

# TEKNOLOGI PEMROSESAN GAMBAR VIDEO UNTUK PERHITUNGAN ARUS SEPEDA MOTOR (OPTIMIZATION OF IMAGE PROCESSING TECHNOLOGY (IPT) FOR COUNTING MOTORCYCLES IN INDONESIA)

Disi Mochamad Hanafiah<sup>1)</sup>, Handiyana Ariephin<sup>2)</sup>, Agus Bari Sailendra<sup>3)</sup>

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

Jl. A.H Nasution no.264 Bandung

email: <sup>1)</sup>disi.hanafiah@pusjatan.pu.go.id, <sup>2)</sup>handiyana.ariphin@pusjatan.pu.go.id, <sup>3)</sup>agusbari@pusjatan.pu.go.id

Diterima: 8 Oktober 2014; direvisi: 19 November 2014; disetujui: 3 Desember 2014

## ABSTRAK

Penggunaan sepeda motor di Indonesia menunjukkan peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan kurangnya pelayanan serta fasilitas dari sistem angkutan umum di perkotaan. Selain adanya ketidakseimbangan antara laju pertumbuhan kepemilikan kendaraan dan penyediaan prasarana jalan. Sebagai sarana transportasi jalan yang terbesar proporsinya dan mendominasi volume lalu lintas sehingga dianggap dapat mempengaruhi tingkat pelayanan jalan (kapasitas, kemacetan dan kecelakaan), maka upaya untuk mengontrol, memonitor dan menganalisis gambaran jumlah dan perilaku volume lalu lintas yang didominasi sepeda motor tersebut, harus dapat dilakukan melalui penghitungan volume lalu lintas di jalan dengan lebih akurat dan relatif mudah. Sementara ini cara penghitungan volume lalu lintas yang dapat mengakomodasi sepeda motor umumnya dilakukan dengan cara "manual", sedangkan software yang tersedia di pasaran belum dapat menghitung jumlah sepeda motor pada suatu ruas jalan dengan akurat. Perbedaan karakteristik mengemudi di Indonesia yang cenderung agresif serta sering melakukan manuver bebas (zigzag), mengakibatkan software tersebut kurang mampu menangkap jumlah sepeda motor dengan akurat. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (PUSJATAN) dan National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) telah melakukan kerjasama riset selama 3 tahun untuk mengembangkan software Image Processing Technology (IPT) khususnya untuk mendeteksi volume sepeda motor di jalan. Software ini diuji coba akurasi dengan menempatkan tiang kamera pada dua titik yang berbeda, posisi sudut kamera yang berbeda serta kondisi hari yang berbeda. Dari hasil uji coba ini didapatkan bahwa penempatan tiang, sudut kamera dan waktu siang dan malam mempengaruhi akurasi pembacaan volume sepeda motor.

**Kata kunci:** Kemacetan, volume, sepeda motor, akurasi, Image Processing Technology

## ABSTRACT

The use of motorcycles in Indonesia showed an increase with the increase in economic growth and the lack of services and facilities of urban public transport systems. In addition, there is an imbalance between the rate of growth in vehicle ownership and provision of road infrastructure. As a means of road transport which dominates the greatest proportion and volume of traffic, it is considered to affect the level of service (capacity, congestion and accidents), in the attempt of controlling, monitoring and analyzing the number and traffic volume behavior dominated by motorcycles, relatively easier and accurate calculation of traffic volume should be obtained. At the present time, the calculation of traffic volume is generally done manually. On the other hand, available softwares in the market have not been able to count the number of motorcycles on a road link accurately. Different characteristics of driving in Indonesia that tend to be aggressive and often maneuver freely (zigzag), software is unable to capture accurately the number of motorcycles. Institute of Road Engineering (IRE) and National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) have done a 3-year research collaboration to develop Image Processing Technology software (IPT) in particular to detect the volume of motorcycles on the road. This software was tested for accuracy by placing pole camera at two different points, different position of camera angles and different days. From the results of this trial showed that the pole placement, camera angles and times of day and night affect the accuracy of the reading of motorcycle volume.

