

ANALISIS WAKTU TEMPUH SEPEDA MOTOR DI JALAN ARTERI KOTA MAKASSAR

**MuhammadAndry Azis¹, Muhammad Arafah², Muhammad Isran Ramli³,
Sumarni Hamid Aly⁴,**

¹Undergraduate Student, Undergraduate Study Program of Civil Engineering
Civil Engineering Department of Engineering Faculty
Hasanuddin University, Jl. Perintis K, Km. 10, Makassar 90-145, Indonesia
Telp/Fax: +62-411-587-636
E-mail :muhammadandryazis@gmail.com

²Doctoral Student, Graduate School of Civil Engineering
Civil Engineering Department of Engineering Faculty
Hasanuddin University, Jl. Perintis K, Km. 10, Makassar 90-145, Indonesia
Telp/Fax: +62-411-587-636

E-mail: arafahpalu69@yahoo.com

³Associate Professor, Graduate School of Civil Engineering
Civil Engineering Department of Engineering Faculty
Hasanuddin University, Jl. Perintis K, Km. 10, Makassar 90-145, Indonesia
Telp/Fax: +62-411-587-636

E-mail: muhisran@yahoo.com

⁴Associate Professor, Graduate School of Civil Engineering
Civil Engineering Department of Engineering Faculty
Hasanuddin University, Jl. Perintis K, Km. 10, Makassar90-145, Indonesia
Telp/Fax: +62-411-587-636

E-mail: marni_hamidaly@yahoo.com

Abstrak

Tingkat pertumbuhan sepeda motor di Indonesia telah membawa dampak kemacetan di jalan-jalan perkotaan khususnya pada kondisi lalu lintas heterogen. Dalam rangka menemukan solusi pemecahan masalah, untuk optimalisasi pemanfaatan dan percepatan pembangunan infrastruktur transportasi darat, maka terlebih dahulu diperlukan upaya untuk menemu kenali perilaku lalu lintas sepeda motor di jalanan. Dalam konteks ini, studi ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis perilaku percepatan dan perlambatan kendaraan sepeda motor pada kondisi lalu lintas heterogen. Studi kasus terhadap perilaku tersebut dilakukan pada jaringan jalan arteri di KotaMakassar. Pengumpulan data dilakukan dengan survai pengukuran kecepatan kendaraan detik per detik dengan menggunakan alat GPS. Metode survey kecepatan untuk kendaraan uji mengadopsi metode floating car. Survei dilakukan untuk tiga periode puncak lalu lintas yaitu periode puncak pagi, siang dan petang. Analisis data meliputi penentuan nilai-nilai percepatan dan perlambatan berdasarkan perubahan nilai-nilai kecepatan setiap detiknya. Studi ini lebih jauh menganalisis secara komparasi perilaku percepatan dan perlambatan kendaraan sepeda motor dengan menggunakan analisis uji statistik. Hasil-hasil analisis memperlihatkan bahwa perilaku perlambatan lebih dominan terjadi dibanding perilaku percepatan. Uji komparasi perilaku percepatan dan perlambatan antar ketiga periode puncak lalu lintas tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Hasil studi menjadi dasar untuk menganalisis perilaku waktu tempuh pengendalian sepeda motor pada studi-studi lanjutan.

Kata kunci: emisi; hidrokarbon (HC); karbon monoksida (CO); sepeda motor

Pendahuluan

Tingkat pertumbuhan sepeda motor di Indonesia telah membawa dampak kemacetan di jalan-jalan perkotaan khususnya pada kondisi lalu lintas heterogen, termasuk di Kota Makassar. Untuk kondisi populasi sepeda motor di Kota Makassar, Hustim dkk. (2012) dan Asri dkk. (2012) melaporkan bahwa komposisi sepeda motor di jalan-jalan arteri utama di Kota Makassar sudah mencapai lebih dari 75,80%. Data terkini memperlihatkan bahwa populasi sepeda motor yang teregistrasi di Polwiltabes Kota Makassar telah mencapai 82% (BPS, 2012). Berdasarkan data tersebut, kendaraan roda dua atau sepeda motor memiliki jumlah yang cukup dominan. Secara nasional, proporsi kendaraan sepeda motor di kota-kota besar di Indonesia telah mencapai 50% - 80% (Putranto dkk., 2011).

Kondisi ini telah mempengaruhi perilaku lalu lintas dari kondisi homogen berubah menjadi kondisi heterogen. Beberapa contoh perilaku lalu lintas heterogen yang saat ini berlaku pada hampir semua kota-kota besar

di Indonesia termasuk di Makassar adalah tidak dipatuhinya penggunaan lajur jalan sebagai akibat dari kegiatan zig-zag kendaraan khususnya kendaraan sepeda motor untuk melakukan gerakan menyiap/mendahului kendaraan lainnya ataupun dalam rangka mencari ruang jalan yang lebih lancar dan atau aman bagi pengendara (Hustim, 2011, 2012). Pada akhirnya, kecepatan kendaraan tidak terkontrol, dimana sering terjadi perubahan kondisi pergerakan kendaraan antar segmen jalan secara berulang, baik itu kondisi percepatan, perlambatan, meluncur maupun diam/berhenti (Zakaria dkk., 2011). Permasalahan ini telah membawa masalah turunan berupa tidak efektif dan efisiensinya penggunaan ruang jalan, pemborosan penggunaan bahan bakar yang berdampak pada besarnya emisi kendaraan yang terjadi (Aly dkk., 2012), dan berbagai masalah kebisingan (Hustim dkk, 2011, 2012) serta keselamatan lalu lintas jalan (Asri dkk., 2011; 2012).

