

# EFEKTIFITAS SMART TACHOGRAPH PADA KENDARAAN UMUM DALAM UPAYA PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA

## EFFECTIVENESS OF SMART TACHOGRAPH ON PUBLIC TRANSPORT EFFORT IN GREENHOUSE GAS EMISSION REDUCTION

Imam Sonny<sup>1)</sup> dan Tetty Sulastry Mardiana<sup>2)</sup>

Badan Litbang Perhubungan  
Jl. Medan Merdeka Timur No. 5 Jakarta Pusat 10110

<sup>1)</sup>[email: massonny@gmail.com](mailto:massonny@gmail.com)

<sup>2)</sup>[email: tetty\\_sulastry@yahoo.com](mailto:tetty_sulastry@yahoo.com)

Diterima: 9 September 2014, Revisi 1: 1 Oktober 2014, Revisi 2: 15 Oktober 2014, Disetujui: 24 Oktober 2014

### ABSTRAK

Permasalahan tingginya angka kecelakaan di Indonesia dan tingginya jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan sektor transportasi, mengidentifikasi perlunya dilaksanakan kajian mengenai teknologi *smart tachograph* dan pengaruhnya terhadap angka kecelakaan, Kajian bertujuan untuk mendapatkan tingkat efektifitas teknologi *smart tachograph* dalam menurunkan konsumsi bahan bakar dan jumlah emisi GRK dari sektor transportasi. Penelitian menggunakan pendekatan gabungan kualitatif dan kuantitatif dengan pendekatan penelitian yang lebih dominan pendekatan kualitatif. Pengumpulan data primer dilaksanakan untuk menganalisa efektivitas alat *smart tachograph*. Analisis data menggunakan persamaan *mobile combustion*. Pengaktifan *driving asistance* pada alat tachograph dapat menghemat konsumsi bahan bakar kendaraan rata-rata sebesar 8,22 %. Jumlah emisi yang dihasilkan dari sampel kendaraan tanpa *driving asistance* adalah 161.635 Ton CO<sub>2</sub>/ tahun. Jumlah konsumsi BBM pada kendaraan dengan *driving asistance* adalah 2.002.010.361 MJ. Jumlah emisi yang dihasilkan kendaraan dengan *driving asistance* adalah 148.349 Ton CO<sub>2</sub>/ tahun. Penurunan emisi kendaraan setelah menggunakan alat smart tachograph dengan *driving asistance* adalah 13.286 Ton CO<sub>2</sub>/ tahun.

**Kata kunci:** emisi, gas rumah kaca (GRK), *smart tachograph*, *driving asistance*

### ABSTRACT

Number of accidents in Indonesia tends increasing in recent years and the use of not renewable fossil fuels in high amount of GHG emissions as a result from the transport sector. This study aims to obtain the effectiveness of tachograph in reducing fuel consumption and GHG emissions from the transportation sector. using a combination of qualitative and quantitative approach with a more dominant research approach qualitative approach. Primary data collection was conducted to analyze the effectiveness of the tachograph. Analysis of data using mobile combustion equation. The result of driving asistance on tachograph tool can save fuel consumption by an average of 8,22%. The amount of emissions generated from the sample vehicle without driving asistance is 161.635 tons of CO<sub>2</sub>/year. Total fuel consumption in vehicles with driving asistance is 2.002.010.361 MJ. The amount of emissions produced by vehicles driving asistance is 148.349 tons of CO<sub>2</sub> / year. Vehicle emission reduction after using a tachograph smart with driving asistance is 13.286 tons of CO<sub>2</sub> / year.

**Keywords:** emmission, green house gas emmission, smart tachograph, driving assistance

## PENDAHULUAN

Tahapan mitigasi dilaksanakan untuk melihat opsi teknologi yang mempunyai peluang untuk diterapkan dalam mengurangi emisi GRK. Mitigasi dilakukan untuk memperoleh level emisi tertentu dengan mengganti teknologi yang sudah ada dengan teknologi yang baru (Aritenang,W, 2012), salah satunya melalui pemanfaatan teknologi *smart tachograph*, yaitu teknologi pemantauan kendaraan secara *real time* sehingga dapat memantau situasi dan kondisi kendaraan, pengemudi dan lingkungan sekitarnya.

*Smart tachograph* memiliki fungsi utama bagi manajemen, yaitu memberikan laporan harian dan memonitor secara langsung selama kendaraan dioperasikan, bagi keselamatan dan ekonomi memberikan panduan mengemudi secara *eco driving* sehingga dapat menghemat penggunaan bahan bakar dan menurunkan emisi CO<sub>2</sub>. Selain itu penggunaan *smart tachograph* dapat meningkatkan keterampilan mengemudi yang efektif dengan memberikan masukan pada pengemudi disaat mengemudi maupun setelahnya (*how to drive/ driving asistance*).

Berdasarkan pertimbangan hal-hal tersebut di atas, maka perlu dilakukan kajian Efektifitas *Smart Tachograph* Pada Kendaraan Umum Dalam Upaya Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. Kajian ini disusun untuk dapat mengetahui jumlah penurunan emisi gas rumah kaca dari pemanfaatan alat *smart tachograph* dari sektor transportasi di Indonesia.

