

Analisis Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Pada Perlintasan Rel Kereta Api

Analysis Of Delay And Queue Length On Oil Fuel Consumption At Railroad Crossings

Asep Sanjaya¹, Sri Nuryati², Elma Yulius³, Eko Darma⁴, Anita Setyowati Srie Gunarti⁵, Fajar Prihesnanto⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Teknik Sipil; Universitas Islam "45"; Jl. Cut Meutia No. 83, Bekasi, Indonesia
Email Korespondensi: anita_ft@unismabekasi.ac.id

Abstract

The railway crossing located on Jalan Kompas, South Tambun is one of the many crossings in Bekasi Regency that has been affected by the rapid growth of private vehicles. The railway crossing doors at this location every few minutes are closed to pass trains. As a result, it causes delays and queue lengths which are quite meaningful, causing large losses for road users such as the use of Fuel Oil (BBM). This study aims to analyze the effect of delays and queue lengths on fuel consumption at railway crossings on Jalan Kompas, South Tambun. The analysis of delays and queue lengths is based on the results of a survey conducted during two working days and one holiday. Fuel consumption analysis based on delay duration using the equation from LAPI-ITB. The relationship of delay and queue length with fuel consumption using multiple linear regression analysis. The results of the analysis of the amount of fuel consumption due to the closure of the crossing door in the North-South direction were 9,010 liters/smp and the South-North direction was 9,330 liters/smp. The amount of loss for the Peralite fuel type is IDR 25,158,638 Pertamina IDR 29,598,398 and Dexlite IDR 31,242,753. The results of the analysis with multiple linear regression, delay and queue length have an influence on fuel consumption at the closing of railway crossing doors, meaning that the higher the delay value and queue length, the greater the fuel consumption wasted. This relationship is in the form of multiple linear regressions. The multiple linear regression model for fuel consumption on Jalan Kompas, Tambun Selatan is: $Y = 7.800 + 0.252 X1 + 0.105 X2$

Keywords: *Railway crossing, Queue length, Delay, Fuel consumption*

Abstrak

Perlindungan rel kereta api yang terletak di Jalan Kompas, Tambun Selatan merupakan satu dari sekian banyak perlindungan di Kabupaten Bekasi yang terkena dampak peningkatan jumlah kendaraan sehingga mengakibatkan tundaan dan antrian panjang. Penelitian ini bertujuan menganalisa pengaruh tundaan dan panjang antrian terhadap konsumsi bahan bakar pada perlindungan rel kereta api di Jalan Kompas Kabupaten Bekasi. Analisis tundaan dan panjang antrian didasarkan pada hasil survey yang dilakukan selama dua hari kerja dan satu hari libur. Konsumsi BBM berdasarkan lama tundaan dianalisis dengan persamaan LAPI-ITB. Hubungan konsumsi BBM dengan tundaan dan panjang antrian dianalisis dengan regresi linier berganda. Hasil analisis jumlah konsumsi BBM akibat penutupan pintu perlindungan pada arah Utara-Selatan sebanyak 9,010 liter/smp dan arah Selatan-Utara sebanyak 9,330 liter/smp. Besarnya kerugian untuk jenis BBM Peralite Rp 25.158.638,-, Pertamina Rp. 29.598.398,- dan Dexlite Rp. 31.242.753,- selama 1 tahun. Hasil analisis dengan regresi linier berganda, tundaan dan panjang antrian memiliki pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar pada penutupan pintu perlindungan kereta api, artinya semakin tinggi nilai tundaan dan panjang antrian semakin besar pula konsumsi bahan bakar. Model regresi linear berganda untuk konsumsi bahan bakar pada Jalan Kompas, Tambun Selatan adalah: $Y = 7,800 + 0,252 X1 + 0,105 X2$

Kata kunci: Perlindungan kereta api, Panjang antrian, Tundaan, Konsumsi BBM.

1. PENDAHULUAN

Upaya untuk mencapai transportasi yang baik, terlebih dahulu kita harus mengatasi berbagai masalah transportasi yang terjadi saat ini, lalu melakukan berbagai kemajuan. Salah satu masalah transportasi adalah melintasi real estate antara jalan raya dan rel kereta api (Fargiant, 2020). Di Indonesia, pertemuan dua jenis infrastruktur transportasi ini berjalan secara semi-otomatis melintasi gerbang. Meski perlintasan kereta api ini beroperasi secara semi otomatis, namun berdampak besar bagi lalu lintas jalan raya karena sesuai dengan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007, Pasal 124 Perkeretaapian, dan Pasal 22 Undang-Undang Tahun 2009, Pasal 114 tentang Angkutan Jalan, transportasi kereta api harus diprioritaskan (Departemen Perhubungan, Undang-undang RI No. 23, 2007).