Dalam rangka menemukan solusi pemecahan masalah, untuk optimalisasi pemanfaatan dan percepatan pembangunan infrastruktur transportasi darat, maka terlebih dahulu diperlukan upaya untuk menemu kenali perilaku lalu lintas sepeda motor di jalanan. Dalam konteks ini, berbagai penelitian terdahulu telah berupaya memotret berbagai perilaku pergerakan sepeda motor di jalan raya khususnya pada kondisi arus lalu lintas heterogen. Sebagai contoh, Nakastuji dkk. (2001) telah meneliti dampak posisi relatif sepeda motor terhadap kapasitas persimpangan bersinyal di Hanoi dengan menggunakan pendekatan analisis regresi untuk menghitung *headway* dan waktu hilang saat sepeda motor melakukan *star-up*. Fokus terhadap kondisi lalu lintas yang heterogen, Chandra dkk. (2003) telah menganalisis dampak lebar lajur jalan untuk kondisi lalu lintas campuran di India. Hal yang sama untuk kecepatan lalu lintas heterogen di Hanoi, Vietnam oleh Minh dkk. (2005). Lebih jauh, Minh dkk. (2010) telah mengembangkan satuan sepeda motor (SSM) sebagai pengganti satuan mobil penumpang (SMP) untuk merepresentasikan kondisi lalu lintas yang didominasi oleh sepeda motor di Hanoi. Sebagaimana halnya dengan Chandra dkk. (2003) di India.

Untuk kondisi lalu lintas di Indonesia, Putranto dkk. (2011) telah mengevaluasi kinerja lajur sepeda motor di Jakarta dan Sragen, dimana lajur khusus tersebut tidak memberikan efek signifikan terhadap rasio V/C. Meskipun tingkat penerimaan lajur khusus sepeda motor oleh pengendara sepeda motor di Makassar cukup baik (Asri dkk., 2011). Secara khusus terhadap karakteristik lalu lintas sepeda motor di Makassar, Zakaria dkk. (2011) telah berupaya menggambarkan model distribusi kecepatan sepeda motor pada jalan tipe 6 lajur terbagi, sebagaimana halnya dengan Abulebu dkk. (2012) untuk tipe jalan 2 lajur 1 arah. Penelitian terakhir penulis juga telah berhasil menggambarkan pola mengendarai para pengguna sepeda motor pada suatu rute utama di Kota Makassar dalam bentuk pola siklus mengendarai (Azis dkk., 2013).

Dalam rangka berkontribusi terhadap permasalahan dan solusi lalu lintas sepeda motor di Indonesia dan untuk melanjutkan penelitian terakhir tersebut, maka studi ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis perilaku percepatan dan perlambatan kendaraan sepeda motor pada kondisi lalu lintas heterogen. Studi kasus terhadap perilaku tersebut dilakukan pada jaringan jalan arteri di Kota Makassar

Metode studi

Studi ini telah melakukan serangkaian kegiatan berupa pengumpulan data dan analisis terhadap data-data survei. Metode studi dijelaskan pada sub-sub bagian sebagai berikut:

Lokasi survei

Studi ini mengambil lokasi survei pada Jl. Urip Sumoharjo, salah satu jalan utama yang menghubungkan wilayah barat dan timur Kota Makassar (lihat Gambar 1) dan bertipe sebagai jalan 6 lajur terbagi dengan media fisik disertai berbagai fasilitas bukaan media.



a: Peta Bumi Kota Makassar

b: Jl. Urip Sumoharjo

Gambar 1: Lokasi Survei Jl. Urip Sumoharjo di Kota Makassar

Peralatan survei waktu tempuh perjalanan sepeda motor

Survei waktu tempuh perjalanan sepeda motor pada studi ini menggunakan 2 (dua) peralatan utama, yaitu alat *global position system* (GPS) dan sepeda motor. Alat GPS yang digunakan untuk melakukan perekaman posisi dan kecepatan sepeda motor pada survei ini adalah GPS dengan jenis atau tipe *Garmin Etrex 30*. Alat GPS ini mempunyai kemampuan untuk dapat merekam (*track*) posisi dan kecepatan detik demi detik. Alat lainnya yang digunakan pada survei waktu tempuh perjalanan ini adalah sepeda motor dengan produsen Yamaha, merek Jupiter yang mempunyai kapasitas mesin 110 cc dan produksi tahun 2011. Alasan utama pemilihan jenis dan tipe sepeda motor ini adalah karena merupakan salah satu jenis sepeda motor yang banyak beroperasi di jalan-jalan di Kota Makassar. Secara visual, kedua alat disajikan pada Gambar 2.