Berangkat dari permasalahan tingginya angka kecelakaan di Indonesia dan tingginya penggunaan bahan bakar fosil yang tidak terbaharukan serta tingginya jumlah emisi GRK yang dihasilkan dari kegiatan sektor transportasi, maka dirasa perlu untuk mengidentifikasi teknologi *smart tachograph* dan pengaruh penggunaannya terhadap penurunan angka kecelakaan dan konsumsi bahan bakar serta penurunan emisi GRK, sehingga diharapkan perwujudan keselamatan dan pembangunan berkelanjutan dapat tercapai.

Kajian ini bermaksud menelaah keefektifan alat *smart tachograph* dan sejenisnya terhadap penghematan BBM dan penurunan emisi GRK

Tujuan kajian untuk mendapatkan tingkat efektifitas teknologi *smart tachograph* dalam menurunkan konsumsi bahan bakar dan jumlah emisi GRK dari sektor transportasi.

## TINJAUAN PUSTAKA

Transportasi merupakan sumber utama dari pencemaran udara di pusat perkotaan. Kegiatan transportasi menyumbangkan unsur gas rumah kaca (GRK) kira-kira NO<sub>x</sub> sebesar 45%, total HC sebesar 50% dan dan emisi CO sebesar 90% (Olsson, 1994, dalam Pusdatin Kemen-ESDM, 2012). Meskipun perkembangan teknologi terbaru secara signifikan dapat mengurangi jumlah emisi, namun perlu ditunjang oleh kemampuan pengemudi dalam melakukan *smart driving*. (DENSO CORPORATION, 2013).

Alat Pengurang Jumlah Emisi Kendaraan Umum Bus, *Tachograph*, atau dalam undang-undang menyebutkan sebagai 'peralatan rekaman', telah digunakan saat ini di bawah undang-undang Uni Eropa (peraturan EU 3821/85) selama 18 tahun. (Nowacky, G., Nidzicka, A., 2012) *Tachograph* seiring perkembangan teknologi terbagi menjadi dua bagian, *tachograph analog* dan *tachograph digital*.

### a. *Tachograph Analog*

Semua unit analog ini merekam periode pengemudi yang sedang bertugas pada kertas yang berbentuk lingkaran (*disc-graphic tachograph*). Alat Ini tidak dapat ditukarkan antar unit yang berbeda dan sangat rentan terhadap kerusakan dan gangguan. (DENSO CORPORATION, 2013)

### b. *Tachograph Digital*

Data-data *tachograph digital* dari yang diambil dari ECU sangat presisi, setiap kejadian yang abnormal direkam di dalam media penyimpanan berkapasitas tinggi dalam bentuk kombinasi data numerik, video dan lokasi kejadian. Data-data tersebut apabila digabungkan akan menjadi data yang sangat presisi dan dapat dijadikan sebagai bukti dalam suatu kejadian abnormal. (DENSO CORPORATION, 2013).

## METODOLOGI PENELITIAN

pada penelitian ini menggunakan pendekatan gabungan kualitatif dan kuantitatif dengan pendekatan penelitian yang lebih dominan pendekatan kualitatif. Strategi penelitian kajian ini adalah kajian upaya mitigasi melalui rencana pemanfaatan alat *smart tachograph* pada armada transportasi umum bis dan efeknya terhadap konsumsi BBM dan penurunan gas rumah kaca dari sektor transportasi umum.

Data diperoleh melalui wawancara dan kuisioner. Informan dan responden adalah manajemen perusahaan dan pengemudi bus. Pengumpulan data dilakukan secara *triangulasi* (gabungan), analisis data bersifat induktif dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna daripada generalisasi (Sugiyono, 2010), Hasil wawancara dan kuisioner dicatat dan dipotret.

Waktu penelitian pada bulan Oktober 2014 selama 1 (satu) bulan. Lokasi penelitian di *pool* di perusahaan otobus Damri, Rosalia Indah, Bluebird, Hary Jaya Truck, Blue Star, Shymponie dan Nusantara.

Populasi dalam penelitian ini adalah 40 kendaraan bus yang telah dipasang *digital tachograph*, dan dari 40 alat yang dipasang data yang didapat dipilah-pilah sehingga didapat data yang lengkap untuk dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan aplikasi analisis.

### a. Analisis Penghitungan Emisi

Dalam melakukan penghitungan emisi CO<sub>2</sub>, dan dengan mempertimbangkan keterbatasan data maka penghitungan prediksi emisi dari kegiatan transportasi dilakukan menggunakan persamaan *mobile combustion* sebagai berikut :

$$Emission = \sum (fuel \times Emission \ Factor)$$

Dimana :

Jumlah Bahan Bakar (liter)

Energi *content* solar = 38.68 MJ/l

*Fuel* = Jumlah bahan bakar (TJ)

EF = Emisi faktor CO<sub>2</sub> untuk tiap jenis bahan bakar (kg/TJ)

*Emission* = Jumlah total emisi CO<sub>2</sub>. (IPCC, 2006 dalam Pusdatin Kementerian ESDM, 2012)

Persamaan *mobile combustion* memerlukan beberapa data sebagai berikut, yaitu jumlah bahan bakar rata-rata yang dipergunakan oleh kendaraan umum bus yang beroperasi, data dapat dimiliki dari perusahaan otobus, dan data faktor emisi CO<sub>2</sub> untuk bahan bakar solar yang digunakan kendaraan umum bus dalam satuan kg/ TJ, data didapatkan dari guidance IPCC tahun 2006. Untuk menjawab perumusan masalah yang telah ditetapkan, yaitu berapa besar efektifitas pemanfaatan teknologi informasi *smart tachograph* dilihat dari penurunan jumlah kecelakaan dan penggunaan bahan bakar, perlu dilakukan tahapan penting untuk menganalisa data yang diperoleh melalui wawancara dan observasi. (Ismayanti, R, Boedisantoso, R dan Assomadi, A, 2012)