**Keywords:** Congestion, volume, motorcycles, accuracy, Image Processing Technology

## PENDAHULUAN

Permasalahan transportasi di perkotaan seperti kecelakaan dan kemacetan lalu lintas yang semakin meningkat dan meluas, merupakan salah satu dampak negatif dari buruknya pelayanan angkutan umum, dan tidak seimbang pertumbuhannya penyediaan jalan versus jumlah kendaraan bermotor, dibarengi dengan kurang disiplinnya para pengguna jalan dan perkembangan pemanfaatan ruang sisi jalan yang tidak terkendali (parkir liar, pedagang kaki lima, *mixed use*, dst). Data Badan Pusat Statistik dari tahun 1987-2012 (Indonesia 2013) memperlihatkan bahwa perkembangan jumlah kepemilikan sepeda motor yang mendominasi hampir 80% dari jumlah total kepemilikan kendaraan bermotor. Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia menunjukkan perkembangan sepeda motor sangat pesat dimana kenaikannya mencapai 1525,5% yaitu dari 5.554.305 kendaraan pada tahun 1987 menjadi 84.732.652 kendaraan pada tahun 2012. Pada ruas jalan ternyata komposisi sepeda motor mendekati 70% dari total volume lalu lintas di jalan, dan dengan perilaku yang tidak disiplin dari pengemudi sepeda motor, maka diduga menjadi salah satu penyebab kemacetan dan kecelakaan lalu lintas yang melibatkan porsi terbesar dari sepeda motor. Data jumlah kecelakaan yang melibatkan sepeda motor pada tahun 2012 terbilang tinggi yaitu mencapai 64,2% dari total kecelakaan (motormobilenet 2013).

Salah satu penyebab kemacetan dan kecelakaan lalu lintas di Jakarta adalah karena buruknya angkutan umum dan kepemilikan sepeda motor sebagai sarana utama transportasi. Salah satu faktor yang menjadikan kemacetan parah, karena ketidak disiplinannya pengemudi sepeda motor dan pengemudi angkutan umum yang memperburuk kemacetan di kota besar.

Indonesia, dikatakan bahwa dalam satu sampai dua tahun ke depan, kondisi transportasinya tidak akan membaik bahkan cenderung makin memburuk, yang dapat diindikasikan di antaranya adalah peningkatan penggunaan sepeda motor dan penggunaan angkutan umum yang mengalami penurunan cukup drastis. Penggunaan angkutan umum di Jakarta hanya sekitar 14%, sedangkan 10 tahun yang lalu masih mencapai 38%. "Oleh karena itu, kemacetan menjadi menjalar" (Detik 2013).

Hal ini juga sama dialami oleh negara Vietnam, dimana kemacetan yang diakibatkan oleh sepeda motor mencapai 90% dan hanya 6% diakibatkan oleh bus. Untuk negara Vietnam ada dua kota yang mengalami kemacetan yang sangat parah yaitu kota Hanoi dan Hochiminh (Matsuhashi.N, Hyodo. T, Takahashi. Y. 2005).

Berdasarkan kajian di Amerika bahwa penggunaan sepeda motor sebagai moda transportasi harian adalah hal yang paling berbahaya. Hal ini dibuktikan dengan tingkat kecelakaan di Amerika dari tahun 1997-2006 meningkat sebesar 127% (U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration 2008). Prinsipnya kalau penggunaan angkutan umum sedikit (berkurang) berarti banyak peluang untuk menggunakan kendaraan sepeda motor dan atau kendaraan pribadi. Dari rasio panjang jalan dengan jumlah kepemilikan kendaraan bermotor memang dapat membuat kondisi berpotensi cenderung terjadi kemacetan atau kecelakaan. Berbagai upaya penanganan dalam sistem transportasi atau manajemen lalu lintas dewasa ini terus dilakukan oleh berbagai pihak utamanya yang berkaitan dengan penyelenggara jalan, dan atau lalu lintas, yang hasilnya diharapkan dapat mendorong atau menemukan solusi tepat dan cepat dalam mengatasi berbagai problem transportasi khususnya di perkotaan.

