati-hati ketika hendak melintasi persimpangan.

C. Usulan Peningkatan Kinerja Simpang H.M Rusli

1. Pemasangan APILL

Perhitungan yang dilakukan berdasarkan volume lalu lintas di setiap ruang simpang. Perhitungan dilakukan berdasarkan waktu per jam untuk beberapa periode, misalnya lalu lintas jam sibuk pagi, siang, malam. Besarnya waktu yang direncanakan diperoleh dari jam sibuk, yang merupakan jumlah dari kelas kendaraan individu ( LV, HV, MC ) dibagi dengan faktor K. Faktor K adalah nilai yang dihasilkan dari jenis kota dan jalan. Sehingga untuk simpang H.M Rusli sebagai berikut :

Untuk Arus Pada Jalan Minor :

Diketahui:

$$VJP = 898 \text{ smp/jam}$$

K= karena jumlah penduduk Kabupaten Hulu Sungai Selatan kurang dari 1 juta, penduduk dan lokasi simpang merupakan jalan – jalan pada daerah komersial maka nilainya 8%.

Ditanya : LHR .....?

Jawab :

$$= \frac{VJP}{K}$$

$$= \frac{898}{0,08}$$

$$= 11.228 \text{ kend/jam}$$

Untuk Ruas Jalan Mayor Diketahui :

$$VJP = 1293 \text{ smp/jam}$$

K = karena jumlah penduduk Kabupaten Hulu Sungai Selatan kurang dari 1 juta, penduduk dan lokasi simpang merupakan jalan – jalan pada daerah komersial maka nilainya 8%.

Ditanya : LHR .....?

Jawab =

$$= \frac{VJP}{K}$$

$$= \frac{1293}{0,08}$$

$$= 16.146 \text{ kend/jam}$$

2. Kinerja Simpang Usulan I

Berikut adalah perhitungan simpang H.M Rusli dengan usulan kedua.

a. Perhitungan Kapasitas

Optimalisasi Simpang H.M Rusli dengan skenario usulan kedua ini dilakukan dengan cara membuat simpang H.M Rusli menjadi simpang bersinyal dengan 4 fase. Perhitungan kinerja Simpang H.M Rusli pada skenario usulan 1 dapat dilihat dibawah ini.

1) Arus Jenuh (So)

Berikut merupakan perhitungan arus jenuh dasar simpang H.M Rusli :

**Tabel 2** Arus Jenuh Dasar H.M Rusli

NO	Kode Pendekat	Lebar efektif (We) (m)	Arus Jenuh Dasar (So) (smp/jam)
1	U	5	3000
2	S	5	3000
3	B	4.5	2700
4	T	4.5	2700

Dari tabel diatas dapat diketahui arus jenuh pada simpang H.M Rusli berdasarkan perhitungan lebar efektif dengan nilai arus jenuh didapatkan nilai yakni pada pendekat utara dan selatan arus jenuh dasar lebih tinggi dibandingkan dengan pendekat barat dan timur

- 2) Faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf)

**Tabel 3** Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

No	Kode Pendekat	Tipe Fase	Hambatan Samping	Lingkungan Jalan	Fsf
1	U	P	Tinggi	Komersial	0,93
2	S	P	Tinggi	Komersial	0,93
3	B	P	Tinggi	Komersial	0,93
4	T	P	Tinggi	Komersial	0,93

- 3) Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Jumlah penduduk Kabupaten Hulu Sungai Selatan adalah 232.212 juta jiwa dimana termasuk ke dalam kategori ukuran kota kecil dengan faktor penyesuaian ukuran kota yakni 0,83.

- 4) Faktor penyesuaian kelandaian (Fg)

Kelandaian persimpangan untuk masing – masing kaki simpang adalah datar (0%), oleh karena itu  $F_g = 1,00$

- 5) Faktor penyesuaian parkir (Fp)

Di sekitar Simpang H.M Rusli tidak terdapat ruang untuk parkir, sehingga untuk faktor penyesuaian parkir  $F_p = 1,00$

- 6) Faktor penyesuaian rasio belok kanan (Frt)

Faktor Penyesuaian Belok Kanan  $FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$

