

PERANCANGAN PENGATURAN SISTEM *TRAFFIC LIGHT* BERDASARKAN JUMLAH KENDARAAN DENGAN MENGGUNAKAN CCTV DINAMIS

**Florentinus Budi Setiawan, Erdhi Widyarto Nugroho,
Yulianto Tejo Putranto**
UNIKA Soegijapranata Semarang

ABSTRACT

Intelligent Traffic System (ITS) implementation as an integrated control system needs some up-to-date data and many detectors for supporting system. Some research use the static CCTV camera to detect traffic density, vehicle speed and vehicle quantity. But there is no method for detecting the dynamic area with dynamic CCTV. The aim of the research is design of controlled traffic light system based on data of the vehicle quantity obtained by CCTV picture capture. The advantage of the research result is obtain the automatic and adaptive traffic light system based on the number of the vehicle. The recent ITS need some camera for some road that enter the crossing. The proposed systems only need one CCTV that dynamically supervising the number of vehicle. Conclusion of the research is that the camera can be used as traffic density detector. The picture that captured by this camera can be processed digitally, so that we obtain the traffic data. Data of the traffic condition are used as the reference for controlling the green lamp on each road on the cross. The other result is obtaining the prototype of hardware and software based on the research conclusion.

Keywords : *CCTV, traffic, cross, dynamic, adaptive*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraaan bermotor seolah-olah memberikan keuntungan pada peningkatan kualitas kehidupan. Dengan peningkatan kendaraan bermotor tersebut akan memberikan dampak penurunan terhadap lingkungan yang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas dan pencemaran lingkungan yang merupakan hubungan sosial yang utama yang perlu diperhatikan saat ini di dunia. Resolusi untuk hubungan masalah-masalah lalu lintas yang disebutkan untuk digunakan suatu dasar dalam menciptakan konsep baru yaitu *Intelegent Transportation System* (ITS). Tujuan dari ITS adalah untuk menciptakan suatu keamanan, kenyamanan dan lingkungan yang bersahabat dengan lalu lintas, dengan

mengelakkan manajemen arus lalu lintas, yang memberikan dukungan untuk keselamatan pengendara, menangani situasi situasi darurat dan meningkatkan efisiensi penggunaan jalan dan perjalanan logistic. Aplikasi ITS sebagai bagian dari sistem pengendalian secara terpadu membutuhkan sistem pengumpulan data yang sangat *up to date* untuk memberikan informasi dua arah.

Kamera CCTV ada dua model : statis dan dinamis (bisa dikendalikan dari jarak jauh untuk bergerak ke kiri maupun ke kanan). Kelebihan kamera CCTV statis adalah kemampuan dia sebagai detector. Sedangkan pada kamera CCTV dinamis tidak bisa dijadikan detektor. Karena pengambilan gambar pada kamera CCTV dinamis selalu berubah-ubah areanya. Beberapa penelitian dilakukan

menggunakan kamera CCTV yang statis untuk detektor, baik sebagai deteksi kepadatan, kecepatan dan penghitung jumlah kendaraan. Namun belum didapatkan suatu metode deteksi untuk pengambilan gambar yang berubah-ubah areanya seperti pada kamera CCTV yang dinamis. Untuk itu penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk mendeteksi jumlah kendaraan bermotor menggunakan kamera CCTV yang dinamis. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem traffic light terkendali berdasarkan data jumlah kendaraan yang diperoleh dari kamera CCTV dinamis. Data berupa gambar dari CCTV diolah dengan image signal processing agar dapat menghasilkan susunan pengaturan pewaktuan lampu lalu lintas secara optimal, sehingga kemacetan lalu lintas dapat diminimalkan.

