

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI MONITORING PENUMPANG DI DALAM ANGKUTAN MASSAL
DENGAN MENGGUNAKAN IMAGE PROCESSING SECARA REALTIME
DESIGN AND IMPLEMENTATION FOR MONITORING PASSENGERS IN PUBLIC
TRANSPORTATION USING IMAGE PROCESSING IN REAL TIME**

¹Laksono Adi Cahyo Fitro²Erwin Susanto,S.T.,M.T.,PhD.³Ratri Dwi Atmaja,S.T.,M.T.^{1,2,3}Fakultas Teknik Elektro – Telkom University

Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

¹laksboy_labsraw@yahoo.co.id²erwinelektro@telkomuniversity.ac.id³ratriidwiatmaja@telkomuniversity.ac.id**ABSTRAK**

Seiring berjalannya waktu, teknologi selalu berkembang dengan pesat. Salah satunya CCTV di bis. Oleh karena itu, dengan berkembangnya teknologi kamera juga dapat mengetahui kepadatan penumpang di dalam transportasi umum yang akan ditampilkan di LCD

Cara kerja dari aplikasi teknologi ini yaitu kamera ditempatkan di atas pintu bis yang berguna untuk merekam penumpang yang masuk dan keluar dari bis. Data video diolah di matlab menggunakan metode image processing yaitu background subtraction bertujuan untuk mengetahui pergerakan penumpang apakah penumpang keluar atau masuk bis serta jumlahnya. Background subtraction berguna untuk membandingkan per frame yang ada di video untuk menentukan objek. Lalu data dikirim ke arduino uno digabung dengan data dari GPS. Lalu data ditampilkan di LCD yang ada di bis berupa tulisan pergerakan penumpang apakah masuk atau keluar serta jumlah penumpang yang terekam kamera. Serta LCD akan menampilkan posisi dari bis tersebut.

Hasil koordinat dari Modul GPS U-Blox Neo-6 akurat baik dari koordinat bujur maupun lintang, ini dapat dibuktikan dengan menggunakan Google Maps. Dari 38 video yang dilakukan pengujian hasil Image Processing yang ditampilkan di LCD dengan kondisi yang berbeda-beda terdapat 6 video yang tampilan hasil di LCD tidak sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

Kata Kunci : webcam, arduino uno, matlab, GPS, background subtraction, centroid

Abstrack

Over time, technology is always evolving rapidly. One is CCTV on buses. Therefore, with the development of camera technology can also determine the density of passengers in public transport that will be displayed on the LCD

The workings of the application of this technology is that the camera is placed above the door of the bus which allows you to record incoming and outgoing passengers from the bus. Video data is processed in matlab using image processing method that is background subtraction which aims to determine passenger movements whether passenger in or out of the bus as well as the amount. Background Subtraction useful to compare frame to frame in the video to define the object. Then the data is sent to the arduino uno merged with the data from the GPS. Then the data is displayed on the LCD in the form of writing bus passenger movements whether incoming or outgoing as well as the number of passengers were recorded on camera. As well as the LCD will display the position of the bus.

Results coordinates of the GPS module U-Blox Neo-6 accurate both longitude and latitude coordinates, this can be proved by using Google Maps. Of the 38 video-tested Image Processing results are displayed on the LCD with different conditions there are 6 video to see the results in the LCD does not correspond to the real situation.

Keywords : webcam, arduino uno, matlab, GPS, background subtraction, centroid

1. Pendahuluan

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi kepada penumpang yang ada di halte tentang kondisi bis yang akan memasuki halte tersebut. Informasi ini merupakan hasil pengolahan data dari image processing yang berupa gambar kondisi di dalam bis yang selanjutnya dikirim ke komputer untuk diolah. Penelitian ini menggunakan modul GPS. Namun, saat ini belum adanya informasi tentang kondisi bis seperti jumlah penumpang di dalam bis. Sinyal GPS juga sebagai pengidentifikasi antar bis. Serta untuk pengelola transportasi dapat memonitoring keadaan bis sehingga pengelola dapat mengetahui kondisi kepadatan penumpang di dalam bis dengan cara mengetahui jumlah penumpang yang naik dan turun dari bis. Dengan mengetahui kondisi kepadatan penumpang pengelola dapat mengintruksikan armadanya apakah menarik armadanya ketika kondisinya sepi atau menambah armadanya ketika kondisinya ramai.

2. Dasar Teori**2.1 Background Subtraction**^[2]

Metode yang biasa digunakan untuk segmentasi moving region secara real time adalah background subtraction. Background subtraction merupakan pengurangan pixel antara gambar tanpa adanya objek yang bergerak (background) dengan gambar itu sendiri. Background image direpresentasikan sebagai frame tanpa adanya objek yang bergerak. Background image harus selalu diperbaharui sehingga dapat beradaptasi dengan perubahan kondisi seperti perubahan pencahayaan. Perubahan pencahayaan akan mempengaruhi proses pendeteksian objek. Pada background subtraction, gambar saat ini dibandingkan dengan gambar referensi untuk mendeteksi adanya perubahan pixel. Gambar referensi sebaiknya disesuaikan dengan kondisi pencahayaan dari suatu scene atau kejadian.

2.2 Centroid^[10]

Centroid adalah posisi pada matriks yang didapat dari nilai tengah atau titik berat dari suatu objek bwlabeled dalam suatu matriks. Artinya centroid dihitung dari setiap label yang di dapat. Misalnya dalam suatu matriks berukuran 4x8 yang telah dilakukan pelabelan di dapat hanya ada satu label, lalu hasil pelabelan tersebut di cari nilai tengahnya dan ditandai posisinya untuk kemudian diberi tanda dan dinyatakan sebagai centroid.

