

ANALISA PERBANDINGAN TINGKAT KENAIKAN BAHAN BAKAR DAN EMISI CO₂ PADA KENDARAAN AKIBAT DAMPAK PEMBANGUNAN UNDERPASS SIMPANG PATAL PALEMBANG

Rhapyalyani

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,
Jl. Palembang-Prabumulih KM. 36 Ogan Ilir, Inderalaya, 30662, Indonesia
Email: rhapy@unsri.ac.id*

ABSTRAK

Pembangunan prasarana jalan akan memberikan dampak negatif berupa kemacetan ketika sedang berlangsungnya proyek. Salah satu prasarana yang dibangun pada tahun 2013 sampai 2015 adalah underpass simpang Patal Palembang. Dampak dari pembangunan persimpangan tidak sebidang adalah meningkatnya kemacetan yang memberikan efek terhadap tingkat kenaikan bahan bakar dan tingkat kenaikan emisi CO₂ pada kendaraan yang melintas di Simpang tersebut. Berdasarkan hasil survey lalu lintas yang dilakukan pada simpang tersebut diketahui bahwa volume jam puncak berada pada jam 07.00-08.00 pagi dengan jumlah kendaraan pada kaki simpang A. Rozak 1469 SMP/jam, kaki simpang MP. Mangkunegara 2186 SMP/jam, kaki simpang AKBP Cek Agus 800 SMP/jam dan kaki simpang R. Soekamto 914 SMP/jam. Dari data tersebut diketahui bahwa jumlah pemakaian bahan bakar sebesar mengalami kenaikan pada saat konstruksi dan mengalami penurunan setelah underpass beroperasi. Berdasarkan perhitungan dengan metode KAIA, tingkat kenaikan emisi CO₂ yang terjadi penurunan sebanyak 6.123.291 gr/km pada saat jam sibuk kendaraan atau terjadi penurunan sebesar 32% dari masa sebelum konstruksi terhadap masa setelah underpass beroperasi. Berdasarkan studi ini diketahui terjadi penurunan pemakaian bahan bakar dan tingkat emisi CO₂ setelah adanya pembangunan underpass simpang Patal karena tundaan kendaraan akibat kemacetan berkurang.

Kata kunci: bahan bakar, emisi CO₂, kemacetan, tundaan, metode KAIA

1. PENDAHULUAN

Pembangunan merupakan salah satu bentuk kemajuan suatu daerah. Seiring dengan adanya tingkat pertumbuhan baik penduduk ataupun ekonomi suatu daerah akan terlihat dari pembangunan yang ada pada daerah tersebut. Pembangunan memberikan beberapa dampak terhadap masyarakat dan lingkungan pada daerah tersebut. Dampak positifnya adalah pengembangan dan naiknya tingkat kemajuan daerah tersebut. Namun, ketika terjadi pembangunan akan memberikan beberapa dampak negatif. Salah satunya adalah dampak negatif pada sektor lingkungan dan lalu lintas.

Dalam pembangunan sektor jalan, akan memberikan dampak terhadap lalu lintas yang ada. Dampak negatif yang dapat terlihat adalah adanya kemacetan pada beberapa ruas yang menjadi daerah pengembangan. Dampak negatif yang diakibatkan oleh kemacetan antara lain yaitu (Altiansyah, 2011):

- a. Kerugian waktu, karena kecepatan perjalanan yang rendah.
- b. Pemborosan energi, karena pada kecepatan rendah konsumsi bahan bakar lebih tinggi.
- c. Keausan kendaraan lebih tinggi, karena waktu yang lebih lama untuk jarak yang pendek.
- d. Meningkatkan polusi udara karena pada kecepatan rendah konsumsi energi lebih tinggi, dan mesin tidak beroperasi pada kondisi yang optimal.

- e. Meningkatkan stress pengguna jalan.

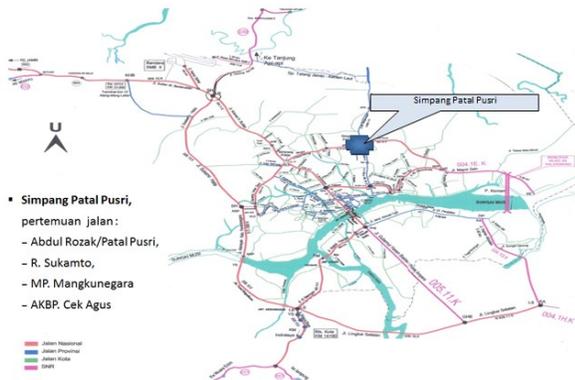
Untuk melihat bagaimana dampak tersebut terjadi diperlukan analisa terhadap dampak lalu lintas. Salah satu analisa yang dilakukan adalah analisa terhadap tingkat pemakaian BBM dan tingkat kenaikan emisi CO₂.