**Tabel 4** Faktor Penyesuaian Rasio Belok Kanan

No	Kode Pendekat	Prt	Frt
1	U	0,29	1,08
2	S	0,34	1,09
3	B	0,37	1,10
4	T	0,29	1,08

- 7) Faktor Penyesuaian Rasio Belok Kiri (FLT)

**Tabel 5** Faktor Penyesuaian Belok Kiri

No	Kode Pendekat	Prt	Frt
1	U	0,34	0,95
2	S	0,33	0,95
3	B	0,35	0,94
4	T	0,35	0,94

- 8) Arus Jenuh (S)

**Tabel 6** Arus Jenuh Tiap Kaki Simpang Usulan I

No	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S (smp/jam)
1	U	3000	0,83	0,93	1	1	1,08	0,95	2354,7
2	S	3000	0,83	0,93	1	1	1,09	0,95	2384,0
3	B	2700	0,83	0,93	1	1	1,10	0,94	2156,2
4	T	2700	0,83	0,93	1	1	1,08	0,94	2116,8

- 9) Rasio Arus

**Tabel 7** Rasio Arus Simpang Usulan I

No	Kode Pendekat	Arus	Kapasitas Disesuaikan	Rasio Arus
1	U	506	2354,7	0,21
2	S	478	2384,0	0,20
3	B	203	2156,2	0,09
4	T	447	2116,8	0,21

10) Rasio Arus Sempang (IFR)

$$IFR = \sum (FR_{crit})$$

$$IFR = (0,21+0,20+0,21)$$

$$IFR = 0,72$$

11) Rasio Fase (PR)

**Tabel 8** Rasio Fase Tiap Kaki Sempang Usulan I

No	Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
1	U	0,21	0,34
2	S	0,20	0,32
3	B	0,09	0,15
4	T	0,21	0,34

b. Perhitungan Siklus

1) Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

$$Cua = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR}$$

$$Cua = \frac{1,5 \times 15 + 5}{1 - 0,62}$$

$$Cua = 82 \text{ detik}$$

2) Waktu Hijau

$$g_i = (Cua - LTI) \times PR$$

**Tabel 9** Waktu Hijau Tiap Kaki Sempang Usulan I

No	Pendekat	Rasio Fase	Gi
1	U	0,30	20
2	S	0,28	19
3	B	0,13	20
4	T	0,29	20

3) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Karena pada skenario ini menggunakan 4 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar untuk kaki sempang mayor dan kaki sempang minor.

$$\sum c = g + LTI$$

$$= (20+19+20) + 15$$

$$= 82 \text{ detik.}$$

4) Kapasitas

**Tabel 10** Kapasitas Tiap Kaki Sempang Usulan I

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (detik)	Waktu siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	U	2354,7	20	82	574
2	S	2384,0	19	82	542
3	B	2156,2	20	82	231
4	T	2116,8	20	82	508

5) Derajat Kejenuhan

**Tabel 11** Derajat Kejenuhan Tiap Kaki Sempang Usulan I

No	Kode Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
1	U	506	574	0,88
2	S	478	542	0,88
3	B	203	231	0,88
4	T	447	508	0,88

c. Perhitungan Antrian dan Tundaan

1) Panjang Antrian

Jumlah SMP Yang Tersisa Dari Fase Hijau Sebelumnya

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

**Tabel 12** Perhitungan Jumlah Smp yang Tersisa Dari Fase Sebelumnya

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C)	DS	NQ1
1	U	574	0,88	2,95
2	S	542	0,88	2,94
3	B	231	0,88	2,68
4	T	508	0,88	2,92

Tabel diatas merupakan hasil perhitungan jumlah smp yang tersisa pada fase sebelumnya pada tiap pendekat di simpang H.M Rusli.

**Tabel 13** Perhitungan Jumlah SMP Yang Datang Pada Selama Fase Merah

No	Kode Pendekat	RasioHijau (g/c)	Waktu siklus (c)	DS	Q	NQ2
1	U	0,053	82	0,88	506	10,30
2	S	0,053	82	0,88	478	9,72
3	B	0,058	82	0,88	203	4,14
4	T	0,059	82	0,88	447	9,11

**Tabel 14** Perhitungan Panjang Antrian Usulan I

No	Kode Pendekat	NQ tot	Lebar Efektif	Panjang Antrian
1	U	13,25	10	53
2	S	12,66	10	50,56
3	B	6,82	9	27,29
4	T	12,03	9	53,26

## 2) Tundaan

**Tabel 15** Berikut adalah perhitungan lebih lanjut di tiap pendekat:

No	Pendekat	Waktu Siklus	DS	Rasio Hijau	C	NQ1	DT
1	U	82	0,88	0,053	574	2,95	58,11
2	S	82	0,88	0,053	542	2,94	59,15
3	B	82	0,88	0,058	231	2,68	81,28
4	T	82	0,88	0,059	508	2,92	60,15

Kemudian perhitungan dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang pada simpang.