Peran sistem pemandu pada pertemuan dua jalur, banyak dari infrastruktur transportasi ini sekarang beroperasi secara otomatis. Masalah umum adalah bahwa meskipun sistem kontrol bekerja dengan baik, penundaan dan isyarat besar terjadi ketika terlalu banyak kendaraan mendekati rute (Ahmad, 2019) dan (Arsyad, 2017). Hal ini menyebabkan terganggunya sistem lalu lintas yang ditandai dengan kinerja simpang yang buruk dan permasalahan lalu lintas lainnya yang dapat mengakibatkan kerugian yang cukup besar bagi pengguna jalan, seperti: penggunaan Bahan Bakar Minyak (Nuryati, 2017). Pada saat kendaraan diam (*idle*) di perlintasan kereta api, konsumsi bahan bakar banyak terbuang, hal ini sangat dipengaruhi oleh lamanya tundaan dan lamanya kemacetan.

Perlintasan rel kereta api yang terletak di Jalan Kompas, Tambun Selatan merupakan satu satu dari sekian banyak perlintasan kereta api di Kabupaten Bekasi yang terdampak dari peningkatan jumlah kendaraan secara pesat. Jalan rel tersebut memiliki *track* ganda yang memotong Jalan Kompas dari arah Barat-Timur. Pintu perlintasan kereta api akan ditutup setiap menitnya, mengakibatkan tundaan dan antrian kendaraan menjadi panjang,

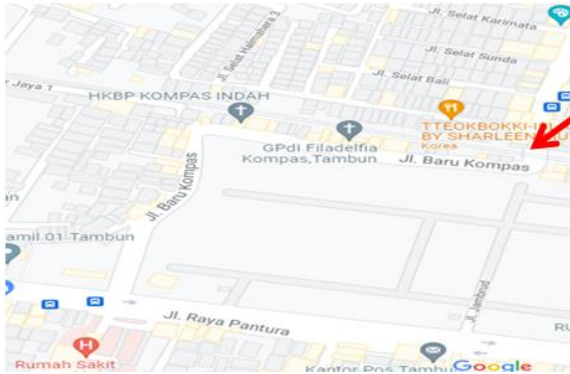
terutama jika kedua jalur kereta akan dilewati secara beruntun oleh kereta api dari arah Barat-Timur dan Timur-Barat. Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka perlu penelitian mengenai analisa pengaruh penutupan pintu perlintasan kereta api terhadap tundaan, panjang antrian, dan konsumsi bahan bakar pada perlintasan kereta api di Jalan Kompas, Tambun Selatan. Memeriksa data berupa nomor kendaraan, waktu penutupan pembatas simpang, tundaan kendaraan, panjang barisan kendaraan, dan parameter biaya bahan bakar. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan antara durasi penutupan perlintasan kereta api dengan tundaan, panjang isyarat, dan dampaknya terhadap konsumsi bahan bakar.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah survey secara langsung ke lapangan. Metode survey yang dilakukan mengacu kepada petunjuk standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Data yang dikumpulkan berupa data volume kendaraan, durasi penutupan pintu lintasan, lama tundaan dan panjang antrian pada perlintasan kereta api di Jalan Kompas, Tambun Selatan. Lokasi yang diteliti (Gambar 1) merupakan jalan kolektor yang memiliki karakteristik yang tidak seragam. Persimpangan pada penelitian ini merupakan persimpangan sebidang yaitu pertemuan antara dua jenis prasarana transportasi seperti jalan raya dengan jalan rel (Gambar 2).

Pertemuan antara dua jenis prasarana transportasi tersebut dapat menimbulkan tundaan, antrian, maupun konsumsi bahan bakar yang berlebih. Kendaraan yang melewati jalan itu terdiri atas kendaraan pribadi atau mobil penumpang, bus, truk, angkutan umum, angkutan antar kota, motor, dan sebagainya. Pengambilan data volume kendaraan berdasarkan pedoman dari Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2004 yaitu dilaksanakan selama 2 (dua) hari kerja dan 1 (satu) hari libur, yaitu hari Selasa, Kamis dan Minggu. Survei dilakukan pada

jam sibuk (*peack hour*) pagi dan sore akibat aktivitas/kegiatan yaitu pada pagi hari pukul 06.00 – 08.00 WIB dan pada sore hari pukul 16.00 – 18.00 WIB. Penempatan lokasi pengamat ditunjukkan pada Gambar 3.