### b. Penghitungan Penurunan Emisi GRK

Faktor Emisi adalah nilai representatif yang menghubungkan kuantitas suatu polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari suatu kegiatan yang terkait dengan sumber polutan. Faktor-faktor ini biasanya dinyatakan sebagai berat polutan dibagi dengan satuan berat, volume, jarak, ataulamanya aktivitas yang mengemisikan polutan (misalnya, partikel yang diemisikan gram per liter bahan bakar yang dibakar). (Gumilang, R, 2010)

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja. *Energy Contents* (kandungan energi) adalah istilah yang digunakan untuk jumlah energi yang tersimpan dalam sistem tertentu atau ruang wilayah per satuan volume. Tabel 3 menunjukkan suatu ukuran relatif dari jumlah zat-zat yang dapat setara dalam memproduksi hasil yang dibutuhkan. (Ismayanti, R, Boedisantoso, R dan Assomadi, A, 2012)

**Tabel 1.** Faktor Emisi CO<sub>2</sub> Berdasarkan Jenis Bahan Bakar

<i>CO<sub>2</sub> Emissions Factors (kg/TJ)</i>			
<i>Fuel</i>	<i>DEFAULT</i>	<i>LOWER</i>	<i>UPPER</i>
<i>Gasoline</i>	69300	67500	73000
<i>Other Kerosene</i>	71900	70800	73600
<i>Gas/ Diesel Oil</i>	74100	72600	74800
<i>Residual Fuel Oil</i>	77400	75500	78800
<i>Liquefied Petroleum Gases</i>	63100	61600	65600
<i>Other Oil :</i>			
1. <i>Refinery Gas</i>	57600	48200	69000
2. <i>Paraffin Waxes</i>	73300	72200	74400
3. <i>White Spirit &amp; SBP</i>	73300	72200	74400
4. <i>Other Petroleum Products</i>	73300	72200	74400
<i>Natural Gas</i>	56100	54300	58300

Sumber: IPCC Guidance 2006 dalam Ismayanti, R, Boedisantoso, R, dan Assomadi A, 2012

**Tabel 2.** Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Kendaraan

KATEGORI	CO (g/km)	HC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)	PM <sub>10</sub> (g/km)	CO <sub>2</sub> (g/kgBBM)	SO <sub>2</sub> (g/km)
Sepeda Motor	14	5.9	0.29	0.24	3180	0.08
Mobil (Bensin)	40	4	2	0.01	3180	0.026
Mobil (Solar)	2.8	0.2	3.5	0.53	3172	0.44
Bis	11	1.3	11.9	1.4	3172	0.93
Truk	8.4	1.8	17.7	1.4	3172	0.82

Sumber: Suhadi dalam Srikandi, 2008, dalam Ismayanti, R, Boedisantoso, R, dan Assomadi A, 2012

**Tabel 3.** Energy Content

Electricity	Hydro	3.6	MJ/kWh
	Nuclear (typical value)	11.6	MJ/kWh
Steam		2.33	MJ/kg
Natural Gas		37.23	MJ/m <sup>3</sup>
Ethane (liquid)		18.36	MJ/l
Propane (liquid)		25.53	MJ/l
Coal	Anthracite	27.7	MJ/kg
	Bituminous	27.7	MJ/kg
	Sub-Bituminous	18.8	MJ/kg
	Lignite	14.4	MJ/kg
	Average domestic use	22.2	MJ/kg
Petroleum products	Aviation gasoline	33.62	MJ/l
	Motor gasoline	34.66	MJ/l
	Kerosene	37.68	MJ/l
	Diesel	38.68	MJ/l
	Light fuel oil (No.2)	38.68	MJ/l
	Heavy fuel oil (No.6)	41.73	MJ/l

Sumber: Aube, 2011, dalam Ismayanti, R, Boedisantoso, R, dan Assomadi A, 2012

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil studi sebelumnya, penghematan bahan bakar minyak (BBM) (*fuel saving*) armada dengan *driving assistance* dari alat Tachograph dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Ratio Penghematan Konsumsi BBM dengan *Driving Assistance* dari Alat Tachograph (%)

NO	PERUSAHAAN OTOBUS	RATA-RATA RATIO KONSUMSI BBM (%)
1	DAMRI	5.48
2	BLUEBIRD	12.2
3	ROSALIA INDAH	6.97
	RATA-RATA	8.22

Sumber: Badan Litbang Perhubungan, 2014

Pengumpulan data dilaksanakan untuk menganalisa efektivitas alat *smart tachograph* pada 7 (tujuh) perusahaan otobus (PO), yaitu, DAMRI, Rosalia Indah, Blue Bird, Hari Jaya Truck, Blue Star, Symphonie dan Nusantara. Adapun hasil temuan penelitian adalah sebagai berikut :

### 1. DAMRI

Pemasangan *Device Tachograph (memory card)* minimal setiap 7 hari diganti dengan *memory card* yang lain atau *memory card* yang baru. Untuk memperoleh penggunaan *device tachograph* dengan baik, maka pergantian sistem dirubah menjadi pergantian sistem pengemudi dan *memory card*, artinya dalam setiap pergantian pengemudi maka *memory card* yang ada didalam *device tachograph* juga diganti, artinya 1 pengemudi memiliki 1 *memory card*.