a: Alat GPS



b: Jenis Sepeda Motor Uji

Gambar2: Jenis peralatan yang digunakan

Metode survei waktu tempuh perjalanan

Metode survei waktu tempuh perjalanan yang dilakukan pada studi ini mengadopsi suatu metode pengukuran kecepatan kendaraan uji yang bergerak pada suatu arus lalu lintas di suatu ruas jalan yang dikenal dengan istilah metode survei kendaraan pengambang (*floating car survey method*). Metode ini berbasis pada suatu teknik pengumpulan data kecepatan, waktu tempuh, arah dan posisi suatu obyek bergerak yang menggunakan alat perekaman waktu atau posisi yang bersifat *mobile* seperti GPS.

Pada survei dengan metode ini, sepeda motor contoh (kendaraan uji) dikendarai pada arus lalu-lintas dengan mengikuti salah satu dari kondisi operasi sebagai berikut:

- Pengemudi berusaha membuat kendaraan contoh mengambang pada arus kendaraan dalam artian mengusahakan agar jumlah kendaraan yang disalip kendaraan contoh sama dengan kendaraan yang menyalip kendaraan contoh.
- Pengemudi mengatur kecepatan sesuai dengan perkiraan kecepatan arus kendaraan secara alami.
- Kendaraan contoh melaju sesuai dengan kecepatan batas kecuali terhambat oleh kondisi lalu-lintas yang disurvei.

Selama mengendarai sepeda motor contoh, di saat yang bersamaan mulai dari titik awal hingga titik akhir rute perjalanan, surveyor juga melakukan *tracking* dengan alat GPS untuk merekam posisi dan kecepatan sepeda motor per-detik. Dengan demikian akan diperoleh waktu tempuh perjalanan total dan kecepatan bergerak serta lokasi hambatan dan lamanya hambatan di sepanjang rute.

Survei waktu tempuh perjalanan dengan alat GPS dan sepeda motor pada studi ini dilakukan pada tanggal 16 Oktober 2012 pada ruas jalan yang menjadi lokasi survei. Pengukuran dilakukan untuk 3 (tiga) periode jam puncak lalu lintas, yaitu periode jam puncak pagi hari, periode jam puncak siang hari, dan periode jam puncak sore/petang hari. Untuk setiap jam puncak, dilakukan pengukuran sebanyak waktu tempuh perjalanan sebanyak 3 kali pengukuran per-arah lalu lintas.

Metode analisis data

Tahapan analisis data didahului dengan kegiatan pemindahan data waktu tempuh perjalanan yang sudah terekam di GPS ke komputer dengan menggunakan perangkat lunak pemetaan. Kemudian data-data hasil track tersebut ditabulasi pada *spreadsheet Microsoft Excel*.

Selanjutnya, studi ini menganalisis data-data kecepatan per-detik dengan menggunakan grafik trayektori hubungan antara jarak tempuh dan waktu tempuh perjalanan. Secara khusus, studi ini juga menganalisis nilai-nilai percepatan-perlambatan menggunakan parameter-parameter kondisi kendaraan sepeda motor dalam melintasi jalan di lokasi survei seperti meluncur, percepatan, perlambatan, dan diam. Bagian akhir analisis adalah melakukan uji

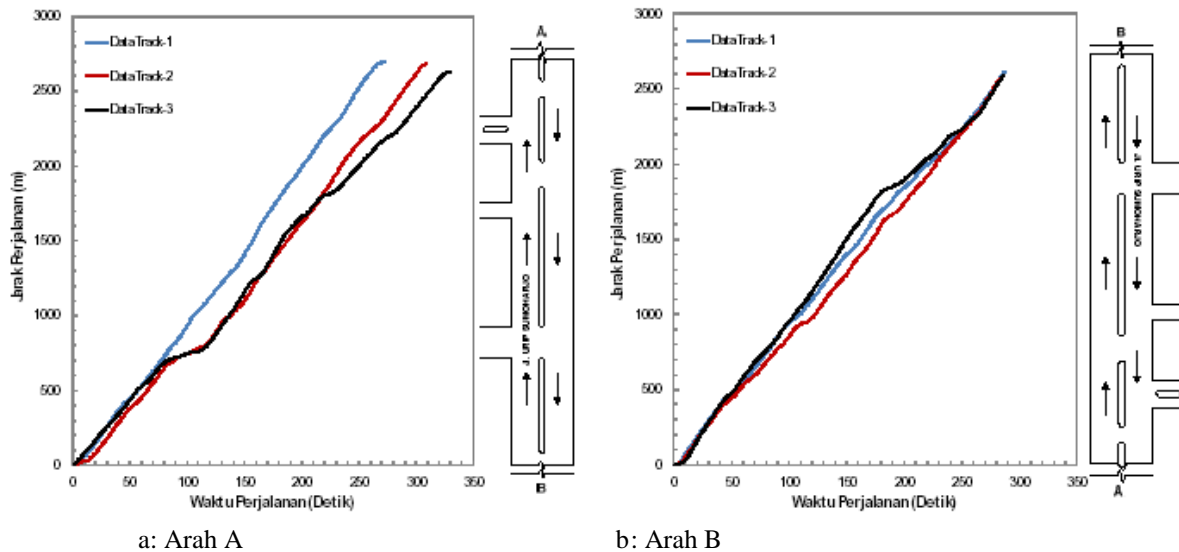
komparasi perilaku percepatan dan perlambatan antar ketiga periode puncak lalu lintas. Pengujian menggunakan alat uji statistik berupa uji-F untuk komparasi variansi dan uji-t untuk komparasi rerata dari nilai-nilai percepatan dan perlambatan sepeda motor. Uji komparasi ini dilakukan pada tingkat kepercayaan 95%.