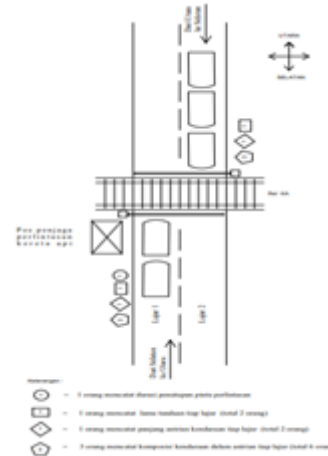


Sumber: Google..Maps, 2021

Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data yang dikumpulkan berupa data primer yaitu volume kendaraan, durasi penutupan pintu perlintasan kereta api, lama tundaan (*Stopped delay*), panjang antrian kendaraan. Data sekunder terdiri dari peta lokasi penelitian, jadwal kedatangan dan keberangkatan kereta api, harga BBM.

Tahapan analisis data dilakukan dengan cara mengolah data yang telah didapatkan dengan menggunakan *software Ms.Excel* Adapun langkah-langkah dalam tahap analisis data, antara lain: analisis volume kendaraan, analisis tundaan, analisis panjang antrian kendaraan, analisis konsumsi bahan bakar, analisis regresi.



Gambar 2. Penempatan Lokasi Pengamat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Survey dilakukan pada pintu perlintasan kereta api di Jalan Kompas, Tambun Selatan pada hari Selasa tanggal 14 Desember 2021, Kamis 16 Desember 2021, dan Minggu 19 Desember 2021. Waktu pengamatan dilakukan pada waktu puncak pagi pukul 06.00-08.00 WIB dan sore 16.00-18.00 WIB. Data yang diambil pada saat penutupan yaitu data durasi penutupan pintu perlintasan, volume kendaraan, data tundaan, data panjang antrian kendaraan.

Data Durasi Penutupan Pintu Perlintasan KA

Data durasi penutupan diambil dengan cara survey, untuk mencari variasi durasi penutupan pintu perlintasan kereta api. Berikut data durasi penutupan pintu perlintasan KA:

- Hari Selasa, 14 Desember 2021 (pagi)

Penutupan pintu perlintasan KA terjadi sebanyak 13 kali. Durasi terlama penutupan pintu perlintasan KA diperoleh pada jam 06.23 WIB (durasi penutupan 390 detik)

- Hari Selasa, 14 Desember 2021 (sore)

Penutupan pintu perlintasan KA terjadi sebanyak 15 kali. Durasi terlama penutupan pintu perlintasan KA diperoleh pada jam 17.32 WIB (durasi penutupan 429 detik)

- Hari Kamis, 16 Desember 2021 (pagi)

Penutupan pintu perlintasan KA terjadi sebanyak 12 kali. Durasi terlama penutupan pintu perlintasan KA diperoleh pada jam 06.23 WIB (durasi penutupan 650 detik)

- Hari Kamis, 16 Desember 2021 (sore)

Penutupan pintu perlintasan KA terjadi sebanyak 14 kali. Durasi terlama penutupan pintu perlintasan KA diperoleh pada jam 17.32 WIB (durasi penutupan 237 detik)

- Hari Minggu, 19 Desember 2021 (pagi)

Penutupan pintu perlintasan KA terjadi sebanyak 14 kali. Durasi terlama penutupan pintu perlintasan KA diperoleh pada jam 07.50 WIB (durasi penutupan 354 detik)

- Hari Minggu, 19 Desember 2021 (sore)

Penutupan pintu perlintasan KA terjadi sebanyak 14 kali. Durasi terlama penutupan pintu perlintasan KA diperoleh pada jam 17.31 WIB (durasi penutupan 648 detik)

Hasil analisis durasi penutupan pintu perlintasan kereta api, diperoleh durasi penutupan pintu perlintasan yang sangat bervariasi. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya kereta yang melintas, kecepatan laju kereta saat melintas dan panjang gerbong kereta. Dan jumlah penutupan pintu perlintasan selama 3 (tiga) hari survey pada jam puncak pagi dan sore sebanyak 80 kali penutupan.