Pemasangan alat tachometer ini pada DAMRI dilakukan pada tiga lokasi, yaitu

- Jakarta dengan jumlah pemasangan alat pada 5 kendaraan;
- Lampung dengan jumlah pemasangan alat pada 5 kendaraan;
- Solo dengan jumlah pemasangan alat pada 4 kendaraan

Pada tabel 5 dapat lihat hasil dari pemasangan *tachograph* pada lima kendaraan Damri di Jakarta (4696, 4715, 4735, 5218,5219), Tanda minus pada angka menandakan tidak terjadinya efisiensi pada kendaraan dengan *driving assistance*. Terdapat tiga kendaraan (4735, 5218, 5219) yang memiliki efek lebih baik dalam berkendara (berkeselamatan) setelah dilakukan pemasangan tachograph. Pada kendaraan nomor 4735 dengan *driving aistance* mengalami peningkatan pada insiden sudden brake sebesar 7.32 %. Hal ini dikarenakan pengemudi belum terbiasa mendengar *driving asistance* dari alat *smart tachograph*.

Rata-rata perbaikan kejadian *near miss* pada kendaraan DAMRI dengan *driving assistance* adalah sebesar 87.67 %. Rata-rata perbaikan kejadian sudden brake pada kendaraan DAMRI dengan *driving assistance* adalah sebesar 13.77 %.

Ditinjau dari penghematan BBM, rata-rata *ratio saving fuel* kendaraan PO Damri dengan *driving assistance* nomor 4696, 4715, 4735, 5218,5219 mengalami efisiensi BBM sebesar 5.48 %.

**Tabel 5.** Hasil Perbandingan Efek Berkendara dalam Kurun Waktu Tanpa *Driving Asistance* dan dengan *Driving Asistance* pada DAMRI

Vehicle	Effect	Near Miss (/1000km)			Sudden Brake (/1000km)			Fuel Economy (km/l)		Ratio saving Fuel (%)	
		Without	With	Ratio	Without	With	Ratio	Without	With		
DAMRI (Jakarta)	4696	0.0	0.0	-	35.8	22.5	37.15%	3.05	3.31	8.8	
	4715	0.0	0.0	-	22.8	13.9	39.04%	2.60	2.76	6.0	
	4735	Better	0.7	0.0	100%	12.3	13.2	-7.32 %	3.21	3.34	4.1
	5218	Better	1.5	0.6	63%	32.5	29.6	8.92%	2.87	2.93	2.0
	5219	Better	0.5	0.0	100%	23.1	22.8	1.30%	2.77	2.95	6.5
DAMRI (Lampung)	DL005	0.0	0.0	-	8.5	8.2	3.53%	-	-	-	
Rata-rata		87.67%			13.77%			2.9	3.058	5.48%	

Sumber: Denso, 2013

## 2. Rosalia Indah

Pemasangan alat *tachograph* telah dilakukan pada kendaraan milik Rosalia Indah sebanyak lima kendaraan pada bus berukuran besar sebagaimana terlihat pada table 6. Dua kendaraan Rosalia Indah (IB002, IB005) memiliki efek lebih baik dalam berkendara setelah dilakukan pemasangan tachograph.

Rata-rata perbaikan insiden *near miss* pada kendaraan PO Rosalia Indah dengan *driving assis-*

*tance* pada adalah sebesar 88.5 %. Rata-rata perbaikan kejadian *sudden brake* kendaraan dengan *driving assistance* adalah sebesar -5.14, artinya peningkatan kejadian *sudden brake* kendaraan dengan *driving assistance* adalah meningkat dikarenakan pengemudi belum terbiasa mendengar panduan *driving asistance* dari alat smart tachograph. Dilihat dari penggunaan BBM kendaraan dengan *driving assistance* mengalami rata-rata efisiensi BBM sebesar 6.97 %.

**Tabel 6.** Hasil Perbandingan Efek Berkendara Dalam Kurun Waktu Tanpa *Driving Asistance* dan dengan *Driving Asistance* pada Rosalia Indah

Vehicle	Effect	Near Miss (/1000km)			Sudden Brake (/1000km)			Fuel Economy (km/l)		Ratio saving Fuel (%)	
		Without	With	Ratio	Without	With	Ratio	Without	With		
ROSALIA INDAH	IB001	No Effect	0.7	2.1	-	114.7	111.2	3.05%	2.25	2.36	4.8
	IB002	Better	0.9	0.0	100%	75.1	80.9	-7.72%	2.66	2.74	3.2
	IB003	No Effect	1.6	2.1	-	84.6	77.6	8.27%	-	-	-
	IB004	No Effect	1.0	3.3	-	75.2	90.1	-19.81	-	-	-
	IB005	Better	2.3	0.5	77%	47.4	51.9	-9.49%	2.38	2.69	12.9
Rata-rata				88.5%			-5.14				6.97%

Sumber: Denso, 2013

## 3. Bluebird

Pemasangan alat *tachograph* telah dilakukan pada kendaraan milik Bluebird sebanyak empat kendaraan yang dipasang pada kendaraan bus berukuran sedang dan besar. Hasil dari pemasangan alat tachograph dapat dilihat pada tabel 7. Dimana hasilnya adalah terdapat tiga kendaraan (CAA155, CAA160, CAB878) yang mengalami perbaikan berkendara setelah dilakukan pemasangan alat smart tachograph.