Simpang Patal merupakan salah satu prasarana jalan di Kota Palembang yang sedang dalam proses peningkatan dari simpang sebidang menjadi simpang tidak sebidang. Pada daerah ini dibangun underpass yang bertujuan untuk memperkecil nilai V/C ratio yang terjadi pada simpang ini. Dalam pembangunannya terjadi penyempitan ruas jalan dan perpindahan arus untuk mengurangi tingkat kemacetan yang terjadi. Dengan adanya perubahan tersebut maka akan terjadi perubahan terhadap tingkat pemakaian bahan bakar akibat tundaan yang terjadi ketika kemacetan dan perubahan tingkat kenaikan emisi CO₂ pada beberapa ruas jalan di Kota Palembang. Analisa dilakukan untuk melihat bagaimana perubahan tingkat emisi CO₂ pada pembangunan prasarana jalan yaitu underpass, dalam hal ini dilakukan pada studi kasus pembangunan underpass Simpang Patal.

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, dilakukan penelitian pada proyek Underpass Simpang Patal di Kota Palembang. Proyek multi

year ini sudah berlangsung dari tahun 2013 dengan lokasi berada pada jalan nasional di Kota Palembang. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian; Simpang Patal Kota Palembang

2.1. PENGUMPULAN DATA PRIMER DAN SEKUNDER

Pengumpulan data dilakukan berupa pengumpulan data primer dan pengumpulan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan berupa pengambilan data volume kendaraan pada lokasi penelitian. Survey dilakukan selama 24 jam untuk melihat fluktuasi volume kendaraan pada daerah tersebut. Survey dilakukan pada hari sibuk, dalam penelitian ini survey berlangsung pada hari senin. Hal ini dilakukan untuk melihat volume kendaraan pada *peak day*. Dengan menganalisis data pergerakan lalu lintas melalui survey tersebut di persimpangan akan diperoleh kinerja persimpangan yang ada pada saat ini, saat pembangunan Underpass Simpang Patal. Data arus lalu lintas yang diamati diklasifikasikan disesuaikan dengan kebutuhan alat bantu analisis yaitu Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Februari 1997). Klasifikasi yang dimaksud menurut MKJI (1997) adalah sebagai berikut:

1. Kendaraan Ringan: sedan, station wagon, jeep, combi, pickup, utility
2. Kendaraan Berat: minibus, micro bus, bus besar, truk, semi trailer, trailer
3. Sepeda motor
4. Kendaraan tidak bermotor

Dari data-data pengamatan lalu lintas di simpang tersebut kemudian ditetapkan volume jam perencanaan (VJP) sebagai input untuk analisis persimpangan (menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Februari 1997). Untuk keperluan tersebut, dalam studi ini, VJP ditetapkan sebagai volume lalu lintas tertinggi selama pengamatan dari pagi hingga malam. Dari kondisi data yang didapat tersebut, kemudian dilanjutkan dengan analisis terhadap jumlah pemakaian bahan bakar kendaraan pada persimpangan tersebut.

Pengambilan data sekunder berupa data lalu lintas harian rata-rata dari dinas perhubungan. Data ini dimaksudkan untuk melihat data lalu lintas harian rata-rata pada tahun-tahun sebelumnya dan digunakan sebagai validitas data survey yang telah dilakukan. Data simpang Patal sebelum dilakukan pembangunan yang berasal dari

Buku Analisa Dampak Lalu Lintas Simpang Patal Dinas Perhubungan 2013 digunakan sebagai data sekunder untuk mengetahui data lalu lintas harian sebelum dibangunnya underpass simpang Patal tersebut.

Selain data tersebut, data tingkat kenaikan emisi pertahun dari Badan Lingkungan Hidup Kota Palembang. Data ini digunakan untuk melihat tingkat kenaikan emisi pertahun dan sebagai pembandingan untuk menilai tingkat kenaikan emisi CO₂ yang terjadi pada Simpang Patal dan Kota Palembang.

2.2. KONSUMSI BAHAN BAKAR

Untuk perhitungan konsumsi bahan bakar, dilakukan berdasarkan pedoman perhitungan biaya operasi kendaraan yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 2005. Pemakaian bahan bakar untuk perhitungan menggunakan persamaan-persamaan berikut:

$$KBBM_i = (\alpha + \beta_1/V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DT_R + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times A_R)/1000 \quad (1)$$

Dimana;

KBBMi = konsumsi bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan i (liter/km)

α = konstanta (lihat tabel 1)

$\beta_1 \dots \beta_{11}$ = koefisien-koefisien parameter (lihat tabel 1)

V_R = kecepatan rata-rata

R_R = tanjakan rata-rata (lihat tabel 2)

F_R = turunan rata-rata (lihat tabel 2)

DT_R = derajat tikungan rata-rata (lihat tabel 3)

A_R = percepatan rata-rata = $0,0128 \times (V/C)$

SA = simpangan baku percepatan = $SA_{max} \times 1,04 / (1 + e^{a_0 + a_1 \times V/C})$