Dengan keinginan untuk membantu dan memberikan masukan data yang baik, maka salah satu teknologi yang sedang dikembangkan dan cocok untuk kondisi di Indonesia yaitu *Image Processing Technology* (IPT) dimanfaatkan untuk menghitung jumlah kendaraan bermotor di jalan khususnya untuk penghitungan sepeda motor. Berbagai teknologi penghitung jumlah kendaraan yang diketahui, sementara ini belum ada yang dikembangkan khusus untuk menghitung sepeda motor terutama bagi kondisi di Indonesia.

Penelitian dan studi tentang IPT telah banyak dilakukan oleh negara-negara lain, salah satunya adalah yang telah dilakukan oleh Department of Electrical and Electronic Engineering Chung Cheng Institute of Technology National Defense University Taoyuan, 335 Taiwan (Chung-Cheng Chiu. Min-Yu Ku and Chun-Yi Wang 2010) dimana jenis kendaraan yang diidentifikasi adalah kendaraan roda empat diantaranya adalah sedan, SUV, Van, mini truck, truck dan bus

sedangkan untuk sepeda motor mereka tidak menghitungnya.

Melalui penelitian bersama antara pihak *National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM)* Jepang dengan *Institute of Road Engineering (IRE)* Indonesia dikembangkan suatu sistem yang didasarkan pada penggunaan secara optimal dengan IPT, tentang sistem pembacaan kendaraan sepeda motor yang berada di jalan Indonesia, sekaligus menghitung jenis kendaraan lainnya, dengan asumsi tiap pergerakan sepeda motor di jalan akan di hitung oleh *software* (perangkat lunak) pendeteksi kendaraan. Dalam tulisan ini disajikan sejauh mana pengoptimalan IPT dengan perangkat lunaknya dapat menghitung sepeda motor di jalan dengan lebih akurat dibandingkan dengan sistem manual.

## KAJIAN PUSTAKA

Dalam paper Guillaume Leduc (2008) disebutkan bahwa teknologi penghitung kendaraan yang sudah berkembang saat ini sudah sangat banyak sekali dikembangkan dimana dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu metoda *intrusive* atau sensor ditempatkan pada atau didalam permukaan perkerasan untuk mendeteksi kendaraan yang lewat dan metoda *non intrusive* atau sensor yang ditempatkan tidak pada atau di permukaan perkerasan tetapi di atas atau di pinggir jalan.

Ariepin, H., Cahyadi, U. (2011) menyebutkan bahwa contoh teknologi yang menggunakan metoda *intrusive* adalah sensor *road tube* dimana selang (*tube*) pneumatik mendeteksi pergerakan kendaraan melalui selang yang tertekan oleh ban, dan ini menciptakan pulsa udara yang menutup diafragma didalam merekam satu sumbu kendaraan (biasanya setengah kendaraan) ke dalam perhitungan satu buah kendaraan keseluruhan, sensor jenis *loop-piezo* dimana alatnya adalah berupa sensor yang ditempatkan melintang diatas permukaan jalan kemudian alat tersebut akan menghitung kendaraan berdasarkan jumlah gandar serta menghitung beban dari masing-masing jenis kendaraan kecuali sepeda motor. Sedangkan teknologi yang menggunakan metoda *non intrusive* adalah sensor kamera dimana sensor pendeteksi kendaraannya berupa *virtual loop* sehingga akan

mempermudah proses *settingnya* karena tidak akan mengganggu di permukaan perkerasan, dimana alatnya akan dipasang diatas ruas yang akan ditinjau dan cara perhitungannya adalah dengan membaca panjang kendaraan dan sensor radar dimana teknologi pendeteksi kendaraan dengan menggunakan gelombang *microwave* sebagai detector.

Sistem (alat/*software*) penghitung kendaraan yang telah ada dan dikembangkan di negara lain, dianggap mempunyai perbedaan cukup signifikan dalam pendekatan terhadap karakteristik kendaraan khususnya sepeda motor di jalan Indonesia. Perhitungan di luar negeri sepeda motor dianggap sebagai friksi karena jumlahnya sangat sedikit di jalan raya sehingga keberadaan sepeda motor tidak diperhitungkan secara khusus didalam perhitungan.