Rata-rata perbaikan insiden *near miss* pada kendaraan PO Bluebird dengan *driving assistance* pada adalah sebesar 59.33 %. Rata-rata perbaikan kejadian *sudden brake* kendaraan dengan *driving assistance* adalah sebesar 25.34 %, Dilihat dari penggunaan BBM kendaraan dengan *driving assistance* mengalami rata-rata efisiensi BBM sebesar 12.2 %

**Tabel 7.** Hasil Perbandingan Efek Berkendara Dalam Kurun Waktu Tanpa *Driving Asistance* dan dengan *Driving Asistance* pada Bluebird

Vehicle	Effect	Near Miss (/1000km)			Sudden Brake (/1000km)			Fuel Economy (km/l)		Ratio saving Fuel (%)	
		Without	With	Ratio	Without	With	Ratio	Without	With		
BLUE BIRD	CAA155	Better	4.0	1.0	74%	32.2	31.2	3.11%	-	-	-
	CAA160	Better	17.6	2.5	86%	54.2	31.4	42.07%	3.40	4.06	19.5
	CAB877	-	0.0	0.0	-	5.4	2.7	50%	4.74	4.97	4.9
	CAB878	Better	3.9	3.2	18%	38.9	36.5	6.17%	-	-	-
Rata-rata				59.33%			25.34%				12.2%

Sumber: Denso, 2013

#### 4. Hasil Pemasangan Hari Jaya Truck

Pemasangan alat *tachograph* telah dilakukan pada kendaraan dari perusahaan Hari Jaya Truk Indah dipasang pada satu kendaraan berukuran besar. Pada tabel 8 hasil dari pemasangan *tachograph* pada kendaraan Harijaya yang bernomor B9036 UYX memperlihatkan tidak terdapat hasil pada insiden *near miss*. Hasil pemasangan alat smart *tachograph*

memperlihatkan peningkatan kejadian pada insiden sudden brake sebesar 9.0 insiden per 1000 km tanpa *driving assistance* menjadi 14.1 insiden dengan *driving assistance*, artinya tidak terjadi peningkatan keselamatan berkendara pada kendaraan Hari Jaya Truck dengan *driving assistance*. Terkait dengan efisiensi konsumsi BBM pada kendaraan PO Hari Jaya Truck tidak terdapat hasilnya.

**Tabel 8.** Hasil Perbandingan Efek Berkendara Dalam Kurun Waktu Tanpa *Driving Asistance* dan dengan *Driving Asistance* pada Truk Har Jaya

Vehicle	Effect	Near Miss (/1000km)			Sudden Brake (/1000km)		
		Without	With	Ratio	Without	With	Ratio
HARIJAYA B9036UYX	-	0.0	0.0	-	9.0	14.1	-56.67%

Sumber: Denso, 2013

#### 5. Symphonie dan Nusantara

Kunjungan lapangan yang dilaksanakan ke PO Symphonie di Jl. Daan Mogot Tangerang maupun PO Nusantara di Jl. Raya Kudus-Demak Jawa Tengah didapatkan keterangan bahwa saat ini PO Nusantara memiliki 400 armada dan melayani rute regular dan pariwisata. Jumlah armada PO Nusantara yang memiliki alat *tachograph* analog berjumlah 90 armada, dan 310 armada lainnya menggunakan alat GPS. Saat ini penggunaan alat *tachograph* tidak dilaksanakan secara berkesinambungan

dikarenakan terdapat kesulitan dalam membaca hasil dari alat *tachograph*, tidak adanya pelatihan pembacaan hasil alat *tachograph*, dibutuhkan tambahan pegawai dalam membaca hasil alat *tachograph* dan karena alat *tachograph* yang digunakan adalah alat *tachograph* analog, sehingga perlu penggantian kertas hasil alat secara berkala. Hasil pengamatan efisiensi BBM pada kendaraan PO Symphonie dan Nusantara dengan alat *tachograph* analog pada table 9.

**Tabel 9.** Kondisi Eksisting Rata-rata Penggunaan BBM, Jumlah Kecelakaan/ Tahun dan Tingkat Kemacetan Armada PO Symphonie

Jml Armada Dengan Alat Tachograph	Jml kend/hr	Rata-rata jarak tempuh/kend/hr (km)	Rata-rata waktu kemacetan / kend/ hr	Konsumsi BBM/ Kend/hr (1 liter;2.8 km) (Liter)	Konsumsi BBM tambahan (Waktu Kemacetan /kend/ hr) (liter)	Jumlah Total Konsumsi BBM/ hr (Liter)	Rata-rata jumlah kecelakaan/ tahun
90	10	1050	2 jam/ perjalanan	375	16	3519	28

Sumber: PO Symphonie, PO Nusantara dan Hasil Pengolahan Data , 2014

Keterangan :

- a. Rata-rata jarak tempuh  
 = Jarak tempuh Kudus-Jakarta x 2 kali perjalanan/ kend/hr  
 = 525 km x 2 kali perjalanan PP/ hr

= 1050 km

- b. Konsumsi BBM/ Kendaraan/ 2 kali perjalanan (PP)/hr  
 = Jarak tempuh kendaraan : Perbandingan BBM dengan jarak tempuh