BK = berat kendaraan

Tabel 1. Nilai Konstanta dan Koefisien-koefisien Parameter Model Konsumsi BBM

Jenis Kendaraan	α	$1/V_R$	V_R^2	R_R	F_R	F_R^2	DT_R	A_R	SA	BK	$BK \times A_R$	$BK \times SA_{Ri}$
		β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7				
Sedan	23,78	1181,2	0,0037	1,265	0,634	-	-	-0,638	36,21	-	-	-
Utility	29,61	1256,8	0,0059	1,765	1,197	-	-	132,2	42,84	-	-	-
Bus Kecil	94,35	1058,9	0,0094	1,607	1,488	-	-	166,1	49,58	-	-	-
Bus Besar	129,60	1912,2	0,0092	7,231	2,790	-	-	266,4	13,86	-	-	-
Truk Ringan	70,00	524,6	0,0020	1,732	0,945	-	-	124,4	-	-	-	50,02
Truk Sedang	97,70	-	0,0135	0,7365	5,706	0,0378	-0,0858	-	-	6,661	36,46	17,28
Truk Berat	190,30	3829,7	0,0196	14,536	7,225	-	-	-	-	-	11,41	10,92

Sumber: Departemen PU, 2005

Tabel 2. Alinemen Vertikal yang Direkomendasikan Pada Berbagai Medan Jalan

No	Kondisi Medan	Tanjakan Rata-Rata (m/km)	Turunan Rata-Rata (m/km)
1	Datar	2,5	-2,5
2	Bukit	12,5	-12,5
3	Pegunungan	22,5	-22,5

Sumber: Departemen PU, 2005

Tabel 3. Nilai Tipikal Derajat Tikungan Pada Berbagai Medan Jalan

No	Kondisi Medan	Derajat Tikungan ($^{\circ}/km$)
1	Datar	15
2	Bukit	115
3	Pegunungan	200

Sumber: Departemen PU, 2005

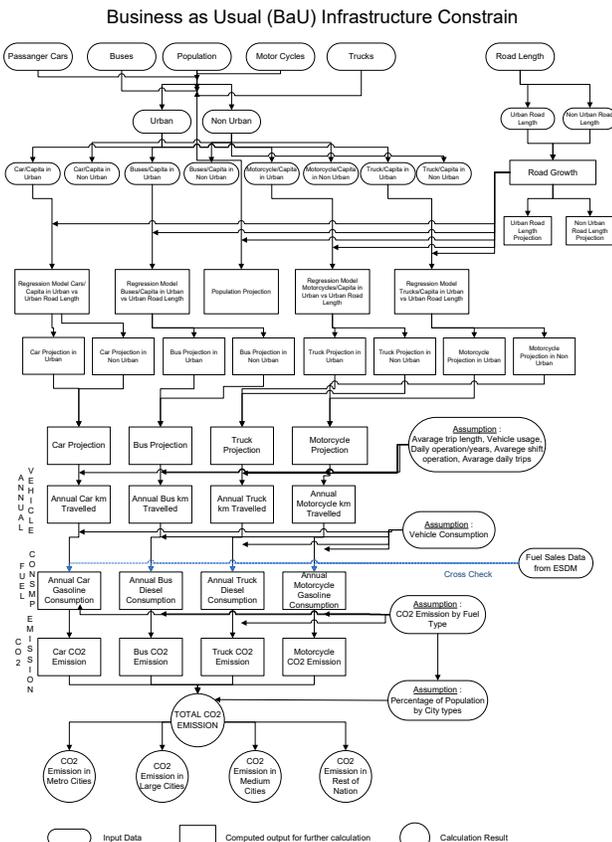
Tabel 4. Berat Kendaraan Total Yang Direkomendasikan

Jenis kendaraan	Nilai minimum (ton)	Nilai maksimum (ton)
Sedan	1,3	1,5
Utiliti	1,5	2,0
Bus Kecil	3,0	4,0
Bus Besar	9,0	12,0
Truk Ringan	3,5	6,0
Truk Sedang	10,0	15,0
Truk Berat	15,0	25,0

Sumber: Departemen PU, 2005

2.3. EMISI CO2

Berdasarkan jumlah kendaraan dan rata-rata jarak tempuhnya, total kilometer kendaraan dari semua moda dapat dihitung. Dengan mengalikan total kilometer armada kendaraan dengan konsumsi bahan bakar rata-rata kendaraan akan menghasilkan jumlah konsumsi bahan bakar.



Sumber: GIZ SUTIP, 2010

Gambar 2. Metodologi untuk perhitungan emisi CO2 dengan batasan infrastruktur BaU

Kemudian (seperti dalam bahan bakar berbasis pendekatan top-down), konsumsi bahan bakar total dapat diubah

menjadi CO2 melalui penerapan faktor-faktor emisi tertentu per liter bahan bakar. Kedua pendekatan tersebut dapat digunakan untuk memeriksa dan memverifikasi data. (Sinaga, 2010). Gambar 2 menunjukkan metode perhitungan berdasarkan rumus BaU.