Didalam *Trafficon manual book* (2011) disebutkan bahwa pendekatan dalam sistem perhitungan kendaraan di negara lain adalah semua kendaraan diasumsikan dapat mengikuti antrian secara tertib dalam satu lajur, sedangkan di Indonesia karakteristik pengendara khususnya sepeda motor asumsinya belum bahkan tidak mengikuti antrian tapi bergerak bebas untuk mengikuti dan mangisi celah kosong di dalam lajur atau jalurnya.

Berdasarkan hasil Laporan akhir Model fisik *Video Image Processing* (VIP) dan *Variable Message Signs* (VMS), (Hanafiah 2012) disebutkan bahwa ada sebuah teknologi terkini di bidang *video image processing* yang sudah dikembangkan oleh perusahaan dari negara Belgia dimana akurasi sudah sangat baik ketika dicoba di negara asalnya, tetapi ketika di coba oleh *Institute of Road Engineering (IRE)* bahwa permasalahan yang terlihat ketika diimplementasikan di jalan perkotaan di Indonesia adalah ketidak akuratan ketika menghitung kendaraan yang bergerak secara berdampingan atau secara lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini dimana didalam kotak merah (*virtual loop*) terlihat ada tiga buah kendaraan (1 buah mobil dan 2 buah sepeda motor) tetapi akan terbaca oleh *software* sebagai sebuah kendaraan dengan panjang tertentu sehingga untuk aplikasi di dalam kota kesalahannya menjadi besar.



**Gambar 1.** Gambar ketidak akuratan sistem perhitungan yang dikembangkan di negara lain

Sementara ini, metode perhitungan yang paling sering dilakukan di Indonesia khusus untuk penghitungan sepeda motor adalah dengan menggunakan cara manual. Tetapi cara manual ini memiliki banyak sekali kekurangan karena untuk perhitungan di jalan perkotaan atau kota besar, yang jumlah lajur dan jumlah kendaraannya relatif lebih banyak, akan mengakibatkan banyak sekali sepeda motor yang tidak dapat terhitung atau banyak terlewatkan dalam mencatat sehingga hasil perhitungannya juga dianggap kurang akurat, apalagi dilakukan pada saat saat jam puncak atau pencatut mengalami kelelahan dan hilang konsentrasi.

## HIPOTESIS

Akurasi dari perhitungan volume kendaraan sangat dipengaruhi oleh penempatan dari titik atau letak tiang kamera, sudut kamera serta kondisi hari (siang atau malam).

## METODOLOGI

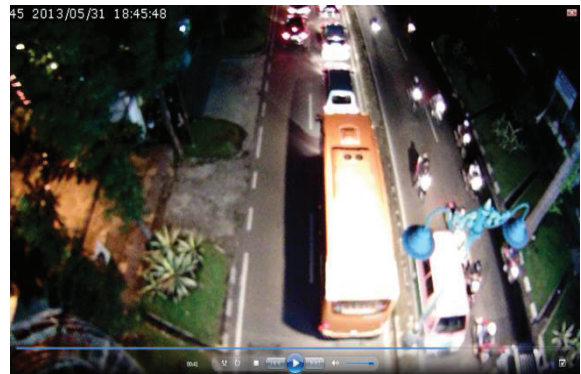
### Penetapan lokasi

Kota Bandung diambil sebagai contoh didalam kegiatan ini karena dapat mewakili pergerakan sepeda motor di kota besar di Indonesia. Kota Bandung dianggap sudah mencerminkan karakter kota besar dan dianggap mewakili karakter dari para pengemudi di kota besar di Indonesia. Lokasi jalan yang dipilih untuk pengamatan lalu lintas adalah di Jl. Ir. H. Juanda kota Bandung. Karena pada lokasi ini diharapkan bisa didapatkan semua data kondisi lalulintas baik pada kondisi siang hari maupun malam hari. Kondisi visual lalu lintas di daerah

perkotaan ditunjukkan pada Gambar 2 untuk siang hari dan Gambar 3 untuk malam hari.