Hasil dan pembahasan

Berdasarkan data-data yang diperoleh melalui survei waktu tempuh perjalanan secara *real time* menggunakan alat GPS, maka berikut ini disajikan hasil-hasil survei dan analisis terhadap data-data tersebut.

Trayektori pergerakan sepeda motor

Data-data hasil tracking menggunakan GPS diplot pada suatu diagram trayektori hubungan antara panjang jarak dan waktu tempuh perjalanan sebagaimana Gambar 3.



a: Arah A

b: Arah B

Gambar3: Trayektori Pergerakan Sepeda Motor untuk Periode Pagi

Gambar 3 memperlihatkan diagram trayektori untuk ke tiga data tracking per-arrah lalu lintas mempunyai pola kecenderungan yang relatif sama. Meskipun, tracking ke-tiga memperlihatkan bahwa waktu tempuh sepeda motor mulai melambat. Hal ini mengindikasikan bahwa pada jam puncak pagi hari, semakin lama waktu tempuh semakin lama mengingat bahwa jumlah kendaraan di jalan semakin banyak beroperasi.

Kecepatan melintas sepeda motor per-detik

Berdasarkan hasil tracking untuk kecepatan sepeda motor, maka dapat diperlihatkan fluktuasi kecepatan sepeda motor per-detik sebagaimana pada Gambar 4.

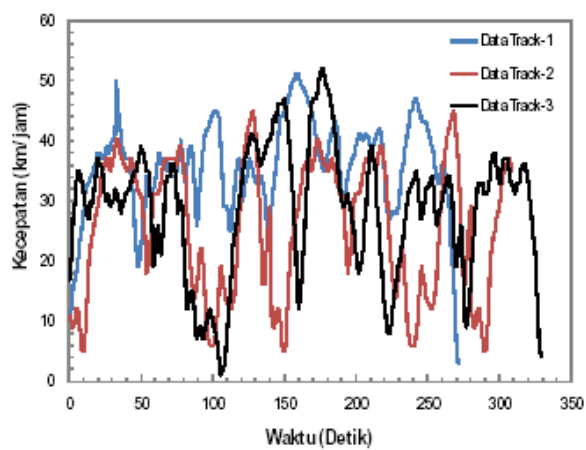
Gambar 4 memperlihatkan bahwa kecepatan kendaraan sepeda motor sepanjang rute perjalanan di lokasi jalan survei adalah sangat berfluktuasi. Dominan kecepatan sepeda motor berada pada range 30 – 40 km/jam, meskipun terdapat beberapa waktu berkecepatan > 40 km/jam. Hal yang sama untuk kecepatan sepeda motor < 10 km/jam.

Parameter-parameter kondisi pergerakan sepeda motor

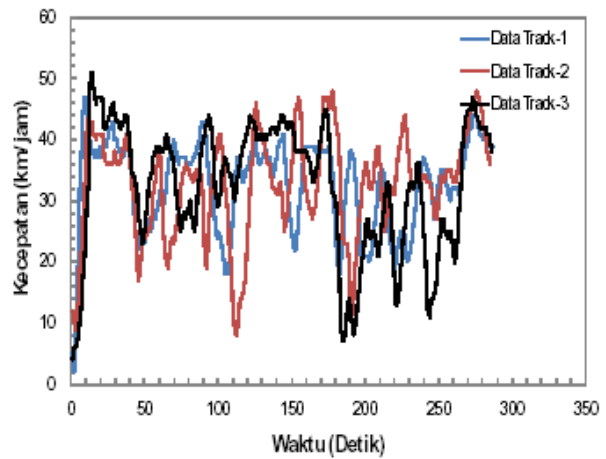
Berdasarkan hasil-hasil survei terhadap kecepatan sepeda motor, maka dilakukan pengklasifikasian nilai-nilai fluktuasi kecepatan tersebut untuk menentukan prosentase parameter-parameter kondisi pergerakan sepeda motor. Ada 4 prosentase parameter yang difokuskan pada studi ini, yaitu percepatan, perlambatan, meluncur, dan dia. Prosentase setiap parameter disajikan pada Gambar 5. Gambar 5 memperlihatkan bahwa kondisi pergerakan sepeda motor didominasi oleh aktivitas percepatan dan perlambatan (sekitar 30% masing-masing), kemudian kegiatan meluncur. Kondisi pergerakan diam oleh sepeda motor relatif minor pada ruas jalan survei.