**Tabel 16** Perhitungan Tundaan Geometrik Usulan I

No	Pendekat	Psv	pT	DG
1	U	0,01	0,34	2,97
2	S	1,02	0,33	2,90
3	B	1,17	0,35	2,90
4	T	1,03	0,35	2,97

Kemudian dilakukan perhitungan tundaan total rata – rata dengan menjumlahkan tundaan geometrik dengan tundaan rata – rata.

**Tabel 17** Perhitungan Tundaan Total Rata-rata Usulan I

No	Pendekat	DT	DG	D
1	U	58,11	2,97	61,08
2	S	59,15	2,90	62,05
3	B	81,28	2,90	84,19
4	T	60,15	2,97	63,12

**Tabel 18** Tundaan total simpang usulan I

No	Pendekat	Arus	D	Tundaan Total
1	Utara	506	61,08	30.901
2	Selatan	478	62,05	29.630
3	Barat	203	84,19	17.124
4	Timur	447	63,12	28.240

Pada usulan pemasangan APILL dengan 3 fase di Simpang H.M Rusli, kinerja yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

**Tabel 19** Perhitungan Tundaan Rata-rata Usulan I

No	Pendekat	DS	Antrian	D	Tundaan Rata-rata
1	U	0,88	53,01	61,08	
2	S	0,88	50,65	62,05	64,80
3	B	0,88	27,29	84,19	det/smp
4	T	0,88	53,26	63,12	

### 3. Kinerja Simpang Usulan 2

#### a. Perhitungan Kapasitas

Optimalisasi Simpang H.M Rusli dengan skenario usulan kedua ini dilakukan dengan cara membuat simpang H.M Rusli menjadi simpang bersinyal dengan 3 fase. Perhitungan kinerja Simpang H.M Rusli pada skenario usulan 2 dapat dilihat dibawah ini.

#### 1) Arus Jenuh (So)

**Tabel 20** Arus Jenuh Dasar H.M Rusli

NO	Kode Pendekat	Lebar efektif (We) (m)	Arus Jenuh Dasar (So) (smp/jam)
1	U	5	3000
2	S	5	3000
3	B	4.5	2700
4	T	4.5	2700

Dari tabel diatas dapat diketahui arus jenuh pada simpang H.M Rusli berdasarkan perhitungan lebar efektif dengan nilai arus jenuh didapatkan nilai yakni pada pendekat utara dan selatan arus jenuh dasar lebih tinggi dibandingkan dengan pendekat barat dan timur

#### 2) Faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf)

Untuk Faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf) dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 21** Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

No	Kode Pendekat	Tipe Fase	Hambatan Samping	Lingkungan Jalan	Fsf
1	U	P	Tinggi	Komersial	0,93
2	S	P	Tinggi	Komersial	0,93
3	B	P	Tinggi	Komersial	0,93
4	T	P	Tinggi	Komersial	0,93

#### 3) Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Jumlah penduduk Kabupaten Hulu Sungai Selatan adalah 232.212 juta jiwa dimana termasuk ke dalam kategori ukuran kota kecil dengan faktor penyesuaian ukuran kota yakni 0,83.