**Gambar 2.** Contoh kondisi visual lalu lintas perkotaan lokasi studi pada siang hari

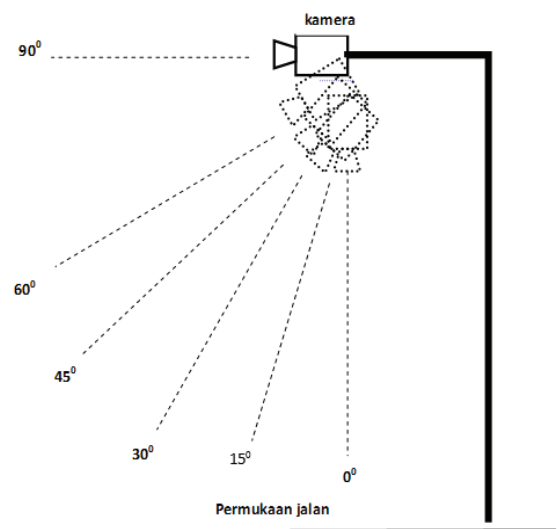


**Gambar 3.** Contoh kondisi visual lalu lintas perkotaan lokasi studi pada malam hari

### Teknik pengambilan gambar

Teknik pengambilan data untuk pengolahan adalah dengan menggunakan data visual yang menggunakan Internet Protokol (IP) kamera. Teknik ini diambil karena syarat data masukan untuk *software* yang dikembangkan adalah berupa data visual atau video dari *handycam* atau CCTV. Pengambilan data visual atau video dilakukan selama 24 jam agar didapatkan semua kondisi lalulintasnya.

Data video yang diambil terdiri dari beberapa sudut pengambilan, diantaranya adalah sudut  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  dan  $60^\circ$ . Sementara untuk ketinggiannya mencapai 12 m karena berdasarkan hasil percobaan dari teknologi IPT bahwa dengan ketinggian minimal 11 m maka pembacaan menjadi lebih akurat. Secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Contoh penempatan sudut kamera

Untuk waktu pengambilannya pun diambil dengan dua kondisi yang berbeda yaitu pada kondisi siang hari dan kondisi malam hari. Kemudian untuk pengambilan gambarnya dilakukan dalam dua titik yang berbeda yaitu dari titik di pinggir jalan dan dari titik di tengah-tengah lajur jalan.

#### Spesifikasi kamera

Spesifikasi dari kamera yang digunakan adalah jenis Internet Protokol (IP) kamera, dengan teknologi kompresi data video H264 sehingga ketika perekaman untuk durasi yang panjang tidak akan membebani *memory hardisk* atau membebani *bandwidth* jaringan atau internet, kecepatan perekaman adalah 60 *fps* (*frame per second*) dan terdapat *Infra Red* sehingga ketika penggunaan malam maka perekaman berubah menjadi hitam putih dan sangat terang.

#### Teknik pengolahan data

Untuk mendapatkan data volume sepeda motor, maka hasil rekaman video di olah menggunakan dua buah metode. Metode yang pertama adalah dengan menggunakan *software* pengolah data, dimana *software* ini dikembangkan berdasarkan kerjasama antara

pihak NILIM dan IRE. Sedangkan teknik yang kedua adalah dengan cara perhitungan manual di laboratorium. Cara ini dilakukan karena dianggap (sementara) sebagai cara yang paling akurat, sehingga akan dipakai sebagai pembandingan dari cara menggunakan *software* penghitung volume kendaraan khususnya sepeda motor.

#### Teknik analisis data

Teknik analisis yang digunakan adalah dengan membandingkan antara perhitungan dengan teknik manual yang dianggap dalam kasus ini adalah yang paling benar, dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan "*software* yang dikembangkan". Durasi pengolahan dari video ini mengambil waktu masing-masing 7 menit untuk masing-masing kondisi dan masing-masing teknik pengambilan (manual dan *software*). Hasil dari perbandingan ini dapat diambil rasio *kesalahan* dari *software* IPT yang dikembangkan.

#### HASIL DAN ANALISIS

Dari hasil perhitungan menggunakan cara manual dan menggunakan *software* IPT didapat beberapa nilai atau rasio kesalahan yang ditampilkan didalam Tabel 1.