Data Volume Kendaraan

Jenis kendaraan dibedakan atas 3 jenis kendaraan, yaitu: sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV). Data volume kendaraan yang didapatkan dari hasil survey dikalikan

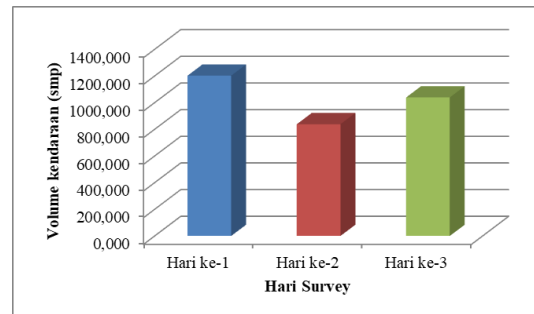
dengan nilai Satuan Mobil Penumpang (SMP). Rekapitulasi hasil perhitungan volume kendaraan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Jumlah Volume Kendaraan

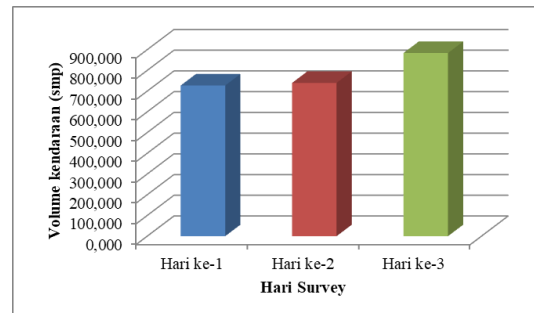
Waktu Survey	Utara - Selatan			Selatan - Utara		
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3
	(smp)	(smp)	(smp)	(smp)	(smp)	(smp)
Pagi	837,4	634,1	340,7	227	168	163
Sore	364,6	203,9	698	500	572	721
Jumlah	1202	838	1039	727	739	884

Tabel 1 menunjukkan volume kendaraan terbesar untuk arah Utara ke Selatan terjadi pada hari ke-1 dengan jumlah sebesar 1202,00 smp, sedangkan volume kendaraan yang terbesar untuk arah Selatan ke Utara terjadi pada hari ke-3 dengan jumlah sebesar 883,80 smp.

Berikut ini diagram batang jumlah volume kendaraan dalam smp pada Jalan Kompas, Tambun Selatan selama 3 (tiga) hari survey arah Utara ke Selatan dan Selatan ke Utara.



Gambar 3. Volume Kendaraan dari arah Utara ke arah Selatan



Gambar 4. Volume Kendaraan dari arah Selatan ke arah Utara

Hasil analisis volume kendaraan, diperoleh volume kendaraan terbesar terjadi pada hari

ke-1, jam puncak pagi arah Utara ke Selatan sebesar 837,4 smp. Hal ini disebabkan karena hari ke-1 merupakan hari kerja sehingga banyaknya kendaraan dikarenakan penggunaannya yang akan melakukan kegiatan dihari kerja.

Data Stopped Delay dan panjang antrian kendaraan.

Survey tundaan (*delay*) dilakukan untuk mencari berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan untuk melewati perlintasan kereta api. Sedangkan survey panjang antrian dilakukan untuk mencari variasi panjang antrian (diukur dalam satuan meter) yang terbentuk di Jalan Kompas, Tambun Selatan akibat aktivitas di perlintasan kereta api. Rekapitulasi hasil survey *stopped delay* dan panjang antrian disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Jumlah *Stopped Delay*

Waktu Survey	Utara - Selatan			Selatan - Utara		
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3
	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)
Pagi	4521	3943	3532	3747	3114	3190
Sore	3358	2706	5109	4966	3809	5165
Jumlah	7879	6649	8641	8713	6923	8355

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai *stopped delay* terbesar selama 3 (tiga) hari survey untuk arah Utara ke Selatan terjadi pada hari ke-3 dengan jumlah *stopped delay* sebesar 8641 detik sedangkan untuk arah Selatan ke Utara terjadi pada hari ke-1 dengan jumlah *stopped delay* sebesar 8713 detik.