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat dilakukan pengaturan pewaktuan pengaturan nyala lampu lalu lintas dipersimpangan secara otomatis dan seketika (adaptif), sehingga dapat merespon perubahan jumlah kendaraan yang masuk dan keluar dari persimpangan. Manfaat lain adalah penghematan dalam pengadaan kamera CCTV pada sistem ITS (*Intelligent Transport System*) yang sudah ada. Sistem ITS yang ada sekarang, menggunakan kamera CCTV sebanyak jumlah ruas jalan yang diamati. Sistem yang diusulkan hanya menggunakan satu kamera CCTV yang bergerak secara dinamis.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengambilan gambar dengan menggunakan kamera video yang bergerak didekati dengan metode pada beberapa area yang tidak diinginkan di jalan tersebut diperbaiki dengan menghilangkan boundary jalan oleh (Gorte *et al.* 2005). Pada (Hoogendoorn

et al. 2003) kendaraan bermotor yang dideteksi dengan beberapa metode yang berbeda, dimana diperlukan beberapa operator deteksi tepi ketika terjadi kesalahan deteksi. Kesalahan yang sering terjadi adalah mendeteksi mobil atau kendaraan yang mempunyai nilai kontras yang hampir menyerupai dengan background atau kondisi jalan rayanya. Untuk itu digunakan cross corelasi matching untuk tracking kondisi tersebut. Aplikasi ini bekerja dengan baik pada kendaraan-kendaraan yang berbeda akan tetapi masih kurang peka terhadap perubahan illumination. Sehingga metode ini terlalu sensitive untuk kondisi texture dan kecerahan yang hampir sama.

Untuk memperbaiki performansi tersebut dilakukan penelitian terhadap metode optical flow. (Atkinson 1996) pada metode ini ditambahkan elemen waktu pada pergerakan kendaraan. Metode ini lebih bagus untuk pergerakan sub pixel. Sehingga sangat membantu untuk tracking benda-benda yang hampir sama dengan keadaan jalan raya. Metode matching sangat bagus untuk pemakaian video tracking. Tapi metode ini sangat sulit untuk mendeteksi pola yang berulang, area yang intensitasnya hampir sama dengan background dan area yang sangat besar. Semua itu didapati pada kamera video yang selalu bergerak. Metode Optical Flow sebagai alternatif untuk permasalahan ini. (Haussecker and Fleet 2001) mendeskripsikan model fisik untuk perbedaan kecerahan, linier dan non linier. Metode ini untuk pemakaian model tracking yang lebih kompleks akan lebih sulit karena parameter kecerahan, linier dan non linier akan semakin banyak.

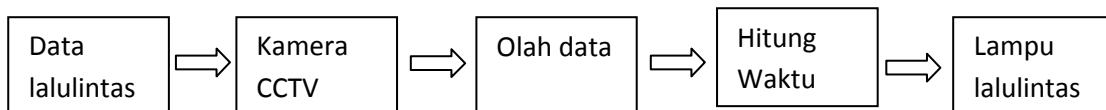
Ada dua perbedaan metode untuk tracking yaitu *feature based* dan *region based*. Metode Feature base mempunyai kelebihan pada perubahan intensitas. Hal ini masih dideteksinya obyek yang berada

disuatu obyek. Kelemahan metode ini adalah obyek yang mempunyai intensitas hampir sama dengan backgroundnya. (Coifman *et al.* 1998) menggunakan metode ini pada tracking obyek. Metode *region based* mempunyai kelebihan pada obyek yang ukurannya berbeda-beda. Akan tetapi metode ini mempunyai kelemahan pada area yang terlalu komplek. (Cohen and Medioni 1999) merepresentasikan penjejakkan obyek menggunakan *region based* ini.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode perancangan sistem elektronis yang dikendalikan dengan perangkat lunak. Prototip sistem yang dirancang

adalah persimpangan dengan 4 lajur jalan raya. Jalan yang masuk ke persimpangan masing-masing diberi nama Utara, Timur, Selatan dan Barat. Rancangan sistem terdiri atas dua bagian yaitu perangkat keras berupa maket persimpangan dan perangkat lunak yang ditulis dalam program Matlab. Prototipe sistem dibuat agar dapat bekerja secara *real time* dengan menggunakan port printer, seperti yang tersedia pada komputer. Sistem yang dirancang terdiri atas sistem kamera CCTV, penggerak kamera, transmisi sinyal, pengendali utama, dan lampu lalu lintas sebagai obyek yang akan dikendalikan pewaktunya. Diagram aliran sinyal sistem pengendali adalah tersebut dibawah ini :