Dalam Tabel 1 untuk kondisi malam dan posisi pengambilan gambar dari pinggir jalan tidak didapatkan datanya karena pada hari berikutnya ketika dilakukan survei tidak terdapat kondisi macet seperti ketika pada malam pengambilan gambar dari lokasi ditengah-tengah badan jalan. Sementara untuk kamera dengan sudut 15° hari kedua pada kondisi siang dan malam mengalami kerusakan sehingga datanya mengalami kekosongan.

Ketika pengambilan gambar dengan posisi dari pinggir jalan untuk kondisi malam hari dan kondisi lalu lintas macet tidak didapatkan karena kebetulan pada hari survei tidak ada kondisi macet di lokasi yang ditinjau pada malam hari.

**Tabel 1.** Tabel rasio kesalahan *software* IPT terhadap perhitungan manual

Posisi tiang Kamera	Siang/Malam	Kondisi Lalu Lintas	Sudut kamera	Durasi Perekaman Video			Analisa Gambar		Perhitungan dengan manual	Perhitungan dengan IPT	Rasio Error
				Waktu Mulai	Waktu Akhir	Durasi (menit:detik)	Waktu Mulai	Durasi (menit:detik)			
1. Pinggir Jalan											
2. tengah atau badan jalan								Sepeda Motor	Sepeda Motor	Sepeda Motor (%)	

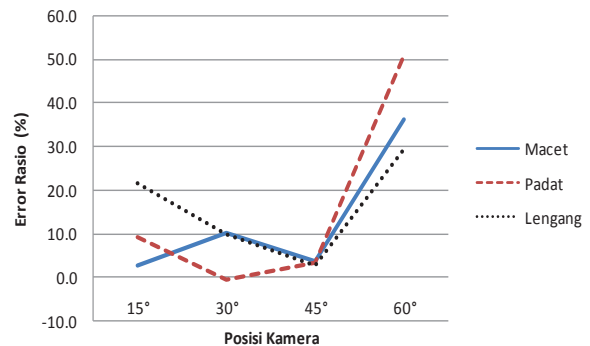
**PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini penggunaan teknik manual merupakan teknik yang dianggap paling benar dan akurat karena durasi yang digunakan untuk perbandingan ini adalah untuk durasi perhitungan selama 7 menit per kondisinya. Sehingga kesalahan akibat perhitungan manual dianggap tidak ada.

Rasio kesalahan menghitung kendaraan dengan menggunakan teknologi IPT ini didapat dengan membandingkan perbedaan hasil antara teknik perhitungan menggunakan manual dan teknik menggunakan IPT, selisihnya dibagi terhadap hasil perhitungan secara manual.

Dari tabel di atas dapat kita ketahui bahwa pengaruh posisi penempatan, kondisi siang atau malam, kondisi lalu lintas dan sudut pengambilan data, sangat mempengaruhi hasil

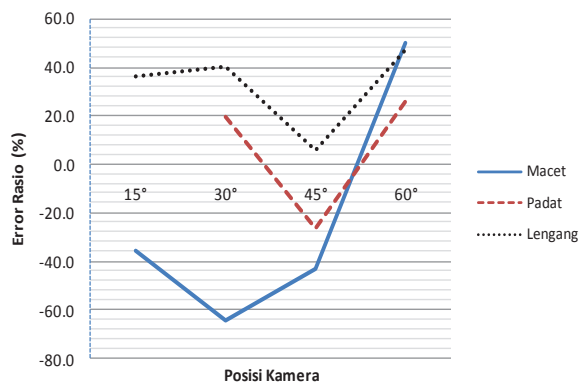
dari perhitungan menggunakan *software* IPT. Untuk lebih memperjelas perbedaannya dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Pengaruh posisi kamera diatas tengah badan jalan dan kondisi siang terhadap rasio kesalahan