Tabel 3. Rekapitulasi Jumlah Panjang Antrian Kendaraan

Waktu Survey	Utara - Selatan			Selatan - Utara		
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3
	(meter)	(meter)	(meter)	(meter)	(meter)	(meter)
Pagi	1945	1532	928	659	524	531
Sore	1010	638	2733	1603	2063	2787
Jumlah	2955	2170	3661	2262	2587	3318

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai panjang antrian kendaraan terbesar selama 3 (tiga) hari survey untuk arah Utara ke Selatan terjadi pada hari ke-3 dengan jumlah panjang antrian kendaraan sebesar 3661 meter sedangkan untuk arah Selatan ke Utara terjadi pada hari ke-3 dengan jumlah

panjang antrian kendaraan sebesar 3318 meter.

Hasil analisis tundaan dan panjang antrian kendaraan, diperoleh lama tundaan (*stopped delay*) yang terbesar terjadi pada hari ke-3 arah Selatan ke Utara dengan lama tundaan sebesar 8713 detik. Sedangkan panjang antrian kendaraan terbesar terjadi pada hari ke-3 arah Utara ke Selatan dengan panjang antrian sebesar 3661 meter. Besarnya nilai tundaan dan panjang antrian sangat bervariasi, hal ini disebabkan oleh durasi penutupan pintu perlintasan kereta api dan volume kendaraan.

Analisis Konsumsi BBM

Konsumsi bahan bakar dihitung berdasarkan pada lama waktu kendaraan mengalami perlambatan berhenti (*stopped delay*) dalam satuan detik dan di analisa berdasarkan persamaan dari LAPI-ITB Bandung yang dikembangkan dari PCI adalah sebagai berikut:

$$F_1 = 170.10^{-1} + (-455.10^{-3}) V + (490.10^{-5}) V^2 \dots\dots\dots(1)$$

$$F_2 = (770.10^{-8}) V^2 \dots\dots\dots(2)$$

$$F_3 = 140.10^{-2} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- F₁ = Konsumsi BBM pada kecepatan konstan (liter/100 smp-km)
- F₂ = Konsumsi BBM pada saat akselerasi/deselerasi (liter/smp)
- F₃ = Konsumsi BBM pada saat diam (liter/smp-jam)
- V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

Total konsumsi BBM pada simpang bersinyal menggunakan persamaan F₃ = konsumsi BBM pada saat *idle* (diam), berdasarkan lama tundaan pada penutupan pintu perlintasan kereta api. sehingga diperoleh konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan, terutama saat *idle* (diam) selama kendaraan mengalami tundaan akibat penutupan perlintasan kereta api. Rekapitulasi hasil perhitungan konsumsi bahan bakar disajikan dalam Tabel 4.

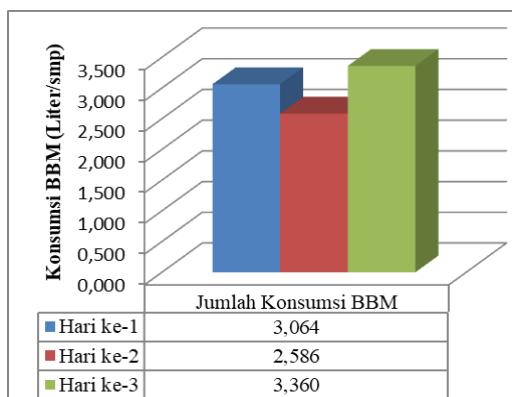
Tabel 4 merupakan data hasil hitungan konsumsi BBM selama tiga hari pengamatan. Dapat dilihat bahwa jumlah

konsumsi BBM dari arah Utara ke Selatan sebesar 9,010 liter/smp sedangkan dari arah Selatan ke Utara sebesar 9,330 liter/smp.

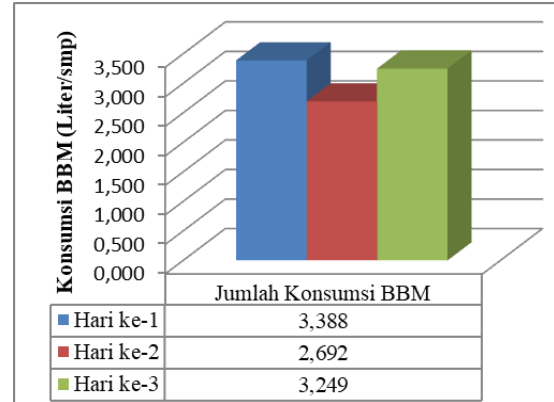
Tabel 4. Rekapitulasi Jumlah Konsumsi BBM berdasarkan lama *Stopped Delay*