= 1050 km : 2.8 km/liter

= 375 liter/ PP/hr

- c. Konsumsi BBM tambahan untuk rata-rata waktu kemacetan/ kendaraan/ 2x perjalanan (PP)/hr

= Rata-rata kemacetan/ hr x Jumlah BBM/ Jam Kemacetan

= 4 Jam kemacetan/ hr x 4 Liter BBM/ 1 Jam kemacetan

= 16 liter BBM/ hr

- d. Jumlah total konsumsi BBM/ hari

= [Konsumsi BBM/Kendaraan/hari + Konsumsi BBM tambahan (Kemacetan)/ kendaraan/hari] x Jumlah armada yang beroperasi/hari

= ( 375 liter + 16 liter) x 10 kendaraan/hari

= 391 x 10 kendaraan/hari

= 3910 liter/ hr

Perbandingan yang dilaksanakan di PO Symphonie dan Nusantara terkait penghematan konsumsi BBM sulit dilakukan karena PO tersebut masih menggunakan *tachograph* analog tanpa *driving assistance*. Data dari lapangan memperlihatkan bahwa biaya BBM yang dikururkan pada pengemudi berdasarkan kebutuhan pengeluaran bukan berdasarkan jatah. Sehingga selama ini rata-rata perbandingan jumlah kilometer jarak tempuh dengan jumlah konsumsi BBM adalah berkisar 1 liter BBM ; 2.5-2.8 kilometer.

Dalam kondisi baik PO Nusantara rute Jakarta-Kudus bisa memberangkatkan 25 kendaraan/ hari, namun saat ini rute Jakarta-Kudus hanya memberangkatkan 10 kendaraan/ hari. Pemasangan GPS di PO Nusantara dapat memantau 7 lokasi di dalam kendaraan, seperti pintu bagian depan dan belakang, temperatur, RPM, HCU dan kursi penumpang, namun pemasangan tersebut lebih dimanfaatkan sebagai alat pemantau jumlah penumpang dan deteksi posisi kendaraan. Kendala yang dialami oleh perusahaan adalah penilaian pengemudi

terhadap pemasangan alat pemantau Tachograph/ GPS sebagai alat mata-mata, sehingga tidak sedikit alat yang rusak dalam kondisi masih baru. Pada banyak kasus alat GPS di armada PO Nusantara mengalami kerusakan karena terkena cairan baik disengaja maupun tidak. Kendala lain adalah sulitnya mencari pengemudi pengganti ketika pengemudi sebelumnya mendapatkan *punishment* terkait kesalahan yang dilakukannya.

## 6. Blue Star

PO Blue Star memiliki 300 armada dan melayani pariwisata. Seluruh armada PO Blue Star belum memanfaatkan alat *tachograph*, baik yang analog maupun digital. Pada tahun 2004 sampai dengan 2005, PO Blue Star pernah menggunakan alat GPS untuk kontrol K-3, kontrol medan jalan, kontrol wilayah kecelakaan, namun saat ini alat GPS tersebut sudah digudangkan dan tidak dimanfaatkan kembali karena rusak, dan dianggap komunikasi melalui telepon dan *hand phone* lebih efektif.

Armada dengan teknologi tinggi seperti Scania dan Volvo yang dalam tiap-tiap armada sudah memiliki alat *tachograph* belum dimiliki oleh PO Blue Star. Hal ini dikarenakan tingginya biaya investasi, dan rumitnya perawatan armada tersebut. Kecelakaan yang selama ini terjadi pada armada PO Blue Star 90% disebabkan oleh *human error*, sementara kecelakaan yang ditimbulkan oleh cuaca dan teknis hanya sekitar 5 % karena armada relatif baru dan *maintenance* dilakukan secara berkala. Kebiasaan mengemudi para supir biasanya berubah menjadi lebih baik setelah yang bersangkutan mengalami kecelakaan yang merugikan para pengemudi sendiri, keluarganya dan perusahaan baik secara jangka panjang maupun pendek.

- a. Analisis Pengaruh Penggunaan Tachograph Pada Konsumsi Bahan Bakar

Pembahasan dilakukan untuk mengetahui rata-rata jumlah penurunan konsumsi BBM pada PO yang telah diteliti sebagai wakil



dari PO yang ada di Indonesia jumlah efisiensi BBM pada kendaraan dengan *driving assistance* dapat dilihat pada tabel 4.

Pengolahan data pada tabel 4 memperlihatkan bahwa *driving asitance* pada alat tachograph dapat menghemat konsumsi bahan bakar kendaraan rata-rata sebesar 8.22 %.

b. Analisis Pengaruh Penggunaan Tachograph Pada Penurunan Emisi GRK

Analisis pengaruh penggunaan tachograph pada penurunan emisi GRK menggunakan persamaan *mobile combustion* sebagai berikut :

$$Emission = \sum (fuel \times EmissionFactor)$$

Dimana :

Jumlah Bahan Bakar (liter)

Energi *content* solar = 38.68 MJ/l

Fuel = Jumlah bahan bakar (TJ)

EF = Emisi faktor CO2 untuk tiap jenis bahan bakar (kg/TJ)

Emission = Jumlah total emisi CO2. (IPCC, 2006)