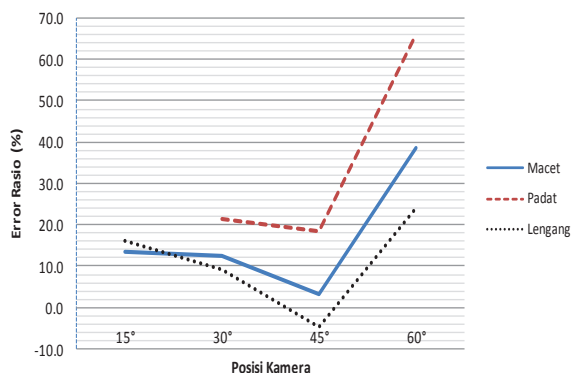
Dari gambar 5 di atas menjelaskan bahwa untuk posisi penempatan kamera di tengah-tengah badan/lajur jalan, serta waktu perekaman yang dilakukan siang hari maka untuk kondisi macet yang paling mendekati perhitungan manual adalah pada sudut pengambilan 15°, sedangkan pada kondisi lengang, sudut pengambilan yang paling mendekati perhitungan manual adalah pada sudut 45°, sedangkan untuk kondisi padat sudut pengambilan kamera yang paling baik adalah pada sudut 30°.

Pengaruh posisi kamera serta waktu siang atau malam terhadap rasio kesalahan ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



**Gambar 6.** Pengaruh posisi kamera di pinggir jalan dan kondisi siang terhadap rasio kesalahan.

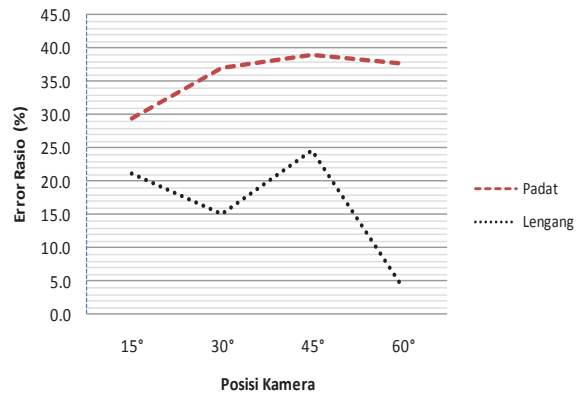
Dari Gambar 6 di atas, posisi penempatan kamera adalah di pinggir jalan, kemudian waktu pengambilan atau perekaman dilakukan pada siang hari, maka dapat diketahui bahwa untuk kondisi macet dan padat tidak disarankan untuk digunakan, karena rasio kesalahannya terlalu besar, tetapi untuk kondisi lengang rasio kesalahan masih di 5,5%.



**Gambar 7.** Pengaruh posisi kamera di atas tengah badan/lajur jalan dan kondisi malam terhadap rasio kesalahan

Dari gambar 7 di atas dapat dilihat bahwa kondisi macet, padat dan lengang posisi pengambilan paling baik adalah pada sudut 45°, tetapi untuk padat meskipun dari grafik posisi yang paling baik di sudut 45° tetapi rasio kesalahan terlalu besar yaitu 18,6°.

Pengaruh posisi kamera (dipinggir jalan) pada malam hari terhadap rasio kesalahan ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Pengaruh posisi kamera di pinggir jalan dan kondisi malam terhadap rasio kesalahan.

Dari Gambar 8 di atas pengambilan data atau video pada malam hari serta posisi dari kamera di pinggir jalan kondisi macet datanya tidak diperoleh dan tidak ada kondisi macet, sehingga hanya kondisi padat dan kondisi lengang saja yang didapat. Dari grafik hanya kondisi lengang saja yang memperoleh rasio kesalahan lebih kecil yaitu pada sudut 60°, tetapi rasio kesalahannya mencapai 5,5%.