Hari	KONSUMSI BBM				Total	
	Utara-Selatan		Selatan-Utara			
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Utara-Selatan	Selatan-Utara
	1	2	3	4		
	(liter/smp)	(liter/smp)	(liter/smp)	(liter/smp)	(liter/smp)	(liter/smp)
Ke-1	1,76	1,31	1,46	1,93	3,064	3,388
Ke-2	1,53	1,05	1,21	1,48	2,586	2,692
Ke-3	1,37	1,99	1,24	2,01	3,36	3,249
Jumlah					9,01	9,33

Gambar 5 dan gambar 6 menunjukkan jumlah konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) pada penutupan perlintasan kereta api selama periode jam puncak di Jalan Kompas, Tambun Selatan pada hari ke-1, ke-2 dan ke-3 untuk menunjukkan jumlah konsumsi BBM yang terjadi pada penutupan perlintasan kereta api selama periode jam puncak.



Gambar 5. Konsumsi BBM dari arah Utara menuju Selatan (liter/smp)



Gambar 6. Konsumsi BBM dari arah Selatan menuju Utara (liter/smp)

Konsumsi BBM sangat dipengaruhi oleh lama tundaan dan panjang antrian. Semakin lama tundaan dan semakin besar panjang antrian maka semakin besar konsumsi BBM-nya.

KERUGIAN KONSUMSI BBM

Dari hasil analisis di atas dapat diketahui berapa banyak konsumsi BBM dalam satuan liter/smp. Bila banyaknya BBM dikali dengan harga BBM saat ini di tahun 2022 maka akan terlihat kerugian secara nyata bagi pengguna jalan akibat penggunaan BBM secara tidak optimal atau terbuang percuma. Tabel 5 menunjukkan jumlah Konsumsi BBM dan Harga BBM.

Tabel 5. Jumlah Konsumsi BBM dan Harga BBM

Arah	Konsumsi BBM (liter / smp)	Harga BBM / Januari 2022	
Utara - Selatan	9,01	Pertalite	Rp7.650,00
Selatan - Utara	9,33	Pertamax	Rp9.000,00
		Dexlite	Rp9.500,00

Sumber: Pertamina – Harga BBM, 2022

Tabel 5 menyajikan banyaknya konsumsi BBM saat *idle* (diam) pada jam puncak dan harga BBM per Januari 2022. Dari data di atas dimisalkan penggunaannya mulai harian, mingguan (7 hari), bulanan (30 hari) hingga tahunan (365 hari). hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Jumlah Kerugian BBM Akibat Tundaan (Arah Utara ke Selatan)

Periode	Jumlah Pengeluaran Arah Utara ke Selatan		
	Pertalite	Pertamax	Dexlite
	(Rp / smp)	(Rp / smp)	(Rp / smp)
1 Hari	Rp 68.928,00	Rp 81.092,00	Rp 85.597,00
1 Minggu	Rp 482.494,00	Rp 567.641,00	Rp 599.176,00
1 Bulan	Rp 2.067.833,00	Rp 2.432.745,00	Rp 2.567.898,00
1 Tahun	Rp 25.158.638,00	Rp 29.598.398,00	Rp 31.242.753,00

Tabel 6 menyajikan data dalam rupiah dihitung dari jumlah konsumsi BBM liter/smp dikali dengan harga BBM pada tiap jenis BBM maka didapat jumlah kerugian BBM selama 1 hari untuk arah Utara ke Selatan untuk jenis BBM Premium sebesar Rp. 68.928,00 Pertamax Rp. 81.092,00 dan Dexlite Rp. 85.597,00 sedangkan jumlah kerugian BBM selama 1 tahun untuk jenis BBM Premium sebesar Rp. 25.158638,00 Pertamax Rp. 29.598.398,00 dan Dexlite Rp. 31.242.753,00.