Gambar 1. Diagram blok pengendalian nyala lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan

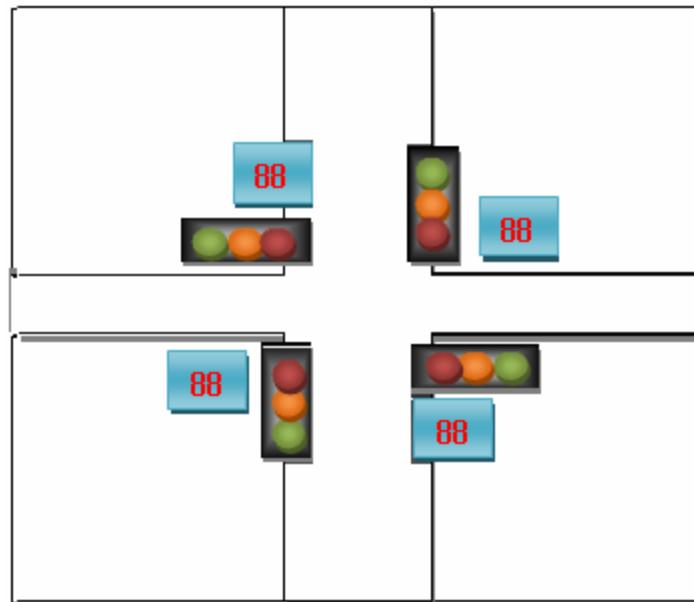
Tahap pertama, data lalu lintas ditangkap oleh kamera CCTV. Selanjutnya data dari CCTV dikirim ke komputer untuk dilakukan analisis mengenai kondisi persimpangan. Hasil analisis dikonversi menjadi nilai-nilai pewaktuan untuk mengatur penyalan lampu lalu lintas. Sistem tersebut bekerja secara otomatis, mulai dari pengambilan sinyal gambar oleh CCTV sampai dengan implementasi pada lampu lalu lintas.

3.1 Rancangan Perangkat Keras Sistem

Perangkat keras prototipe sistem terdiri atas persimpangan jalan dengan empat lajur jalan yang masuk ke persimpangan, kamera pendekripsi kepadatan lalu lintas tiap jalur beserta dengan penggeraknya, lampu lalu lintas, down counter dan pendekripsi posisi kamera untuk mengambil gambar. Setiap

lajur jalan dilengkapi dengan satu set lampu lalu lintas dan pencatat waktu mundur (*down counter*). Kamera deteksi diletakkan di tengah persimpangan. Detektor posisi kamera diletakkan didekat kamera. Posisi kamera diletakkan agak tinggi untuk dapat menjangkau ruas jalan sepanjang mungkin.

Pada prototipe rancangan, lampu lalu lintas direalisasi dengan menggunakan LED warna merah, kuning dan hijau. Sehingga terdapat 12 buah LED untuk seluruh persimpangan. Setiap set lampu lalu lintas dipasang sebuah pencatat waktu mundur (*down counter*) untuk mengetahui berakhirnya posisi lampu saat ini. Down counter yang disediakan adalah dua digit untuk menampung waktu sampai dengan 99 detik.



Gambar 2. Maket persimpangan dengan empat jalur jalan

Tampilan lampu lalu lintas digerakkan oleh IC flip flop D berdelapan 74LS377 yang berfungsi untuk menahan kondisi nyala lampu sampai dengan waktu yang dikehendaki. IC 74LS377 dikendalikan oleh IC decoder 3 ke 8 74LS138 yang berfungsi sebagai decoder alamat virtual. Penggunaan alamat virtual dilakukan, mengingat alamat riil yang digunakan dari computer hanya alamat dari port printer 378h. Alamat virtual disusun dari bagian bus data dari D4 sampai dengan D7. Sedangkan data nyala lampu diambil dari bus data dari D0 sampai dengan D2.