Menurut perhitungan emisi CO2 berdasarkan BaU, untuk setiap moda, emisi GHG dapat dihitung berdasarkan jumlah kendaraan, rata-rata kilometer kendaraan. Berikut rumus perhitungannya:

$$GHG(CO_2) = \text{jumlah kendaraan} \times \frac{\emptyset \text{Kilometer Kendaraan}}{\emptyset \text{Konsumsi Bahan Bakar (in } \frac{km}{l})} \times \text{faktor emisi (kg } \frac{CO_2}{L}) \quad (2)$$

$$GHG(inCO_2) = \text{numberofvehicles} \times \frac{\emptyset \text{VehicleKilometer}}{\emptyset \text{FuelConsumption (in } \frac{km}{l})} \times \text{emissionfactors (kg } \frac{CO_2}{L}) \quad (3)$$

$$\text{TotalGHG(KgCO}_2) = GHGMode_A + GHGMode_B + \dots + GHGMode_X \quad (4)$$

Menurut analisis menurut metode KAIA, emisi CO2 dapat dihitung berdasarkan populasi, jumlah kendaraan, intensitas energi dan intensitas carbon pada lokasi penelitian.

$$\text{Emisi CO}_2 = P \times T \times E \times C \quad (5)$$

Dimana:

P = populasi

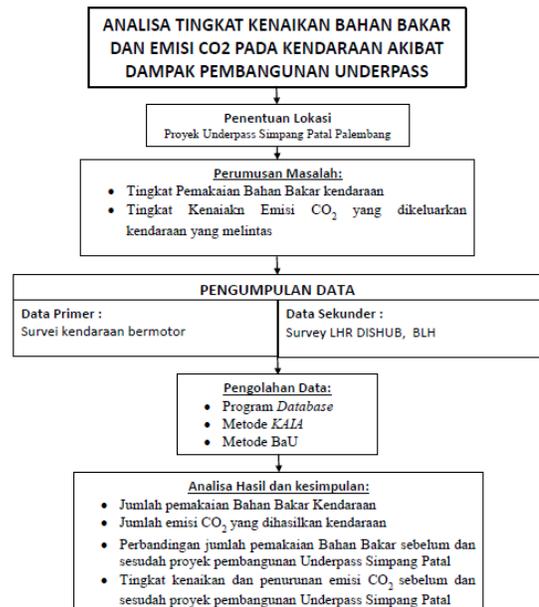
T = lalu lintas harian rata-rata

E = intensitas penggunaan energi

C = intensitas pemakaian karbon

Dalam RAD GRK, 2012; Emisi CO2 per penumpang dijabarkan dalam rumus berikut ini:

$$\text{Emisi CO}_2 \text{ per kendaraan per km} = (1/\text{fuel economy}) * \text{Emisi CO}_2 \text{ per satuan berat bahan bakar} * \text{Berat jenis bahan bakar} / \text{Jumlah penumpang} \quad (6)$$



Gambar 4. Bagan Alir Metodologi Penelitian

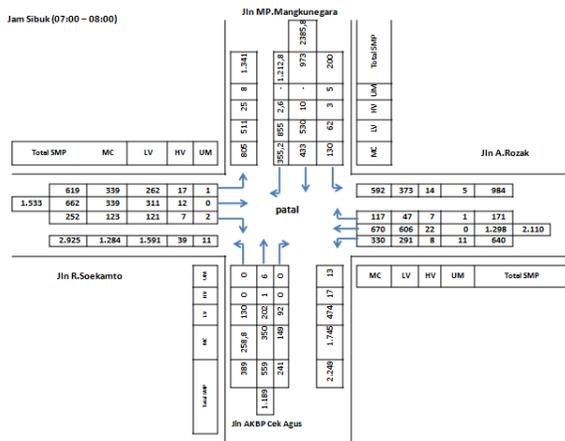
Dari hasil analisa tersebut maka bisa dilihat bagaimana jumlah pemakaian bahan bakar dan tingkat kenaikan emisi

CO2 karena dampak pembangunan Underpass Simpang Patal Kota Palembang. Secara ringkas metodologi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4 diatas.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1. KONDISI LALU LINTAS SIMPANG PATAL

Data awal yang didapat dari survey primer dan sekunder berupa jumlah kendaraan diolah untuk mendapatkan kondisi lalu lintas. Kondisi lalu lintas digunakan untuk menganalisa tundaan yang melalui ruas jalan dan persimpangan. Dari hasil perhitungan kondisi lalu lintas didapatkan kinerja ruas jalan dan persimpangan daerah studi ini yaitu simpang patal.