Tabel 7. Jumlah Kerugian BBM Akibat Tundaan (Arah Selatan ke Utara)

Periode	Jumlah Pengeluaran Arah Selatan ke Utara		
	Pertalite	Pertamax	Dexlite
	(Rp / smp)	(Rp / smp)	(Rp / smp)
1 Hari	Rp 71.373,00	Rp 83.969,00	Rp 88.633,00
1 Minggu	Rp 499.613,00	Rp 587.780,00	Rp 620.434,00
1 Bulan	Rp 2.141.197,00	Rp 2.519.055,00	Rp 2.659.003,00
1 Tahun	Rp 26.051.227,00	Rp 30.648.503,00	Rp 32.351.197,00

Tabel 7 menyajikan data dalam rupiah dihitung dari jumlah konsumsi BBM liter/smp dikali dengan harga BBM pada tiap jenis BBM maka didapat jumlah kerugian BBM selama 1 hari untuk arah Utara ke Selatan untuk jenis BBM Premium sebesar Rp. 71.373, Pertamax Rp. 83.969 dan Dexlite Rp. 88.633 sedangkan jumlah kerugian BBM selama 1 tahun untuk jenis BBM Premium sebesar Rp. 26.051.227, Pertamax Rp. 30.648.503 dan Dexlite Rp. 32.351.197.

ANALISIS REGRESI LINEAR BERGANDA

Panjang antian dan lama tundaan sangat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Hubungan ini berupa regresi linier berganda.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Dimana :

Y = konsumsi_bahan_bakar (variabel tidak bebas)

X₁ = panjang_antrian (variabel bebas)

X₂ = lama_tundaan (variabel bebas)

a = konstanta. (nilai_intercept)

b₁b₂ = Koefisien. regresi

Data yang digunakan untuk perhitungan statistik pada penelitian ini adalah data jumlah panjang antrian, lama tundaan (*stopped delay*) dan konsumsi bahan bakar untuk tiap–tiap jalur dari perlintasan kereta api sehingga menghasilkan hubungan regresi linier berganda.

Berikut ini rekapitulasi data jumlah konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM), Tundaan dan Panjang Antrian pada perlintasan rel KA di Jalan Kompas, Tambun Selatan selama 3 (tiga) hari survey. Yang akan digunakan dalam perhitungan analisis regresi linear berganda.

Tabel 8. Data Jumlah Konsumsi BBM, Tundaan dan Panjang Antrian

Waktu Survey	Arah	Y	X1	X2
		BBM (cc/smp)	Antrian (m)	Tundaan (dtk)
Hari ke -1 pagi	Utara ke Selatan	1758,167	1945	4521
Hari ke -1 sore	Utara ke Selatan	1305,889	1010	3358
Hari ke -1 pagi	Selatan ke Utara	1457,167	659	3747
Hari ke -1 sore	Selatan ke Utara	1931,222	1603	4966
Hari ke -2 pagi	Utara ke Selatan	1533,389	1532	1532
Hari ke -2 sore	Utara ke Selatan	1052,333	638	2706
Hari ke -2 pagi	Selatan ke Utara	1211	524	3114
Hari ke -2 sore	Selatan ke Utara	1481,278	2063	3809
Hari ke -3 pagi	Utara ke Selatan	1373,556	928	3532
Hari ke -3 sore	Utara ke Selatan	1986,833	2733	5109
Hari ke -3 pagi	Selatan ke Utara	1240,556	531	3190
Hari ke -3 sore	Selatan ke Utara	2008,611	2787	5165

Hubungan atau persamaan yang diperoleh akan diuji secara statistik untuk menunjukkan kevalidan data maupun hasil analisis dari survey dilapangan. Uji yang dilakukan meliputi uji t dan uji F. Dari hasil perhitungan analisis regresi linear berganda, didapat persamaan regresi linear berganda sebagai berikut: $Y = 7,800 + 0,252 X_1 + 0,105 X_2$

Dimana :

Y = konsumsi_BBM (cc/smp)

X₁ = panjang.antrian (meter)

X₂ = lama.tundaan (detik)

Hasil perhitungan regresi linear berganda ini bernilai positif, maka terjadi hubungan yang searah antara variabel bebas X_1 dan X_2 dengan variabel tak bebas Y .

Uji Parsial (uji t)

Uji t dikenal dengan uji parsial, yaitu untuk menguji bagaimana pengaruh masing-masing variabel bebasnya secara sendiri-sendiri (parsial) terhadap variabel terikatnya. Uji ini dapat dilakukan dengan membandingkan t_{hitung} dengan t_{tabel} .

1. Nilai $t_{hitung} 3,625 > t_{tabel} 2,200$ sehingga dengan demikian H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang artinya X_1 berpengaruh signifikan terhadap Y . Hal ini menyebabkan pengaruh jumlah panjang antrian berpengaruh terhadap jumlah konsumsi BBM.
2. Nilai $t_{hitung} 1,978 < t_{tabel} 2,200$ sehingga dengan demikian H_0 diterima dan H_2 ditolak, yang artinya X_2 tidak berpengaruh signifikan terhadap Y . Hal ini menyebabkan pengaruh jumlah lama tundaan sangat kecil terhadap jumlah konsumsi BBM.