Ketika tiang kamera ditempatkan di badan jalan dan pengambilan data pada malam hari terlihat bahwa pada sudut 45° adalah nilai kesalahannya yang paling kecil, sedangkan pada kondisi siang hari pengambilan gambar yang paling kecil rasio kesalahannya adalah dengan posisi kamera di badan jalan, tetapi untuk rasio kesalahan berdasarkan kategori sudut kameranya bervariasi tergantung dengan kondisi lalulintasnya yaitu untuk kondisi macet pada sudut 15°, kondisi padat pada sudut 30° dan kondisi lengang pada sudut 45°, tetapi apabila melihat nilai kesalahannya terlihat dari ketiga sudut tersebut nilai kesalahannya kurang dari 5%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Rasio kesalahan makin besar ketika *software* menghitung kendaraan dari pinggir jalan, hal ini terjadi karena diduga bayangan dari kendaraan yang melintas bisa dibaca secara berbeda oleh *software* karena adanya pengaruh bayangan dan pengaruh dari kendaraan yang bergerak secara beriringan dan terlihat menempel sehingga merubah hasil pembacaan.
2. Untuk pengambilan gambar kondisi siang hari yang paling baik adalah pada posisi tiang kamera ditengah atau badan jalan, dengan sudut terbaik adalah pada sudut  $45^0$  karena dapat mewakili semua kondisi (macet, padat dan lengang) dan dengan rasio kesalahannya yang sangat baik karena kurang dari 5%.
3. Untuk pengambilan gambar kondisi malam hari yang paling baik adalah pada posisi tiang kamera ditengah atau badan jalan, dengan sudut terbaik adalah pada sudut  $45^0$  karena dapat mewakili semua kondisi (macet, padat dan lengang) dan dengan rasio kesalahannya yang paling kecil adalah 3,1%.
4. Pada kondisi malam hari rasio kesalahannya mengalami peningkatan, hal ini disebabkan oleh kondisi cahaya di lokasi yang ditinjau pada malam hari sangat terbatas, sehingga bayang-bayang kendaraan dapat menjadi salah satu faktor penyebab besarnya kesalahan pembacaan.
5. Penempatan kamera di pinggir jalan menyebabkan kesalahan atau kesalahan yang cukup besar, hal ini karena kemungkinan banyaknya sepeda motor yang berjalan beriringan atau menempel pada kendaraan lain atau bersamaan dengan sepeda motor lain.

### Saran

1. Perlu dilakukan percobaan pembacaan kendaraan dengan kondisi pencahayaan lampu yang berbeda pada malam hari, sehingga akan didapatkan nilai lumen yang paling baik ketika *software* tersebut dijalankan.

2. Perlu dilakukan percobaan pembacaan pada kondisi hujan sehingga hasil penelitian sudah mencakup didalam segala kondisi cuaca.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ariephin,H., Cahyadi, U. 2011. "Road Geometric and Traffic data collecting in Indonesia: Past, Present and Future". *Bilateral Seminar IRE-NILIM*, Mataram: Pusjatan.
- Chung-Cheng Chiu. Min-Yu Ku. Chun-Yi Wang. 2010. Automatic Traffic Surveillance System for Vision-Based Vehicle Recognition and Tracking *Journal Of Information Science And Engineering*. 26, 611-629.
- Detik. 2013. Mobil dan motor pribadi sumber kemacetan Jakarta. Jakarta: Detik. . (<http://oto.detik.com/read/2011/03/20/151129/1596779/648/mobil-dan-motor-pribadi-sumber-kemacetan-jakarta>, diakses 4 Oktober 2013).
- Guillaume Leduc. 2008. *Road Traffic Data: Collection Methods and Applications*. JRC Working Papers on Energy, Transport and Climate Change N.1. Seville: JRC European Comission
- Hanafiah, Disi. 2012. *Laporan akhir Model fisik Video Image Processing (VIP) dan Variable Message Signs (VMS)*, Bandung: Pusjatan.
- Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia. 2013. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun1987-2012. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia. ([http://bps.go.id/tab\\_sub/view.php?kat=2&tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=17&notab=12](http://bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=2&tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&notab=12), diakses 5 oktober 2013).
- Matsuhashi.N, Hyodo. T, Takahashi. Y. 2005. "Image Processing Analysis Of Motorcycle Oriented Mixed Traffic Flow In Vietnam". *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, pp. 929 - 944, Tokyo: Eastern Asia Society for Transportation.
- Motormobilenet. 2013. *Kecelakaan Lalu Lintas Masih Didominasi Sepeda Motor* . (<http://www.motormobile.net/more.php?id=856> diakses 4 Oktober 2013).
- U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. 2008. *Traffic Monitoring Guide Supplement*. Washington, DC: FHA.
- Trafficon n.v. 2011. *User Guide Collect-R X-Stream, TRAFICON Manual book*. Belgium: Trafficon n.v.