Tampilan downcounter disusun dalam dua digit yang mewakili tampilan waktu antara 0 detik sampai dengan 99 detik. Angka yang ditampilkan pada downcounter merepresentasikan sisa waktu nyala lampu yang sedang menyala. Sehingga para pengendara dapat mengetahui kapan harus bersiap untuk berjalan maupun saat untuk mulai berhenti. Downcounter digerakkan oleh IC flip flop D berdelapan 74LS377 yang berfungsi untuk menahan kondisi nyala seven segment sampai dengan waktu

yang dikehendaki. IC 74LS377 dikendalikan oleh IC decoder 3 ke 8 74LS138 yang berfungsi sebagai decoder alamat virtual, seperti halnya pada pengendalian lampu lalu lintas.

Penggerak kamera berguna untuk memutar kamera agar dapat mendeteksi setiap persimpangan. Secara ideal, kamera harus dapat menjangkau daerah seluas 360 derajat. Namun karena pada persimpangan yang bentuknya tegak lurus hanya memerlukan simpangan 270 derajat, maka penggerak kamera tidak perlu diputar satu putaran penuh. Motor yang digunakan untuk menggerakkan kamera adalah motor stepper. Motor stepper dikendalikan oleh program Matlab dengan menggunakan port parallel pada pin kontrol printer, bukan dari bus data D0 sampai dengan D7.

Kamera detektor diletakkan di tengah persimpangan agar dapat memantau semua area jalan secara bergiliran. Pada saat awal program dijalankan, motor stepper secara otomatis di arahkan menuju ke jalur pertama. Pada saat mencapai persimpangan pertama, dilakukan pengambilan gambar jalur

pertama. Selanjutnya kamera diputar ke arah jalur kedua dengan motor stepper. Pada saat sampai di jalur kedua, dilakukan pengambilan gambar. Posisi pengambilan gambar dipersimpangan diambil pada titik pengambilan yang menghasilkan gambar luasan jalan yang maksimal pada ketinggian dan sudut elevasi tertentu.

3.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak program utama bekerja untuk mengendalikan seluruh program. Adapun urutan program adalah melakukan inisialisasi lokasi webcam, proses pengambilan gambar tiap persimpangan, proses perhitungan nyala lampu hijau berdasarkan pengolahan gambar di persimpangan, dan implementasi penyalakan lampu dan down counter pada persimpangan. Data nyala lampu lalu lintas dikirim ke lampu LED pada maket dengan perantaraan port parallel pada pin data dari D0 sampai dengan D2 dan dikendalikan dengan menggunakan alamat virtual yang diperoleh dari pin data D4 sampai dengan D7 yang didekoden. Pada simulasi, pewarnaan lampu diprogram sesuai dengan jumlah waktu nyala lampu hijau yang dikehendaki.

Tampilan down counter sangat membantu pengendara untuk mengetahui lama sisa waktu nyala lampu pada saat itu. Tampilan down counter disusun dari dua buah seven segment yang dikemas dalam satu wadah. Downcounter digerakkan oleh dua IC converter biner ke seven segment 74LS48. Data pada IC tersebut diperoleh dari port parallel dengan menahan data pada IC 74LS377. Pada simulasi perangkat lunak, pencacah

mundur direalisasi dengan program penampil teks angka yang berubah setiap detik.

4. HASIL PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode perancangan sistem elektronis yang dikendalikan dengan perangkat lunak. Berikut ini adalah hasil implementasi pada perangkat keras dan perangkat lunak untuk menghasilkan prototipe sistem pengaturan lalu lintas secara otomatis.