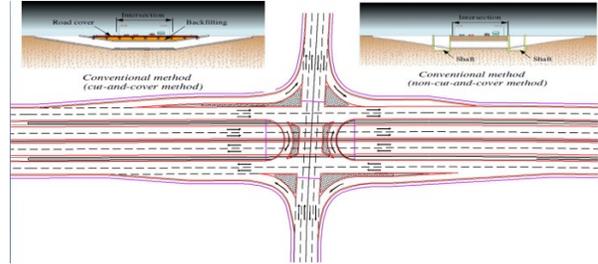
Gambar 5. Kondisi lalu Lintas Sebelum Pembangunan Underpass Simpang Patal

Dari Tabel dibawah ini dapat dilihat bahwa hampir semua pendekat pada simpang Patal menunjukkan kejenuhan, panjang antrian berkisar 457 s.d 724 meter dan tundaan rata-rata 7.5 menit/smp.

Tabel 5. Kinerja Simpang Patal Sebelum Pembangunan Underpass

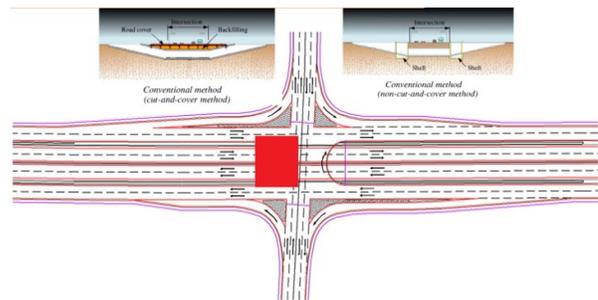
Nama Pendekat	Volume (SMP/ jam)	Kapasitas (SMP/jam)	Panjang antrian (m)	Tundaan Rata-Rata (detik/ SMP)	Level of Service
A.rozak	1469	520,414	457,18	450	F
AKBP Cek Agus	800	404	725		
R.Soekamto	914	867	784,63		
MP.Mangkunegara	2186	520	724,1		

Pada saat pelaksanaan kontruksi dilakukan pelebaran kaki simpang dan penyempitan beberapa ruas seperti yang terlihat pada gambar 5 dan gambar 6 berikut.

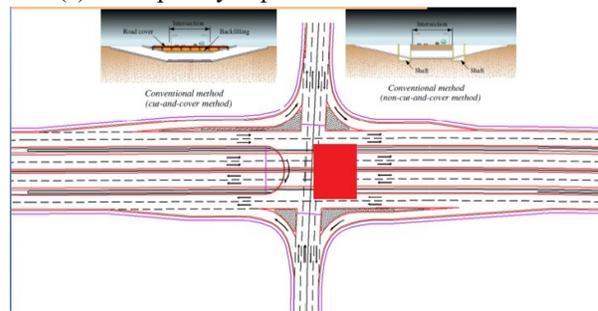


Sumber: Waskita Karya, 2013

Gambar 5. Tahap Pelebaran Konstruksi Underpass



(a) Tahap Penyempitan arah Jl. R. Soekamto



(b) Tahap Penyempitan arah Jl. A. Rozak

Sumber: Waskita Karya, 2013

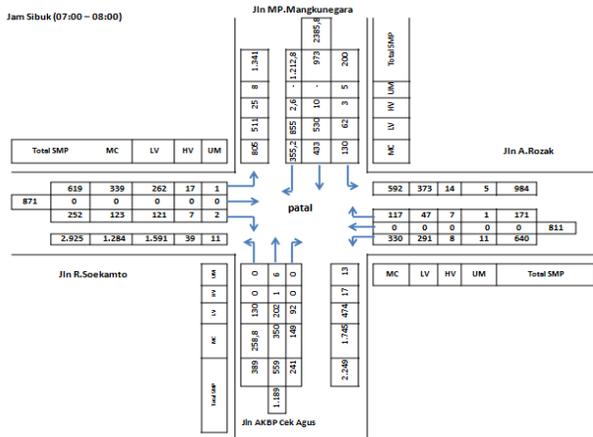
Gambar 6. Tahap Penyempitan Konstruksi Underpass

Akibat penutupan sebagian dari area tengah simpang, terjadi penurunan kapasitas dan kinerja simpang. Berdasarkan perhitungan kinerja simpang akibat penyempitan tersebut terjadi peningkatan tundaan rata-rata dari 450 detik/smp menjadi 792 detik/smp dan peningkatan panjang antrian rata-rata dari 673 meter menjadi 853 meter, seperti terlihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 6. Kinerja Simpang Patal Saat Pelaksanaan Konstruksi

Nama Pendekat	Volume (SMP/ jam)	Kapasitas (SMP/jam)	panjang antrian (m)	Tundaan Rata-Rata (detik/ SMP)	Level of Service
A.rozak	1469	520,41	690,5	792	F
AKBP Cek Agus	800	390	972,5		
R.Soekamto	914	607,15	784,6		
MP.Mangkunegara	2186	434	963,9		

Untuk dapat melihat perbandingan kondisi lalu lintas sebelum dan sesudah pembangunan Underpass Simpang Patang, maka dilakukan prediksi terhadap kondisi lalu lintas eksisting. Kondisi lalu lintas setelah simpang patal-Pusri beroperasi adalah adanya perubahan pengaturan simpang dengan lampu lalu lintas dilakukan untuk mengatur lalu lintas simpang tanpa arus utama dari Jl. R Soekamto dan Jl. A. Rozak karena sudah melalui underpass. Prediksi kondisi volume lalu lintas setelah underpass beroperasi diperlihatkan pada Gambar 7 dan Kinerja Simpang diperlihatkan pada Tabel 3 dibawah ini.