#### 4) Faktor penyesuaian kelandaian (Fg)

Kelandaian persimpangan untuk masing – masing kaki simpang adalah datar (0%), oleh karena itu  $F_g = 1,00$

#### 5) Faktor penyesuaian parkir (Fp)

Di sekitar Simpang H.M Rusli tidak terdapat ruang untuk parkir, sehingga untuk faktor penyesuaian parkir  $F_p = 1,00$

- 6) Faktor penyesuaian rasio belok kanan (Frt)  
 Faktor Penyesuaian Belok Kanan  $FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$

**Tabel 22** Faktor Penyesuaian Rasio Belok Kanan

No	Kode Pendekat	Prt	Frt
1	U	0,29	1,08
2	S	0,34	1,09
3	B	0,37	1,10
4	T	0,29	1,08

- 7) Faktor Penyesuaian Rasio Belok Kiri (FLT)

**Tabel 23** Faktor Penyesuaian Belok Kiri

No	Kode Pendekat	Prt	Frt
1	U	0,34	0,95
2	S	0,33	0,95
3	B	0,35	0,94
4	T	0,35	0,94

- 8) Arus Jenuh (S)

**Tabel 24** Arus Jenuh Tiap Kaki Simpang Usulan II

No	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S (smp/jam)
1	U	3000	0,83	0,93	1	1	1,08	0,95	2354,7
2	S	3000	0,83	0,93	1	1	1,09	0,95	2384,0
3	B	2700	0,83	0,93	1	1	1,10	0,94	2156,2
4	T	2700	0,83	0,93	1	1	1,08	0,94	2116,8

- 9) Rasio Arus

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing – masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian.

**Tabel 25** Rasio Arus Simpang Usulan II

No	Kode Pendekat	Arus	Kapasitas Disesuaikan	Rasio Arus
1	U	506	2354,7	0,21
2	S	478	2384,0	0,20
3	B	203	2156,2	0,09
4	T	447	2116,8	0,21

- 10) Rasio Arus Simpang (IFR)

$$IFR = \sum (FR_{crit})$$

$$IFR = (0,30 + 0,28 + 0,13 + 0,29)$$

$$IFR = 0,72$$

- 11) Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara  $F_{rcrit}$  dan IFR.

**Tabel 26** Rasio Fase Tiap Kaki Simpang Usulan II

No	Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
1	U	0,21	0,30
2	S	0,20	0,28
3	B	0,09	0,13
4	T	0,21	0,29

b. Perhitungan Siklus

- 1) Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

$$Cua = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR}$$

$$Cua = \frac{1,5 \times 20 + 5}{1 - 0,72}$$

$$Cua = 125 \text{ detik}$$

- 2) Waktu Hijau  
 $g_i = (Cua - LTI) \times PR$

**Tabel 27** Waktu Hijau Tiap Kaki Simpang Usulan II

No	Pendekat	Rasio Fase	Gi
1	U	0,30	31
2	S	0,28	29
3	B	0,13	14
4	T	0,29	31

- 3) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian  
 Karena pada skenario ini menggunakan 5 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar untuk kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.  
 $\sum c = g + LTI$   
 $= (31+29+14+31) + 20$   
 $= 125$  detik.

- 4) Kapasitas  
**Tabel 28** Kapasitas Tiap Kaki Simpang Usulan II

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (detik)	Waktu siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	U	2354,7	31	125	590
2	S	2384,0	29	125	557
3	B	2156,2	14	125	237
4	T	2116,8	31	125	522

- 5) Derajat Kejenuhan  
**Tabel 29** Derajat Kejenuhan Tiap Kaki Simpang Usulan II

No	Kode Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
1	U	506	590	0,86
2	S	478	557	0,86
3	B	203	237	0,86
4	T	447	522	0,86

c. Perhitungan Antrian dan Tundaan

- 1) Panjang Antrian  
 Jumlah SMP Yang Tersisa Dari Fase Hijau Sebelumnya

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

Perhitungan jumlah smp yang tersisa pada fase sebelumnya :

**Tabel 30** Perhitungan Jumlah Smp yang Tersisa Dari Fase Sebelumnya

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C)	DS	NQ1
1	U	506	0,86	2,38
2	S	478	0,86	2,37
3	B	203	0,86	2,22
4	T	447	0,86	2,36

Tabel diatas merupakan hasil perhitungan jumlah smp yang tersisa pada fase sebelumnya pada tiap pendekat di simpang H.M Rusli.