4.1 Rancangan Sistem

Perangkat keras sistem dirancang dengan menggunakan beberapa buah rangkaian terintegrasi yang dikendalikan dari port parallel komputer. Sistem terdiri dari tiga bagian utama yaitu penampil lampu dan downcounter, pembaca status limit switch dan penggerak motor stepper. Kamera dihubungkan ke komputer dengan menggunakan port USB. PCB terdiri atas tiga bagian utama :

- a. Dekoder terdiri atas 2 buah IC 74LS138
- b. Penahan sinyal terdiri atas 12 buah IC74LS377
- c. Dekoder *seven segment* sebanyak 8 buah

Lampu lalu lintas dibuat dari 4 set lampu LED masing-masing berwarna merah, kuning dan hijau. Nyala LED dikendalikan oleh computer melalui port parallel dengan cara membuat D4 sampai dengan D7 berfungsi sebagai alamat virtual, sedangkan data adalah D0 sampai dengan D1. Adapun pengaturan nyala lampu disusun dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 1. Pengaturan nyala lampu lalu lintas

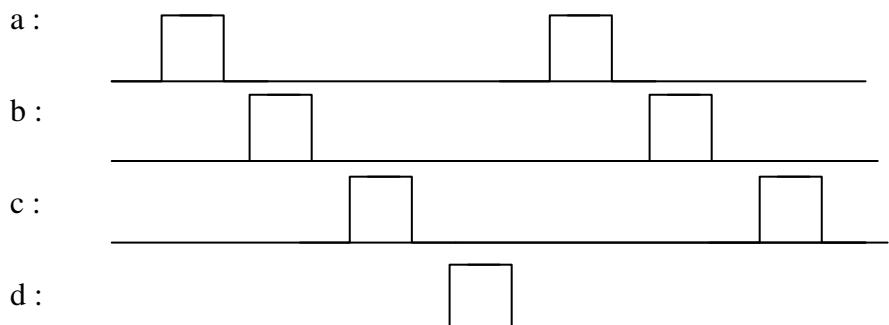
DATA	Jalur 1			Jalur 2			Jalur 3			Jalur 4		
	M	K	H	M	K	H	M	K	H	M	K	H
D0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
D1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
D2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
D3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
D5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
D6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tampilan downcounter dikendalikan dengan port parallel seperti hanya lampu lalulintas. Namun demikian terdapat perbedaan dalam alokasi alamat virtual, agar tidak terjadi benturan dengan lampu LED. Berikut ini hasil rancangan percobaan pada pengendali *seven segment* :

Tabel 2. Pengaturan alokasi alamat seven segment untuk down counter

DATA	Jalur 1		Jalur 2		Jalur 3		Jalur 4	
	Ss1	Ss2	Ss1	Ss2	Ss1	Ss2	Ss1	Ss2
D0	X	X	X	X	X	X	X	X
D1	X	X	X	X	X	X	X	X
D2	X	X	X	X	X	X	X	X
D3	X	X	X	X	X	X	X	X
D4	0	1	0	1	0	1	0	1
D5	0	0	1	1	0	0	1	1
D6	0	0	0	0	1	1	1	1
D7	1	1	1	1	1	1	1	1

Motor stepper untuk menggerakkan kamera diputar dengan cara memberikan pulsa secara berurutan pada tiap input yang bersesuaian. Bahan port parallel yang digunakan adalah port kontrol, bukan pin data. Adapun urutan pulsa yang diberikan agar motor bekerja adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Urutan pulsa untuk menggerakkan motor stepper