Gambar 7. Kondisi Lalu Lintas Setelah Pembangunan Underpass Simpang Patal

Tabel 7. Kinerja Simpang Patal Setelah Pembangunan Underpass Simpang Patal

Nama Pendekat	Volume (SMP/jam)	Kapasitas (SMP/jam)	Panjang antrian (m)	Tundaan Rata-Rata (detik/ SMP)	Level of Service
A.rozak	171,3	755,18	167,18	110	A
AKBP Cek Agus	800	587	240,76		
R.Soekamto	252,3	1258	151,30		
MP.Mangkunegara	2186	755	237,98		

3.2. TINGKAT PEMAKAIAN BAHAN BAKAR PADA DAERAH PEMBANGUNAN UNDERPASS SIMPANG PATAL

Tingkat pemakaian bahan bakar minyak pada kendaraan berdasarkan pedoman Departemen Pekerjaan Umum, mengenai Perhitungan Biaya Operasi kendaraan, maka didapatkan jumlah konsumsi bahan bakar minyak seperti tertera pada tabel 8 sampai dengan tabel 10. Nilai konsumsi bahan bakar minyak didasarkan pada perhitungan kondisi lalu lintas pada simpang patal sebelum masa konstruksi, saat konstruksi dan setelah konstruksi dengan hasil perhitungan berupa konsumsi bahan bakar untuk tiap jenis kendaraan berdasarkan tiap kilometer

perjalanan.

Tabel 8. Konsumsi Bahan Bakar Minyak (KBBM) (Liter/Km) Simpang Patal Sebelum Konstruksi

Waktu	V/C ratio	Ag	SA	MC	LV	HV
06.00-20.00						
Jl. R. Soekamto	0.328644	0.004207	0.063456	0.016568	0.066273	0.102872
Jl. MP. Mangkunegara	0.846933	0.010841	0.674845	0.022102	0.088407	0.129154
Jl. A. Rozak	0.50991	0.006527	0.221298	0.017997	0.071987	0.110037
Jl. AKBP Cek Agus	0.54589	0.006987	0.271276	0.018449	0.073796	0.112134
Jumlah KBBM (liter/km)				0.075115	0.300462	0.454196

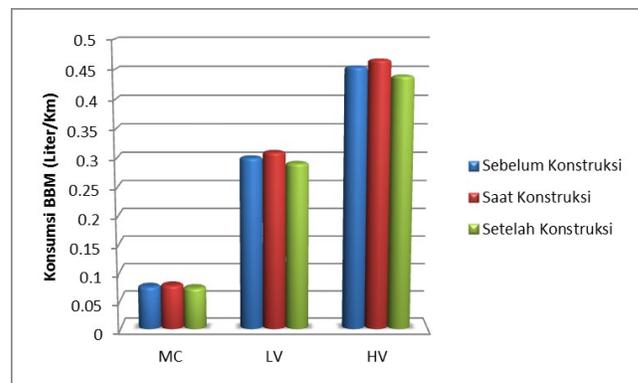
Tabel 9. Konsumsi Bahan Bakar Minyak (KBBM) (Liter/Km) Simpang Patal Saat Konstruksi

Waktu	V/C ratio	Ag	SA	MC	LV	HV
06.00-20.00						
Jl. R. Soekamto	0.312211	0.003996	0.055977	0.0165	0.066002	0.10247
Jl. MP. Mangkunegara	1.058666	0.013551	0.759432	0.022867	0.091468	0.13391
Jl. A. Rozak	0.484415	0.006201	0.189469	0.017709	0.070834	0.10868
Jl. AKBP Cek Agus	0.682362	0.008734	0.485342	0.020387	0.081546	0.120976
Jumlah KBBM (liter/km)				0.077463	0.30985	0.466036

Tabel 10. Konsumsi Bahan Bakar Minyak (KBBM) (Liter/Km) Simpang Patal Setelah Konstruksi

Waktu	V/C ratio	Ag	SA	MC	LV	HV
06.00-20.00						
Jl. R. Soekamto	0.090719	0.001161	0.009551	0.016081	0.064323	0.099018
Jl. MP. Mangkunegara	0.846933	0.010841	0.674845	0.022102	0.088407	0.129154
Jl. A. Rozak	0.059461	0.000761	0.007398	0.016061	0.064245	0.09869
Jl. AKBP Cek Agus	0.54589	0.006987	0.271276	0.018449	0.073796	0.112134
Jumlah KBBM (liter/km)				0.072693	0.29077	0.438996