Percepatan - Perlambatan pergerakan sepeda motor

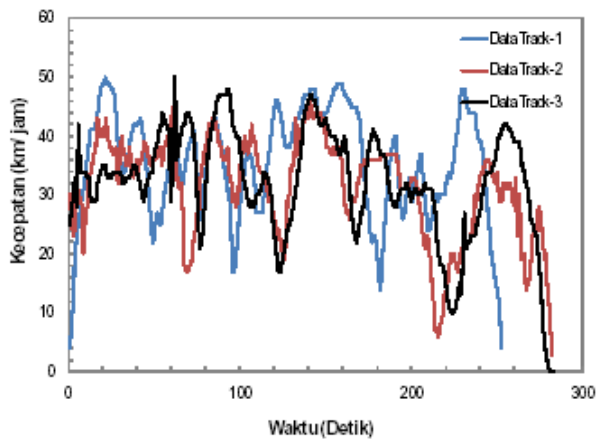
Sebagai kondisi dominan dalam pergerakan sepeda motor di jalan, lebih lanjut studi ini secara khusus menganalisis kondisi percepatan-perlambatan sepeda motor pada lokasi studi. Pencacahan frekuensi kejadian untuk berbagai nilai percepatan dan perlambatan dari sepeda motor dalam bentuk kurva *probability density function (PDF)* dan *cumulative density function (CDF)* disajikan pada Gambar 6.