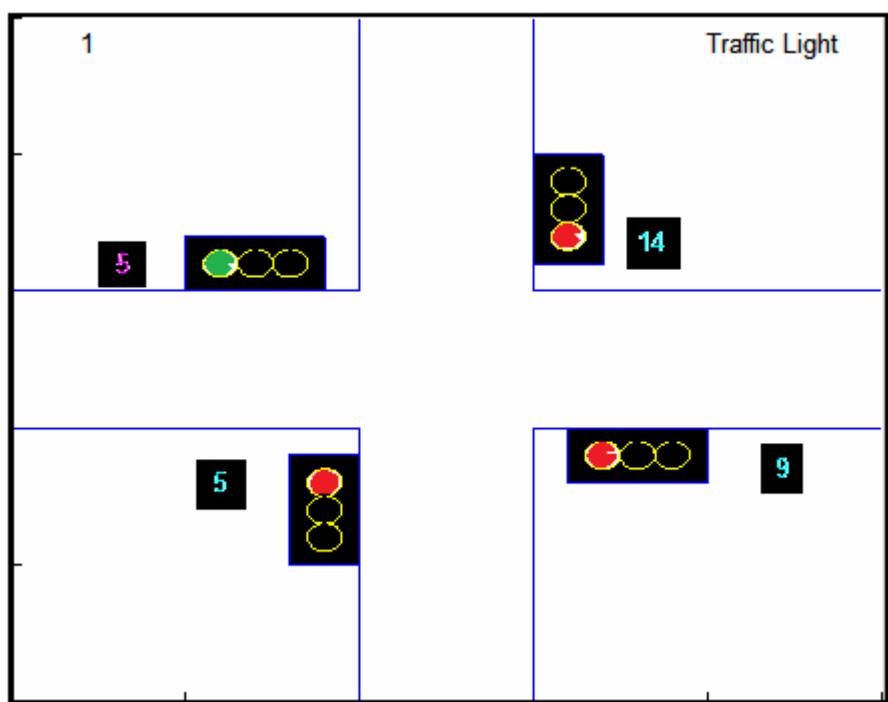
Total pulsa yang diberikan pada motor stepper berjumlah 48 pulsa, mengingat lebar satu step adalah 7,5 derajad.

4.2 Perangkat Lunak Matlab

Program utama digunakan untuk mengendalikan sistem. Pada saat program dimulai, maka hal pertama yang dilakukan adalah menggambar bentuk jalan dan posisi lampu serta penempatan down counter. Lampu lalu lintas digambar dari tiga buah lingkaran dengan warna sesuai lampu lalulintas, yaitu merah, kuning dan hijau secara berurutan dari atas ke bawah. Berikut ini adalah gambar lampu lalulintas yang dihasilkan dari pemrograman. Tampilan lampu-

lampu ini akan berubah bergantian sesuai dengan kondisi persimpangan yang diatur.

Tampilan downcounter diletakkan di samping lampu lalu lintas dan dapat diprogram untuk menampilkan angka dari 99 sampai dengan 0. Walaupun secara teoritis dapat diprogram untuk angka lebih dari 99, namun dalam perancangan diatas sampai dua digit saja terkait dengan jumlah seven segment yang disediakan pada prototipe. Berikut ini tampilan downcounter :