Dari hasil uji t diketahui bahwa variabel X_1 (panjang antrian) berpengaruh signifikan terhadap Y (konsumsi BBM).

Uji Simultan (Uji F)

Dari hasil perhitungan Uji F didapat hasil yaitu: Nilai $F_{hitung} 22,191 > F_{tabel} 4,256$ sehingga keputusannya adalah H_0 ditolak. Interpretasinya adalah X_1 (panjang antrian) dan X_2 (tundaan) secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap Y (konsumsi BBM).

4. KESIMPULAN

1. Durasi penutupan pintu perlintaan kereta api memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya tundaan dan panjang antrian kendaraan. Adapun durasi penutupan pintu perlintaan kereta api yang terlama terjadi pada hari ke-2 pukul 06.23 WIB dengan durasi penutupan sebesar 650 detik.

2. Besarnya tundaan (*stopped delay*) akibat pengaruh penutupan pintu perlintaan kereta api dari arah Utara ke Selatan yang terbesar terjadi pada hari ke-3 dengan tundaan sebesar 8641 detik sedangkan dari arah Selatan ke Utara yang terbesar terjadi pada hari ke-1 dengan tundaan sebesar 8713 detik.
3. Panjang antrian kendaraan dari arah Utara ke Selatan akibat pengaruh penutupan pintu perlintaan yang terbesar terjadi pada hari ke-3 dengan panjang antrian sebesar 3661 meter sedangkan dari arah Selatan ke Utara juga terjadi pada hari ke-3 dengan panjang antrian sebesar 3318 meter. Jumlah konsumsi BBM akibat tundaan pada penutupan pintu perlintaan kereta api di Jalan Kompas, Tambun Selatan dari arah Utara ke Selatan sebesar 9,010 liter/smp. Dan dari arah Selatan ke Utara sebesar 9,330 liter/smp.
4. Besarnya kerugian konsumsi BBM akibat tundaan dan panjang antrian selama 1 (satu) tahun dari arah Utara ke Selatan untuk jenis BBM Pertalite sebesar Rp. 25.158.638,00; Pertamax Rp. 29.598.398,00; Dexlite Rp. 31.242.753,00. Sedangkan dari arah Selatan ke Utara untuk jenis BBM Pertalite sebesar Rp. 26.051.227,00; Pertamax Rp. 30.648.503,00; Dexlite Rp. 32.351.197,00. Konsumsi BBM sangat dipengaruhi oleh lama tundaan dan panjang antrian. Semakin lama tundaan dan semakin besar panjang antrian maka semakin besar konsumsi BBM-nya.
5. Hubungan ini berupa regresi linier berganda. Model regresi linear berganda untuk konsumsi bahan bakar pada Jalan Kompas, Tambun Selatan adalah: $Y = 7,800 + 0,252 X_1 + 0,105 X_2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., & Mahmudati, R. (2019). PENGARUH PENUTUPAN PINTU PERLINTASAN KERETA API TERHADAP TUNDAAN DAN PANJANG ANTRIAN KENDARAAN. Teras, 9(1), 51-62.

- Arsyad, A. (2017). Studi Analisis Tundaan, Antrian Dan Biaya Operasional Kendaraan Akibat Perlintasan Sebidang Jalan Dengan Rel Kereta Api Pada Ruas Jalan Malang-Surabaya Km (Skripsi, ITN Malang).
- Direktorat Jenderal Bina Marga., (1997), MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonsia). Depatemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Fargiant, Wildan Noer., (2020) Pengaruh Karakteristik Lalu Lintas Pada Perlintasan REL Kereta Api Dengan Sebidang Jalan (Studi Kasus:Perlntasan Kereta Api Jalan Perjuangan Bekasi). Skripsi. Teknik Sipil, Universitas Islam 45. Bekasi.
- Kementerian Perhubungan., (2007), Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian. Kementrian Perhubungan Republik Indonesia. Jakarta.
- Nuryati, S. (2017). Penggunaan Bahan Bakar Minyak Terhadap Kecepatan Kendaraan Dan Nilai Waktu Perjalanan Di Wilayah Kota Bekasi. *Bentang : Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil* 5(1), 45-61.