**Tabel 31** Perhitungan Jumlah SMP Yang Datang Pada Selama Fase Merah

No	Kode Pendekat	RasioHijau (g/c)	Waktu siklus (c)	DS	Q	NQ2
1	U	0,053	125	0,86	506	17,48
2	S	0,053	125	0,86	478	16,50
3	B	0,058	125	0,86	203	7,20
4	T	0,059	125	0,86	447	15,44

Berikut adalah tabel perhitungan panjang antrian di tiap kaki pendekat :

**Tabel 32** Perhitungan Panjang Antrian Usulan II

No	Kode Pendekat	NQ tot	Lebar Efektif	Panjang Antrian
1	U	19,86	10	79,42
2	S	18,87	10	75,48
3	B	9,24	9	36,97
4	T	17,80	9	79,13

2) Tundaan

**Tabel 33** Berikut adalah perhitungan lebih lanjut di tiap pendekat:

No	Pendekat	Waktu Siklus	DS	Rasio Hijau	C	NQ1	DT
1	U	0,125	0,86	0,053	616	2,38	73,39
2	S	0,125	0,86	0,053	622	2,37	74,25
3	B	0,125	0,86	0,058	1.196	2,22	92,23
4	T	0,125	0,86	0,059	1.182	2,36	74,75

Kemudian perhitungan dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang pada simpang. Berikut adalah perhitungan di tiap kaki pendekat Tabel perhitungan tundaan geometrik di tiap pendekat :

**Tabel 34** Perhitungan Tundaan Geometrik Usulan II

No	Pendekat	Psv	pT	DG
1	U	0,01	0,34	2,97
2	S	1,02	0,33	3,00
3	B	1,17	0,35	2,87
4	T	1,03	0,35	2,90

Kemudian dilakukan perhitungan tundaan total rata – rata dengan menjumlahkan tundaan geometrik dengan tundaan rata – rata.

Tabel perhitungan tundaan rata – rata di tiap pendekat :

**Tabel 35** Perhitungan Tundaan Total Rata-rata Usulan II

No	Pendekat	DT	DG	D
1	U	73,39	2,97	76,35
2	S	74,25	3,00	77,25
3	B	92,23	2,87	95,10
4	T	74,75	2,90	77,65

**Tabel 36** Tundaan total simpang H.M Rusli

No	Pendekat	Arus	D	Tundaan Total
1	Utara	506	76,35	38.627
2	Selatan	478	77,25	36.888
3	Barat	203	95,10	19.343
4	Timur	447	77,65	34.742

Pada usulan pemasangan APILL dengan 3 fase di Simpang H.M Rusli, kinerja yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

**Tabel 37** Perhitungan Tundaan Rata-rata Usulan II

No	Pendekat	DS	Antrian	D	Tundaan Rata-rata
1	U	0,86	79,42	76,35	79,30 det/smp
2	S	0,86	75,48	77,25	
3	B	0,86	36,97	95,10	
4	T	0,86	79,13	77,65	

4. Usulan 3 Perubahan Geometrik Jalan

Simpang H.M Rusli memiliki 4 kaki simpang, kaki utara dan selatan jalan Panglima Batur, kaki barat jalan Soeprapto, dan kaki timur jalan H.M Rusli. Pelebaran pendekatan jalan dilakukan pada 4 kaki simpang yang sebelumnya memiliki lebar pendekatan 4 meter menjadi 5 meter. Berikut analisis perhitungan perilaku lalu lintas setelah dilakukan pelebaran pendekatan simpang dan penambahan median.

a. Perhitungan Kapasitas Dasar

1) Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar merupakan kapasitas yang ditentukan berlandaskan tipe persimpangan. Simpang H.M Rusli merupakan simpang dengan tipe 422 dengan kapasitas dasar 2900 smp/jam

2) Faktor Koreksi Lebar Mulut Simpang

Berikut merupakan data perhitungan lebar mulut simpang masing-masing pendekatan :

**Tabel 38** Lebar Mulut Simpang H.M Rusli

NO	KODE PENDEKAT	NAMA JALAN	LEBAR PENDEKAT (m)	STATUS
1	U	Panglima Batur	5	Mayor
2	B	Soeprapto	4,5	Minor
3	S	Panglima Batur	5	Mayor
4	T	H.M Rusli	4,5	Minor

Lebar mulut simpang rata-rata pada simpang H.M Rusli setelah dilakukan pelebaran mulut simpang adalah 4,75 m sehingga faktor penyesuaian untuk lebar mulut simpang rata-rata dengan tipe 422 adalah sebagai berikut :

$$F_w = 0,70 + 0,0866 W_1$$

$$= 0,70 + 0,0866 \times 4,75 = 1,11$$

3) Faktor Koreksi Median Pada Jalan Utama

Pada Usulan I diusulkan penambahan median pada Simpang H.M Rusli dengan lebar jalan setelah dilakukan pelebaran jalan adalah 10 meter dengan median luas sehingga faktor koreksi median untuk simpang ini adalah 1,20.