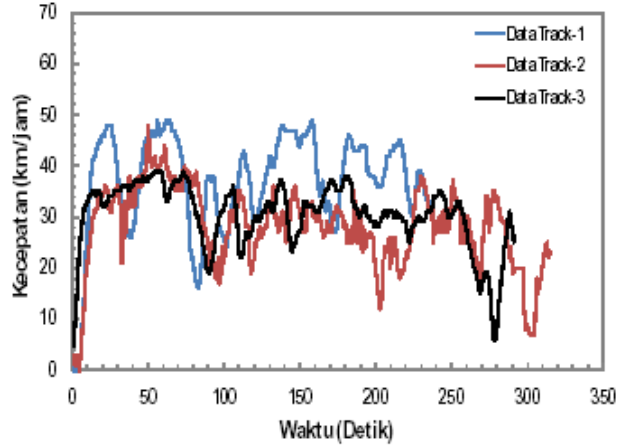
a: Periode Pagi – Arah A



b: Periode Pagi – Arah B

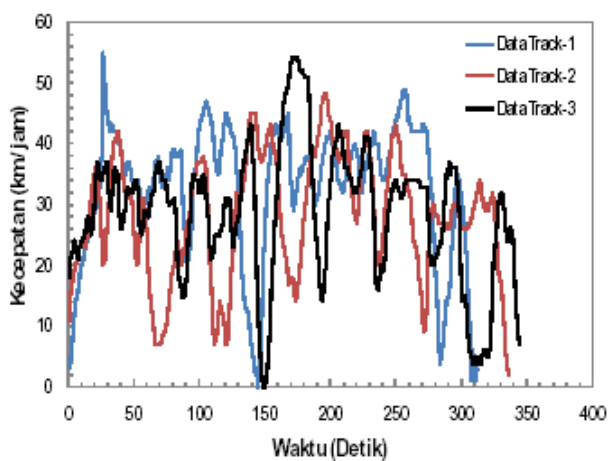


c: Periode Siang – Arah A

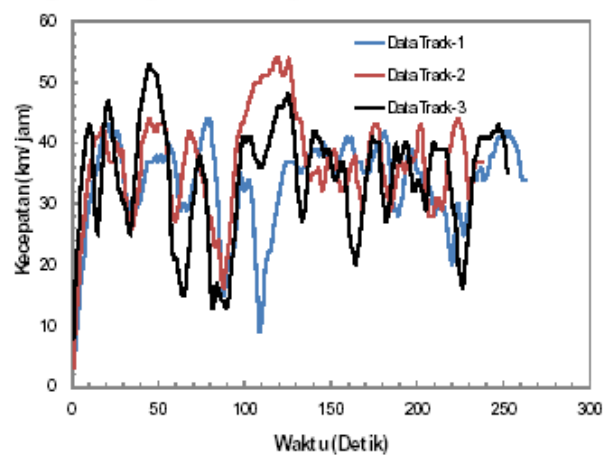


d: Periode Siang – Arah B

Gambar4: Kecepatan Bergerak Sepeda Motor per-Detik



e: Periode Sore – Arah A



f: Periode Sore – Arah B

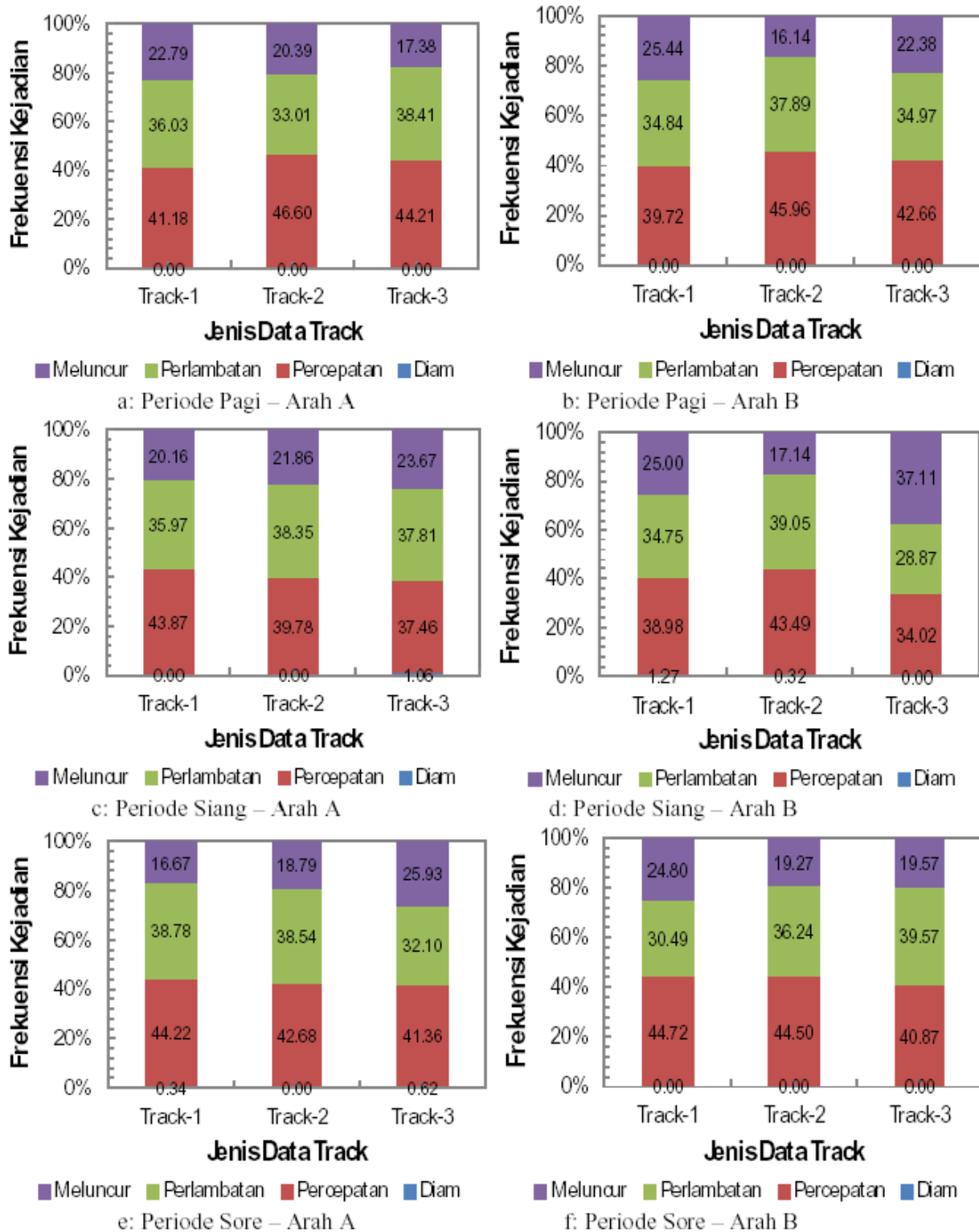
Gambar4: Kecepatan Bergerak Sepeda Motor per-Detik (Lanjutan)

Gambar 6 memperlihatkan bahwa nilai-nilai percepatan-perlambatan sepeda motor umumnya didominasi oleh interval $-1,0 \text{ ms}^{-2}$ hingga $1,0 \text{ ms}^{-2}$. Gambar 6 juga memperlihatkan bahwa relatif secara visual tidak terdapat perbedaan kondisi percepatan-perlambatan sepeda motor pada berbagai variasi periode waktu.