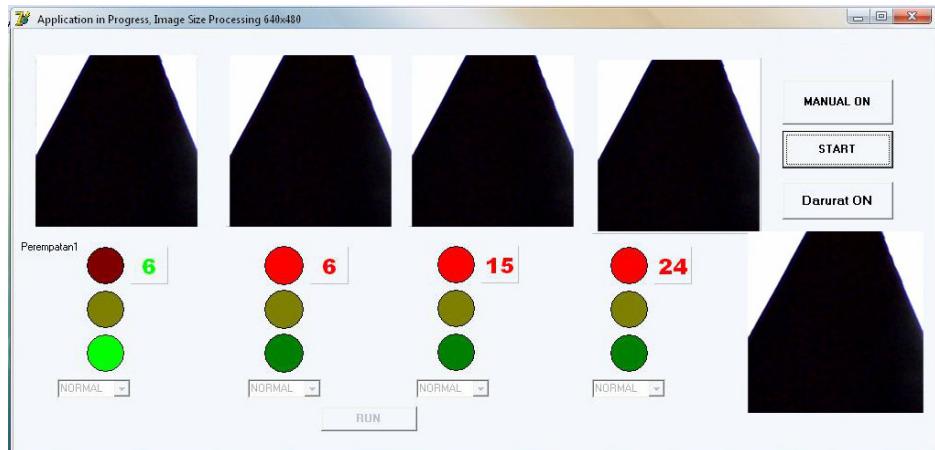
Gambar 4. Tampilan down counter

4.3 Perangkat Lunak Delphi

Perangkat lunak dengan menggunakan pemrograman Delphi dipakai untuk menghasilkan program yang dapat dieksekusi langsung, tanpa harus membuka Delphi. Mode yang digunakan dalam program ini terdiri atas :

- Program manual, yaitu pemberian nilai waktu nyala hijau diatur secara manual oleh operator

- Program darurat, artinya pemberian nilai nyala hijau secara default tanpa operator
- Program otomatis, yaitu pengambilan gambar langsung dari perlintasan jalan, kemudian dilakukan perhitungan nyala lampu hijau, kuning dan merah untuk masing-masing jalan.



Gambar 5. Tampilan program Delphi

Bagian atas adalah hasil pemotretan kondisi tiap persimpangan. Bagian tengah adalah status nyala lampu pada suatu saat. Masing-masing lampu tertera nilai sisa waktu untuk tiap lampu lalu lintas. Bagian kanan adalah kontrol mode, sedangkan bagian bawah adalah isian nilai waktu nyala lampu. Gambar kanan bawah adalah kondisi aktual pada kamera.

Kamera berputar dan memotret masing-masing perempatan dan ditampilkan pada bagian atas tampilan program. Hasil pemotretan diolah oleh perangkat lunak Delphi, selanjutnya diperoleh nilai waktu nyala lampu hijau untuk masing-masing jalan. Nilai waktu

nyala lampu merah merupakan penjumlahan dari nilai waktu lampu hijau dijalan yang lain.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini bahwa kamera dapat digunakan sebagai detektor kepadatan lalu lintas, dapat diolah secara digital, sehingga dapat dihasilkan data mengenai kondisi lalu lintas. Keterangan mengenai kondisi lalu lintas dapat digunakan sebagai acuan untuk mengatur lama waktu nyala lampu di persimpangan. Sehingga prototipe berupa perangkat keras dan perangkat lunak dapat direalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus Nalwan, 1997, "Pengolahan Gambar Secara Digital", Elex Media Komputindo.
- Atkinson, K., 1996. "Close range photogrammetry and machine vision". 12 chapters, 371 pages.
- Balza Achmad, Kartika Firdausy, 2005, "Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi", Ardi Publishing.
- Cohen, I. and Medioni, G., 1999. "Detection and tracking moving objects for video surveillance". IEEE Proc. Computer vision and pattern recognition.
- Coifman, B., Beymer, D., McLauchlan, P., and Malik, J., 1998. "A realtime computer vision system for vehicle tracking and traffic surveillance", Transportation Research: Part C 6(4), 271–288.
- Gorte, B. G. H., Nejadasl, F. K., and

- Hoogendoorn, S., 2005. “*Outline extraction of motorway from helicopter image sequence*”. CMRT, IAPRS Vienna.
- Harris, C. and Stephens, M., 1988. “*A combined corner and edge detector*”. Proc. 14th Alvey Vision Conf., Univ. Manchester, 147–151.
- Haussecker, H. and Fleet, D., 2001. “*Computing optical flow with physical models of brightness variation*”. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 23, 661–673.
- Hoogendoorn, S. P., van Zuylen, H. J., Schreuder, M., Gorte, B. G. H. and Vosselman, G., 2003, “*Microscopic traffic data collection by remote sensing*”. TRB, Washington D.C
- Ioannis Pitas, “*Digital Image Processing Algorithms*”, Prentice-Hall International, 1993
- Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, 2002, “*Digital Image Processing*”, Addison-Wesley Publishing.
- Rinaldi Munir, “*Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*”, Informatika Bandung, 2004
- www.mathworks.com