4) Faktor Koreksi Ukuran Kota

5) Jumlah penduduk di kabupaten Hulu Sungai Selatan adalah 232.212 jiwa sehingga faktor penyesuaian untuk ukuran kota untuk simpang H.M Rusli adalah 0,88.

6) Faktor Koreksi Lingkungan

7) Simpang H.M Rusli merupakan simpang dengan lingkungan jalan berupa komersial, hambatan samping yang tinggi dan rasio kendaraan tidak bermotor 0,00 sehingga faktor koreksi untuk simpang ini adalah 0,93.

8) Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kanan

9) Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang 4 -Lengan  $F_{rt} = 1,0$

10) Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kiri

Faktor penyesuaian belok kiri didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$F_{lt} = \frac{0,84 + 1,61 P_{lt}}{\text{Volume Kendaraan Belok Kiri}}$$

$$= 0,84 + 1,61$$

*volume kendaraan yang melintas*

$$= \frac{0,84 + 1,61^{738}}{2175}$$

$$= 1,39$$

11) Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor

Untuk memperoleh faktor koreksi rasio jalan arus minor perlu diketahui terlebih dahulu rasio arus minor dengan perhitungan berikut :

$$P_{mi} = \frac{Q_{minor}}{Q_{total}}$$

$$= \frac{893}{2175}$$

$$= 0,41$$

Faktor koreksi dengan tipe simpang 422 dan Pmi sebesar 0,33 maka perhitungan faktor koreksi dengan rasio jalan arus minor adalah :

$$F_{mi} = 1,19 \times P_{mi}^2 - 1,19 \times P_{mi} + 1,19$$

$$F_{mi} = 1,19 \times 0,33^2 - 1,19 \times 0,33 + 1,19 = 89$$

Setelah semua faktor penyesuaian diperoleh, maka perhitungan kapasitas simpang H.M Rusli adalah sebagai berikut :

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi}$$

$$= 2900 \times 0,98 \times 1,20 \times 0,88 \times 0,93 \times 1,39 \times 1,00 \times 0,89$$

$$= 3904,75 \text{ smp/jam}$$

Dengan perhitungan diatas, maka diperoleh kapasitas simpang H.M Rusli adalah 3904,75 smp/jam

b. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan ialah hasil dari perhitungan jumlah arus dibagi dengan kapasitas. Diketahui total arus pada simpang H,M Rusli adalah 3904,75 smp/jam maka perhitungan untuk derajat kejenuhannya adalah sebagai berikut :

$$DS = \frac{q}{C}$$

$$= \frac{2175}{3904}$$

$$= 0,56$$

c. Tundaan Lalu Lintas

Karena derajat kejenuhan pada Simpang H.M Rusli adalah 0,5 maka rumus yang digunakan dalam perhitungan tundaan lalu lintas adalah sebagai berikut:

$$DT = 2 + 8,2078 \times DS$$

$$= 2 + 8,2078 \times 0,56 = 6,38 \text{ det/smp}$$

d. Tundaan Geometrik

Karena derajat kejenuhan pada Simpang H.M Rusli <1,0 maka rumus yang digunakan untuk perhitungan tundaan geometrik adalah:

$$DG = (1 - DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4$$

$$= (1 - 0,56) \times (0,657 \times 6 + (1 - 0,657) \times 3) + 0,56 \times 4 = 4,42 \text{ det/smp}$$

e. Tundaan Simpang

Tundaan simpang merupakan penjumlahan antara tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik pada simpang. Tundaan simpang H.M Rusli adalah sebagai berikut :

$$D = DG + DT$$

$$= 6,38 + 4,42 = 10,80 \text{ det/smp}$$

1) Tundaan Jalan Mayor

Karena derajat kejenuhan pada Simpang H.M Rusli <0,6 maka berikut merupakan perhitungan tundaan jalan mayor pada Simpang H.M Rusli :