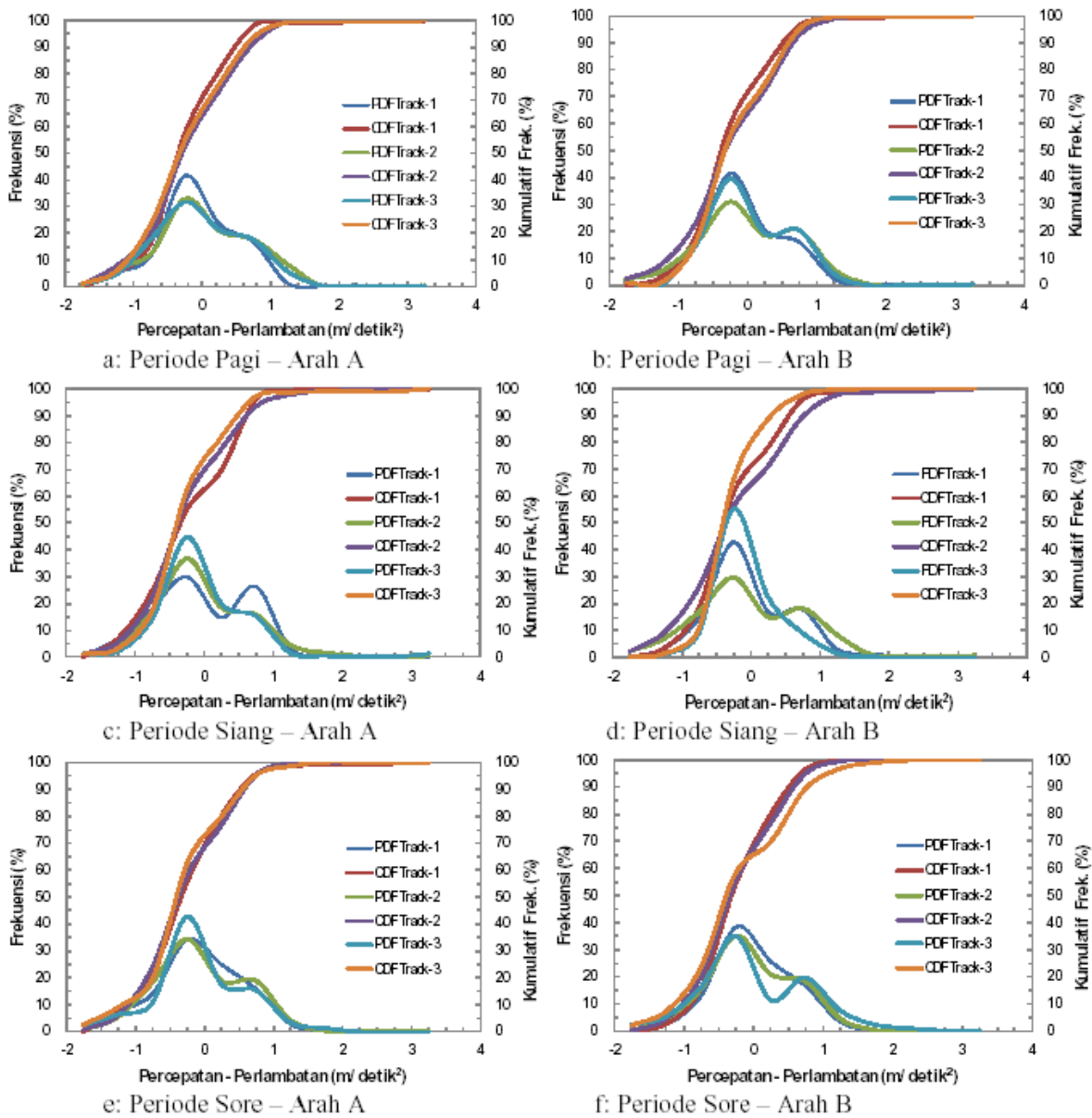
Komparasi percepatan - perlambatan sepeda motor untuk berbagai periode waktu

Untuk mencermati lebih jauh kondisi percepatan-perlambatan sepeda motor, maka dilakukan uji komparasi tingkat variansi (uji-F) dan rerata (uji-t) dari nilai-nilai percepatan-perlambatan sepeda motor. Hasil uji-F dan uji-t disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 secara berurut untuk kondisi lalu lintas Arah A.

Hasil-hasil uji-F dan uji-t pada Tabel 1 dan Tabel 2 secara berurut memperlihatkan bahwa realtif tidak terjadi perbedaan antara nilai-nilai percepatan-perlambatan sepeda motor setiap data *tracking* pada setiap periode waktu puncak lalu lintas. Demikian pula halnya dengan hasil-hasil uji-F dan uji-t untuk kondisi lalu lintas Arah B.



Gambar5: Prosentase Kondisi Pergerakan Sepeda Motor



Gambar6: PDF dan CDF Percepatan – Perlambatan Sepeda Motor

Tabel 1: Hasil Uji F untuk varians percepatan – perlambatan sepeda motor Arah A

Periode Waktu	Jenis Data	Track-1	Track-2	Track-3	Nilai $F_{statist.}$
Puncak Pagi	Track-1		0.0000	0.0000	
	Track-2	1.2344		0.0000	
	Track-3	1.2372	1.2372		
Nilai F_{kritis}					
Puncak Siang	Track-1		0.0000	0.0001	
	Track-2	1.2240		0.4007	
	Track-3	1.2230	1.2176		
Nilai F_{kritis}					
Puncak Sore	Track-1		0.1978	0.9602	
	Track-2	1.2081		0.1713	
	Track-3	1.2062	1.2028		
Nilai F_{kritis}					

Kesimpulan

Perilaku percepatan-perlambatan kendaraan sepeda motor pada kondisi lalu lintas heterogen pada salah satu ruas jalan primer di Kota Makassar telah dianalisis dan diuji komparasi pada studi ini. Pada kondisi lalu lintas heterogen, laju kendaraan sepeda motor pada setiap periode puncak lalu lintas hampir tidak pernah berhenti, meskipun kecepatan sepeda motor relatif rendah (< 40 km/jam). Kondisi percepatan-perlambatan menjadi dominan dalam pergerakan sepeda motor dengan interval nilai $-1,0 \text{ ms}^{-2}$ hingga $1,0 \text{ ms}^{-2}$. Kondisi-kondisi ini sejalan dengan tingkat manuver sepeda motor yang lebih fleksibel dalam melakukan pergerakan ditengah kondisi lalu lintas yang heterogen dibandingkan dengan kendaraan roda empat atau pun kendaraan berat lainnya.