Berdasarkan dari tabel diatas diketahui bahwa ada kenaikan tingkat pemakaian bahan bakar minyak dari sebelum kontruksi hingga ke saat konstruksi sebesar 0,00234708 liter/km untuk sepeda motor, 0,009388322 liter/km untuk kendaraan ringan dan 0.011839478 liter/km. Hal ini disebabkan karena adanya tundaan yang cukup besar yang terjadi akibat dampak dari pembangunan underpass Simpang Patal.



Gambar 8. Tingkat Konsumsi Bahan Bakar Minyak di Simpang Patal

Penurunan sangat terlihat signifikan antara sebelum konstruksi dan setelah konstruksi, yaitu terjadi penurunan sebesar 0,002422908 liter/km untuk sepeda motor, 0,009691631 liter/km untuk kendaraan ringan, dan 0.015200725 liter/km untuk kendaraan berat. Hal ini berarti

bahwa pembangunan memberikan dampak positif bagi lingkungan sebagai salah satu cara untuk mengurangi konsumsi bahan bakar kendaraan akibat bertambahnya kecepatan dan waktu tempuh kendaraan. Grafik pada gambar 8 memperlihatkan kenaikan dan penurunan tingkat konsumsi bahan bakar untuk sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat.

3.3. TINGKAT KENAIKAN EMISI CO2 PADA DAERAH PEMBANGUNAN UNDERPASS SIMPANG PATAL

Berdasarkan rumus KAIA, maka didapatkan perhitungan bahwa Emisi CO2 per kendaraan per km = $(1/\text{fuel economy}) \times \text{Emisi CO2 per satuan berat bahan bakar} \times \text{Berat jenis bahan bakar}$, sehingga didapatkan perhitungan jumlah emisi CO2 per kendaraan per km seperti yang tertera pada tabel berikut ini.

Tabel 11. Perbandingan Emisi CO2 per kendaraan per km

Moda Transportasi	Fuel economy km/l	Jumlah penumpang orang	Jenis bahan bakar	Emisi CO2 per satuan berat bahan bakar g CO2/kg bahan bakar	Berat jenis bahan bakar kg/l	Emisi CO2 per kendaraan per km gram CO2 per kend per km
Jalan kaki/Sepeda	0	1	-	-	0.75	0
Bis (isi 50 orang)	3.5	50	solar	3180	0.85	772
Metromini (isi 25 orang)	4	25	solar	3180	0.85	676
Mikrolet (isi 8 orang)	7.5	8	bensin	3180	0.75	318
Mobil pribadi (isi 3 orang)	9.8	3	bensin	3180	0.75	243
Mobil pribadi (isi 1 orang)	9.8	1	bensin	3180	0.75	243
Sepeda motor (isi 1 orang)	28	1	bensin	3180	0.75	85

Dari hasil analisa kondisi lalu lintas maka dianalisa jumlah emisi CO2 per kendaraan berdasarkan jenis kendaraan yang melalui persimpangan ini. Berikut pada tabel xx- tabel xx memperlihatkan jumlah emisi CO2 yang dikeluarkan berdasarkan jenis kendaraan.

Tabel 12. Jumlah Emisi CO2 Pada Simpang Sebelum Konstruksi

Kendaraan	Simpang Sebelum Konstruksi							
	R. Soekamto		MP. Mangkuningegara		A. Rozak		AKBP Cek Agus	
	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)
MC	10268	874648	9032	769299	6458	550117	9418	802212
LV	20373	4958123	11236	2734476	11686	2843991	11544	2809433
HV	1608	1086674	810	547290	953	643922	469	317129
UM	10	0	42	0	64	0	20	0
Total	32260	6919444	21120	4051064	19161	4038030	21451	3928774
Total Emisi CO2	18937313							

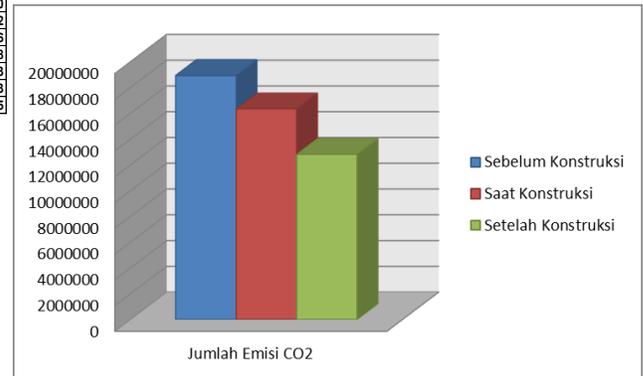
Tabel 13. Jumlah Emisi CO2 Pada Simpang Saat Konstruksi