$$D_{ma} = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8$$

$$= 1,8 + 5,8234 \times 0,56 - (1 - 0,56) \times 1,8 = 4,81 \text{ det/smp}$$

2) Tundaan Jalan Minor

Berikut merupakan perhitungan tundaan jalan minor

$$DT_{mi} = \frac{(Q_{mi} \times DT - Q_{ma} \times D_{ma})}{Q_{mi}}$$

$$= \frac{(893 \times 6,67 - 1282 \times 5,03)}{1282}$$

$$= 10,27 \text{ det/smp}$$

f. Peluang Antrian

Rentang nilai peluang antrian pada Simpang H.M Rusli adalah sebagai berikut :

$$QP\% = 9,02 \times DS + 20,65 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

$$= 9,02 \times 0,56 + 20,65 \times 0,56^2 + 10,49 \times 0,56^3 = 13 \%$$

$$QP\% = 47,71 \times 0,59 - 24,68 \times 0,59^2 + 56,47 \times 0,59^3 = 29\%$$

Berlandaskan perhitungan tersebut maka diperoleh rentang peluang antrian pada Simpang H.M Rusli adalah 13% sampai dengan 29%.

Derajat kejenuhan (DS) = 0,56

Tundaan simpang (D) = 10,80 det/smp

Peluang antrian simpang (QP) = 13% - 29%

5. Pemasangan Fasilitas Perlengkapan Jalan

Setelah menganalisis kondisi terkait Permasalahan Prasarana Dan Fasilitas Perlengkapan Jalan Pada Simpang H.M Rusli Di Kabupaten Hulu Sungai Selatan, maka didapatkan usulan terkait peningkatan kinerja pada Simpang H.M Rusli melalui Pemasangan fasilitas perlengkapan simpang yang meliputi :

a. Perubahan Geometri Jalan

Setelah dilakukan analisis pada simpang H.M Rusli didapatkan usulan kinerja simpang paling efektif adalah dengan melakukan perubahan geometri dengan pelebaran jalan dan penambahan median guna untuk meningkatkan kinerja pada persimpangan H.M Rusli dan mengurangi konflik yang terjadi pada persimpangan tersebut.

b. Perbaikan Marka Jalan

Terkait kondisi marka jalan pada persimpangan H.M Rusli yang tergolong kurang baik dikarenakan sudah pudar dan hilang, maka diperlukan pengecatan ulang marka jalan pada tiap kaki simpang. sehingga, para pengendara dapat mengetahui apakah mereka sudah berkendara pada lajur yang tepat supaya tidak terjadi kecelakaan akibat tabrakan dari arah yang berlawanan.

c. Pemasangan Rambu Lalu Lintas

1) Pemasangan rambu dilarang parkir dan dilarang berhenti di sepanjang area simpang untuk menghindari tersendatnya arus lalu lintas pada Simpang H.M Rusli.

2) Pemasangan rambu peringatan adanya Persimpangan empat lengan pada radius tertentu sebelum mendekati area persimpangan.

D. Perbandingan Kinerja Simpang H.M Rusli Sebelum dan Sesudah Usulan Peningkatan

1. Perbandingan Derajat Kejenuhan

**Tabel 9** Perbandingan Derajat Kejenuhan

Kode Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
U	0,73	0,88	0,86	0,55
S		0,88	0,86	
B		0,88	0,86	
T		0,88	0,86	

2. Perbandingan Antrian Simpang

**Tabel 40** Perbandingan Antrian Simpang

Kode Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
U	21 – 43 %	79,42	53,01	13-29%
S		75,48	50,65	
B		36,97	27,79	
T		69,25	53,46	

3. Perbandingan Tundaan Simpang

**Tabel 41** Perbandingan Tundaan Simpang

Kode Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
U	12,51	76,35	61,08	10,80
S		77,15	62,05	
B		95,13	84,19	
T		58,14	63,12	

## KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Volume lalu lintas pada Simpang H.M Rusli cukup padat yaitu mencapai 2,175 smp/jam. Pada kaki mayor volume lalu lintas nya sebanyak 1,282 smp/jam, pada kaki simpang minor volume lalu lintasnya sebanyak 893 smp/jam. Kondisi kinerja eksisting Simpang H.M Rusli memiliki kapasitas simpang (C) 3000,4 smp/kend, derajat kejenuhan (DS) 0,73 rata-rata peluang antrian 21 – 43% dan tundaan simpang 12,51 detik/smp. Dari kondisi tersebut Simpang H., Rusli mempunyai tingkat pelayanan C.
2. Permasalahan terkait kurangnya fasilitas dan prasarana simpang H.M Rusli meliputi Kondisi marka jalan yang kurang baik karena sudah pudar dan hilang dan Simpang H.M Rusli yang belum dilengkapi dengan rambu lalu lintas di tiap pendekatan simpang.
3. Berdasarkan analisis kondisi usulan untuk meningkatkan kinerja simpang yaitu dengan mengubah geometrik Jalan dengan menambahkan pelebaran jalan dan median serta penambahan rambu dilarang parkir dan rambu peringatan simpang empat. Pada usulan ini menghasilkan derajat kejenuhan (DS) 0,55 Peluang antrian 13 – 28 % dan tundaan simpang 10,75 detik/smp. Kondisi tersebut menurut PM 96 tahun 2015 berada pada tingkat pelayanan B.
4. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dari kondisieksisting, usulan I maupun usulan II, Usulan APILL 3 fase dan APILL 4 fase. Dengan usulan ini maka didapatkan kenaikan derajat kejenuhan dan kenaikan tundaan yang mana membuat kinerja di Simpang 4 H.M Rusli menurun.

## SARAN

Untuk mendorong keberhasilan Peningkatan Kinerja Simpang H.M Rusli di Kabupaten Hulu Sungai Selatan, terdapat beberapa saran yang dapat diusulkan sebagai berikut :

1. Perubahan Geometrik jalan dengan pelebaran jalan dan penambahan median pada masing masing ruas pada simpang empat H.M Rusli.
2. Dinas Perhubungan Kabupaten Hulu Sungai Selatan selaku penanggung jawab dalam pengaplikasian usulan pada simpang H.M Rusli.
3. Perlu dilakukannya evaluasi kinerja simpang secara berkala untuk mengantisipasi terjadinya kenaikan volume lalu lintas. Sehingga pengaturan simpang dapat disesuaikan dengan kondisi yang ada.
4. Terkait usulan pemasangan fasilitas dan prasarana kelengkapan simpang untuk segera ditindak lanjuti oleh Dinas Kabupaten Hulu Sungai Selatan agar permasalahan lalu lintas pada simpang H.M Rusli tidak semakin memburuk dan dapat segera diatasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_, 2009, Undang – Undang Nomor 22 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Kementerian Perhubungan RI, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Depertemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 2015, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 tahun 2015. Jakata.
- \_\_\_\_\_, 2001, American Association Of State Highway and Transporting Official : A Policy on Geometric Design of Highways and Street, Washington DC.
- \_\_\_\_\_, 2021, Surat Edaran Nomro 20 tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan.
- A.A. Gede Sumanjaya., I Gusti Agung PutuEryani., dan I Made Arya Dwijayantara. “Perencanaan Simpang Bersinyal Pada Simpang Ciung Wanara Di Kabupaten Gianyar”. Fakhuriza Pradana, Arief Budiman, Nova Robekha, 2016. “Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Ciruas Serang”. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.
- Hobbs, F. D. (1995). Perencanaan dan teknik lalu lintas. Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas.
- Juniardi., 2006, Analisis Arus Lalu Lintas di Simpang Tak Bersinyal ( Studi Kasus ; Simpang Timoho dan Simpang Timoho dan Simpang Tanjung Di Kota Yogyakarta), Tesis, Jurusan Teknik Sipil Morlok. (1991). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi.
- Listiani, N, D., & Sudibyoy, T. 2018. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Dramaga-Bubulak Bogor. Fakultas Teknik Sipil, Kampus IPB Dramaga. Bogor.
- Kelompok PKL Kota Hulu Sungai Selatan, 2023, Laporan Umum Taruna Sekolah Tinggi Transportasi Darat Program Studi Diploma III Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Pola Umum Lalu Lintas dan Angkutan Jalan di Wilayah Studi Kota Batu dan Identifikasi Permasalahannya.