Hasil-hasil studi memberikan acuan dasar untuk menganalisis perilaku waktu tempuh pengendaraan sepeda motor pada studi-studi lanjutan.

Tabel 2: Hasil Uji t untuk rerata percepatan – perlambatan sepeda motor Arah A

Periode Waktu	Jenis Data	Track-1	Track-2	Track-3	Nilai $t_{\text{statist.}}$
Puncak Pagi	Track-1		0.0004	0.4504	
	Track-2	1.9648		0.0046	
	Track-3	1.9649	1.9649		
Nilai t_{kritis}					
Puncak Siang	Jenis Data	Track-1	Track-2	Track-3	Nilai $t_{\text{statist.}}$
	Track-1		0.9926	0.8997	
	Track-2	1.9645		0.4478	
Track-3	1.9644	1.9641			
Nilai t_{kritis}					
Puncak Sore	Jenis Data	Track-1	Track-2	Track-3	Nilai $t_{\text{statist.}}$
	Track-1		0.9157	0.9648	
	Track-2	1.9639		0.4759	
Track-3	1.9638	1.9637			
Nilai t_{kritis}					

Daftar pustaka

- Abulebu, H., Ramli, M.I., dan Harianto, T., (2012), *A Study on the Motorcycle Speed of One-Directional Urban Roads in Makassar*. Proceeding of the 15th FSTPT International Symposium.
- Aly, S.H., Selintung, M., Wunas, S., Sasmita, S.A., dan Ramli, M.I., (2012), *Running Vehicle Emission Factors of Vehicle Fleet in Makassar, Indonesia*. Proceeding of the 8th International Symposium on Lowland Technology.
- Asri, A., Ramli, M.I., dan Samang, L., (2011) *Motorcyclist acceptability on road safety policy: Motorcycle exclusive lane in Makassar*. Proceeding of the 14th FSTPT International Symposium, Pekanbaru, Riau, November 11-12, 2011.
- Asri, A., Ramli, M.I., Ali, N., dan Samang, L., (2012) *A study on motorcycle ownership of residential households in Makassar*. Proceeding of the 15th FSTPT International Symposium, STTD Bekasi, November 23-24, 2012.
- Azis, M.A., Ramli, M.I., dan Aly, S.H., (2012) *The real world driving cycle of motorcycle on an arterial urban route in Makassar - Indonesia*. Proceeding of the International Seminar On Infrastructure Development In Cluster Island Eastern Part of Indonesia, Bau-Bau, January 19th, 2013.
- Chandra, S., and Kumar, U., (2003) *Effect of Lane Width on Capacity under Mixed Traffic Condition in India*. Journal of Transportation Engineering, Mar. Apr., 155-160.

- Hustim, M., Anai, K., dan Fujimoto, K.,(2011)*Survey on Road Traffic Noise in Makassar City in Indonesia: Effect of Horn on Noise Level*. Proceeding of the 40th Conference of Architectural Institute of Japan, Kyushu Branch.
- Hustim, M., dan Fujimoto, K., (2012), *Road Traffic Noise under Heterogeneous Traffic Condition in Makassar City, Indonesia*. Journal of Habitat Engineering and Design, Vol. 4, No. 1, pp. 109 – 118.
- Minh, C.C., Sano, K., dan Matsumoto, S., (2005)*The Speed, Flow and Headway Analyses of Motorcycle Traffic*. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.6, pp. 1496-1508.
- Minh, C.C., Sano, K., Mai, T.T., and Matsumoto, S. 2010. *Development of Motorcycle Unit for Motorcycle-Dominated Traffic*. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.8, pp. 1596-1608.
- Nakatsuji, T., Hai, N.G., Taweelip, S., and Tanaboriboon, T. 2001. *Effect of Motorcycle on Capacity of Signalized Intersections*. Infrastructure Planning Review, Sep., 935-942.
- Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan, (2012) Sulawesi Selatan dalam Angka, *Badan Pusat Statistik*, Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan.
- Putranto, L.S., Suardika, G.P., Sunggiardi, R., Munandar, A.S., and Lutfi, I. 2011. *The Performance of Motorcycle Lanes in Jakarta and Sragen*. Proceeding of the 9th Conference of the Eastern Asia Society for Transportation Studies.
- Zakaria, A., Aly, S.H., Ramli, M.I. 2011. *Distribution Model of Motorcycle Speed on Divided Roadway in Makassar*. Proceeding of the 14th FSTPT International Symposium.