**Tabel 10.** Perhitungan Jumlah Bahan Bakar (MJ) Perusahaan Otobus Tanpa *Driving Asistance*

No	PO	Jenis BBM	Jumlah Armada	Rata-rata Jarak Tempuh/thn	Jml BBM (liter)/ thn	Energy Content (MJ/l)	Jumlah BBM/ thn (MJ)
1	DAMRI	Solar	2700	295.650.000	101.948.276	38,68	3.943.359.310
2	Rosalia Indah	Solar	900	98.550.000	40.555.556	38,68	1.568.688.889
3	Bluebird	Solar	1100	120.450.000	26.677.741	38,68	1.031.895.017
Jumlah							6.543.943.216
Rata-rata							2.181.314.405

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014

Keterangan :

1. Rata-rata jarak tempuh/ tahun

$$= \text{Jml Armada} \times \text{Rata-rata Jarak Tempuh/hari} \times 365 \text{ hari}$$

2. Jumlah BBM (liter/ tahun)

$$= \text{Rata-rata jarak tempuh/th} \times \text{Rata-rata fuel economy without driving assistance (km/l)}$$

3. Jumlah BBM/ tahun (MJ)

$$= \text{Jumlah BBM (liter/ tahun)} \times \text{Energy Content (MJ/l)}$$

Untuk mengetahui jumlah emisi yang dihasilkan dari sampel kendaraan tanpa *driving assistance* di ketiga PO adalah sebagai berikut :

$$\text{Emisi} = \text{Jumlah BBM/ tahun} \times \text{Faktor Emisi (kg/TJ)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah BBM/ tahun (Rata-rata)} &= 2.181.314.405 \text{ MJ} \\ &= 2.181,312 \text{ TJ} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor Emisi Solar} = 74100 \text{ kg/ TJ}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= 2.181,312 \text{ TJ} \times 74100 \text{ kg/ TJ} \\ &= 161.635.397 \text{ kg CO}_2 \\ &= 161.635 \text{ Ton CO}_2/ \text{ tahun} \end{aligned}$$

Apabila melihat tabel 10 maka dapat dihitung penurunan emisi CO<sub>2</sub> kendaraan dengan *driving aistance* sebagai berikut :

Jumlah konsumsi BBM pada kendaraan dengan *driving assistance*

$$\begin{aligned} &= \text{Jumlah BBM/ thn (MJ)} - (\text{Jumlah BBM/ thn (MJ)} \times \text{Rata-rata Ratio Efisiensi Konsumsi BBMPada Kendaraan Dengan Driving Asistance}) \\ &= 2.181.314.405 - (2.181.314.405 \times 8.22 \%) \\ &= 2.181.314.405 - 179.304.044 \\ &= 2.002.010.361 \text{ MJ} \end{aligned}$$

Jumlah emisi yang dihasilkan kendaraan dengan *driving assistance*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah BBM/ tahun (Rata-rata)} &= 2.002.010.361 \text{ MJ} \\ &= 2.002,010 \text{ TJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Emisi Solar} &= 74100 \text{ kg/ TJ} \\ \text{Emisi CO}_2 &= 2.002,010 \text{ TJ} \times 74100 \text{ kg/ TJ} \\ &= 148.348.941 \text{ kg CO}_2 \\ &= 148.349 \text{ Ton CO}_2/ \text{ tahun} \end{aligned}$$

Jadi penurunan emisi kendaraan setelah menggunakan alat smart tachograph dengan *driving assistance*

$$\begin{aligned} &= \text{Emisi kendaraan tanpa } \textit{driving assistance} - \\ &\quad \text{Emisi kendaraan dengan } \textit{driving assistance} \\ &= 161.635 \text{ Ton CO}_2/ \text{ tahun} - 148.349 \text{ Ton CO}_2/ \text{ tahun} \\ &= 13.286 \text{ Ton CO}_2/ \text{ tahun} \end{aligned}$$

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari kajian Efektifitas Smart Tachograph Pada Kendaraan Umum Dalam Upaya Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca adalah bahwa rata-rata perbaikan kejadian *near miss* pada kendaraan DAMRI dengan *driving assistance* adalah sebesar 87.67%.

Rata-rata perbaikan kejadian *sudden brake* pada kendaraan DAMRI dengan *driving assistance* adalah sebesar 13.77%. Ditinjau dari penghematan BBM, rata-rata *ratio saving fuel* kendaraan PO Damri dengan *driving assistance* adalah sebesar 5.48%.

Perbaikan insiden *near miss* pada kendaraan PO Rosalia Indah dengan *driving assistance* pada adalah sebesar 88.5%. Perbaikan kejadian *sudden brake* kendaraan dengan *driving assistance* adalah sebesar -5.14, artinya peningkatan kejadian *sudden brake* kendaraan dengan *driving assistance* adalah meningkat dilihat dari penggunaan BBM kendaraan dengan *driving assistance* mengalami rata-rata efisiensi BBM sebesar 6.97%.

Perbaikan insiden *near miss* pada kendaraan PO Bluebird dengan *driving assistance* pada adalah sebesar 59.33%. Rata-rata perbaikan kejadian *sudden brake* kendaraan dengan *driving assistance* adalah sebesar 25.34%, Dilihat dari penggunaan BBM kendaraan dengan *driving assistance* mengalami rata-rata efisiensi BBM sebesar 12.2%.

Pemasangan *tachograph* pada kendaraan Harijaya memperlihatkan peningkatan kejadian pada insiden *sudden brake* sebesar 9.0 insiden per 1000 km tanpa *driving assistance* menjadi 14.1 insiden dengan *driving assistance*, artinya tidak terjadi peningkatan keselamatan berkendara pada kendaraan Hari Jaya Truck dengan *driving assistance*.