Kendaraan	Simpang Saat Konstruksi							
	R. Soekamto		MP. Mangkuningegara		A. Rozak		AKBP Cek Agus	
	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)
MC	10268	874648	9032	769299	6458	550117	9418	802212
LV	20373	4958123	11236	2734476	11686	2843991	11544	2809433
HV	0	0	0	0	0	0	0	0
UM	10	0	42	0	64	0	20	0
Total	30651	5832771	20310	3503774	18208	3394108	20982	3611644
Total Emisi CO2	16342297							

Tabel 14. Jumlah Emisi CO2 Pada Simpang Setelah Konstruksi

Kendaraan	Simpang Setelah Konstruksi							
	R. Soekamto		MP. Mangkuningegara		A. Rozak		AKBP Cek Agus	
	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)	Jumlah Kendaraan	Emisi CO2 (gr/km)
MC	5396	459590	5564	473900	5396	459590	4138	352469
LV	11692	2845451	7285	1772931	11692	2845451	6401	1557794
HV	1044	705415	654	441873	1044	705415	287	194143
UM	10	0	24	0	10	0	12	0
Total	18142	4010456	13527	2688704	18142	4010456	10838	2104406
Total Emisi CO2	12814022							

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa penurunan emisi CO2 dari sebelum konstruksi hingga setelah underpass beroperasi. Pada saat konstruksi berlangsung disediakan jalur alternatif oleh Dinas Perhubungan kota Palembang yang mengakibatkan penurunan emisi CO2 karena berkurangnya jumlah kendaraan yang melalui simpang ini. Setelah underpass beroperasi tingkat penurunan emisi semakin signifikan, berkurang sebanyak 6.123.291 gr/km pada saat jam sibuk kendaraan atau terjadi penurunan sebesar 32% dari masa sebelum konstruksi. Tingkat penurunan emisi CO2 dapat dilihat pada grafik yang tertera pada gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Skema Tingkat Penurunan Emisi CO2 Pada Simpang Patal

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap pembangunan underpass, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Pembangunan underpass memberikan dampak terhadap kondisi lalu lintas terutama pada daerah pembangunan berupa naiknya waktu tundaan.
- Dampak terhadap kondisi lalu lintas lainnya adalah adanya kenaikan waktu tundaan dari 450 detik/SMP menjadi 792 detik/SMP.
- Tingkat kenaikan bahan bakar terjadi ketika saat konstruksi sebesar 0,00234708 liter/km untuk sepeda motor, 0,009388322 liter/km untuk kendaraan ringan dan 0,011839478 liter/km.
- Tingkat penurunan bahan bakar terjadi setelah underpass beroperasi yaitu sebesar 0,002422908 liter/km untuk sepeda motor, 0,009691631 liter/km

untuk kendaraan ringan, dan 0.015200725 liter/km untuk kendaraan berat.

- e. Setelah underpass beroperasi terjadi tingkat penurunan emisi sebanyak 6.123.291 gr/km pada saat jam sibuk kendaraan atau terjadi penurunan sebesar 32% dari masa sebelum konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Altiansyah, 2011, **Penurunan Emisi CO2 Dengan Skema Kendaraan Tidak Bermotor Pada Kawasan Ampera Jakabaring**, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Buchari, Erika. *Multimodal Public Transport (MMPT) in Palembang*, (online) (<http://www.mmpt.org>, diakses Oktober 2014).
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005, **Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Balai Besar III Sumatera Selatan, 2013, **Dokumen Studi Analisa Dampak Lalu Lintas Underpass Simpang Patal**, Departemen Pekerjaan Umum, Palembang.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Kementerian Perhubungan, 2012, **Buku Petunjuk Perhitungan Emisi CO2 RAD-GRK Sektor Transportasi Darat**, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2007, **Rencana Aksi Nasional Dalam Menghadapi Perubahan Iklim**, Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2011, **Pedoman Pelaksanaan Rencana Aksi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca**, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta.
- Onogawa K, 2007, **Environment Sustainable Transport For Asian Cities**, UNCRD, Minister of the Environment Government of Japan, Japan.
- Sinaga, Elly, dkk., 2010, **Perhitungan Emisi CO2 dengan Skenario BaU ("Business as Usual") Sektor Transportasi Jalan di Indonesia**, GIZ SUTIP, Jakarta.
- Soejachmoen, MH, 2005, **Transportasi Kota Dalam Pembangunan Kota Yang Berkelanjutan**, ISBN No : 979-99134-5-4, Subur Printing, Jakarta.
- Tamin, O.Z, (008, **Perencanaan , Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi : Teori, Contoh Soal dan Aplikasi**, Penerbit ITB, Bandung.
- Transportation Research Board (TRB). 1998. *NCHRP Research Results Digest: Number 230*. National Research Council, Transportation Research Board, Washington, DC, August.