Pemasangan *tachograph analog* secara mandiri di PO Symphonie dan Nusantara terkait penghematan konsumsi BBM sulit dilakukan karena PO tersebut masih menggunakan *tachograph analog* tanpa *driving assistance*. Data dari lapangan memperlihatkan bahwa biaya BBM yang dikururkan pada pengemudi adalah berdasarkan kebutuhan pengeluaran bukan berdasarkan jatah. Sehingga selama ini rata-rata perbandingan jumlah kilometer jarak tempuh dengan jumlah konsumsi BBM adalah berkisar 1 liter BBM ; 2.5-2.8 kilometer.

PO Blue Star saat ini memiliki 300 armada dan melayani pariwisata. Seluruh armada PO Blue Star belum memanfaatkan alat *tachograph*, baik yang analog maupun digital.

Didapati keterangan bahwa pada tahun 2004 sampai dengan 2005, PO Blue Star pernah menggunakan alat GPS untuk kontrol K-3, kontrol medan jalan, kontrol wilayah kecelakaan, namun saat ini alat GPS tersebut sudah digudangkan dan tidak dimanfaatkan kembali karena rusak, dan dianggap komunikasi melalui telepon dan *handphone* lebih efektif.

*Driving assistance* pada alat *tachograph* dapat menghemat konsumsi bahan bakar kendaraan rata-rata sebesar 8.22%. Jumlah emisi yang dihasilkan dari sampel kendaraan tanpa *driving assistance* adalah 161.635 Ton CO<sub>2</sub>/ tahun. Jumlah konsumsi BBM pada kendaraan dengan *driving assistance* adalah 2.002.010.361 MJ. Jumlah emisi yang dihasilkan kendaraan dengan *driving assistance* adalah 148.349 Ton CO<sub>2</sub>/ tahun. Penurunan emisi kendaraan setelah menggunakan alat *smart tachograph* dengan *driving assistance* adalah 13.286 Ton CO<sub>2</sub>/ tahun.

## SARAN

Pemasangan alat tachograph akan efektif dilaksanakan apabila infrastruktur jalan mendukung, mengingat kondisi saat ini banyak terjadi kerusakan dan perbaikan jalan, sehingga timbul kemacetan. Untuk saat ini kemacetan dianggap lebih dominan menghambat penurunan emisi GRK dari sektor transportasi dan upaya penurunan emisi GRK melalui pemasangan alat *smart tachograph* dengan *driving assistance*. Diperlukan pertimbangan biaya investasi dan operasional pemasangan alat *smart tachograph*, sehingga pemasangan alat ini tidak memberatkan para pengusaha otobus.

Apabila kedepannya alat *smart tachograph* ini akan menjadi alat yang disarankan oleh Kementerian Perhubungan sebagai regulator, perlu diusahakan kerjasama yang saling menguntungkan antara perusahaan otobus dan perusahaan telekomunikasi berbasis GSM mengingat alat *smart tachograph* ini menggunakan frekuensi komunikasi GSM. Perlunya merubah *mind set* pengemudi terhadap alat *smart tachograph*, yang masih dianggap sebagai alat pengawas berjalan. Diperlukan sosialisasi terkait kegunaan dan manfaat alat *smart tachograph* dengan *driving assistance* terhadap seluruh perusahaan otobus dan juga perlunya pelatihan cara membaca hasil alat *smart tachograph* kepada perusahaan otobus. Untuk keperluan penelitian lanjutan maka penelitian yang akan datang diharapkan dapat melaksanakan penghitungan seluruh populasi kendaraan umum bus, sehingga hasil menjadi lebih rinci.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada PT. DENSO Indonesia yang telah membantu mendapatkan data serta pimpinan otobus dan para petugas operasional di *pool* yang telah menjadi responden dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aritenang,W, 2012. *Potensi Penurunan Emisi Sektor Transportasi*, Unpublished Article;
- Badan Litbang Kemenhub, 2014. *Studi Pengembangan Prototype Tachograph*, Badan Litbang Perhubungan
- Balitbang Kementerian Perhubungan, 2011. *Pedoman Penulisan Kajian Penelitian Studi*;
- Bappenas, 2011. *Panduan Penyusunan RAD GRK*;
- DENSO CORPORATION, 2013. *Rountable "Pengembangan Sistem Informasi Dan Komunikasi Di Bidang Sarana LLAJ Untuk Meningkatkan Keselamatan Di Jalan"*, 3 Juni 2013.
- Gumilang, R 2010. *Inventori Emisi GHG Dari Penggunaan Energi Sektor Transpotasi*, Pusat Kebijakan Keenergian, Institut Teknologi Bandung;
- Ismayanti, R, Boedisantoso, R dan Assomadi,A, 2012. *Kajian Emisi CO<sub>2</sub> Menggunakan Persamaan Mobile 6 dan Mobile Combustion Dari Sektor Transportasi Di Kota Surabaya*;
- Nowacky, G., Nidzicka, A., 2012. *Conception on Event Data Recorder Black Box For All Types of The Motor Vehicles, Mechanica*;
- Pusdatin Kementerian ESDM, 2012. *Kajian Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Transportasi*;
- Sugiyono, 2010. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung : Alfabeta Penerbit;