2.3 Arduino Uno^[3]

Arduino Uno adalah salah satu kit mikrokontroler yang berbasis pada ATmega28. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja. Arduino Uno ini memiliki 14 pin digital input/output, 6 analog input, sebuah resonator keramik 16MHz, koneksi USB, colokan power input, ICSP header, dan sebuah tombol reset.



Gambar 2.1 Arduino Uno

2.4 U-blox NEO-6 GPS Module

Modul berukuran 25x35mm untuk modul dan 25x25mm untuk antena berfungsi sebagai penerima GPS (Global Positioning System Receiver) yang dapat mendeteksi lokasi dengan menangkap dan memproses sinyal dari satelit navigasi. Baud rate diset secara default di 9600 bps. Sumber tenaga dapat menggunakan catu daya antara 3 Volt hingga 5 Volt.



Gambar 2.2 U-blox NEO-6 GPS Module

2.5 Webcam^[10]

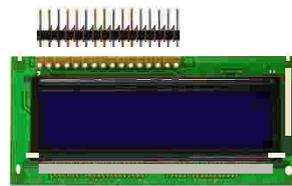
Webcam (singkatan dari web camera) adalah sebutan bagi kamera real-time yang gambarnya bisa diakses atau dilihat melalui World Wide Web, program instant messaging, atau aplikasi video call. Pada umumnya webcam dihubungkan ke komputer menggunakan port USB. Frame rate pada webcam mengindikasikan jumlah gambar yang dapat diambil dalam satu detik.



Gambar 2.3 Webcam Logitech HD Webcam C270

2.6 LCD (Liquid Crystal Display)^[4]

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD 16x2 artinya adalah LCD tersebut terdiri dari 16 kolom dan 2 baris karakter.



Gambar 2.4 LCD 16x2

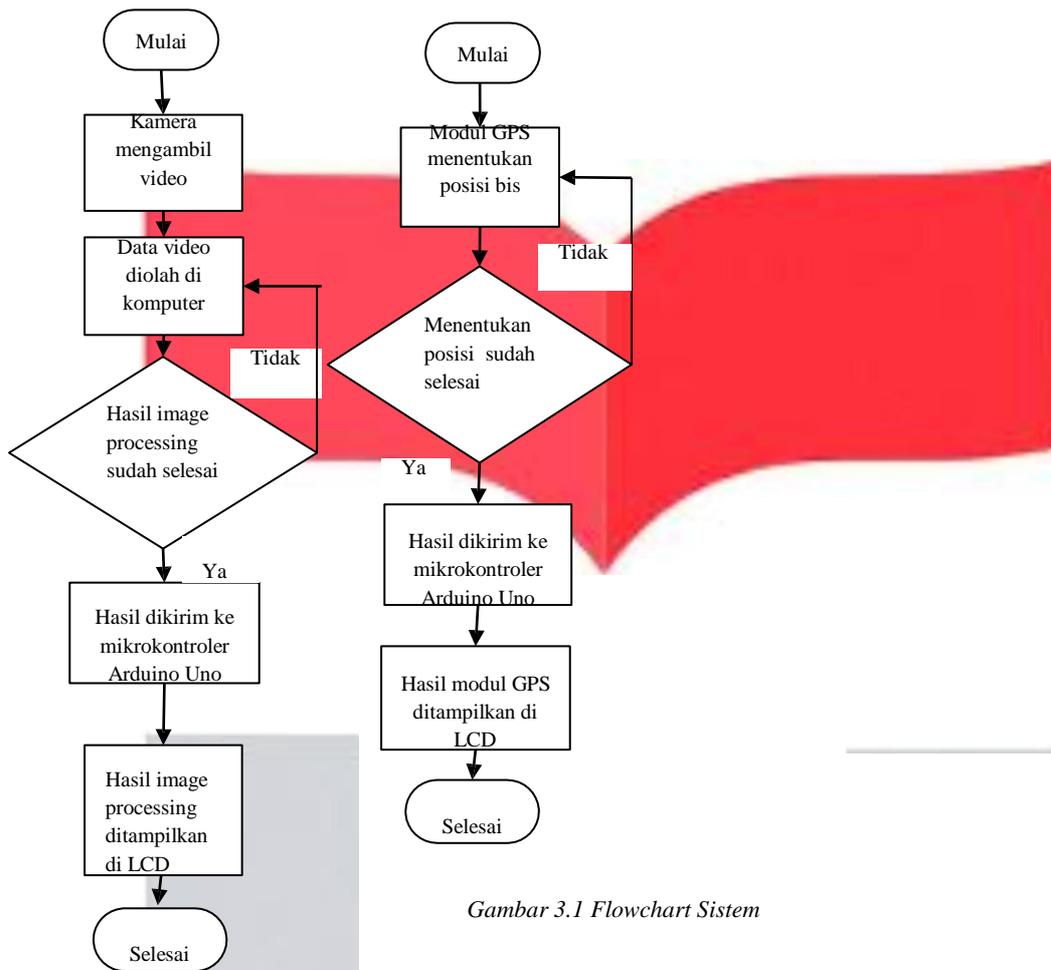
3. Pemodelan dan Perancangan Sistem

3.1 Perancangan Dan Sistem Kerja

Perancangan sistem ini tersusun dari beberapa perangkat yaitu kamera, komputer, modul GPS, mikrokontroler, dan LCD. Sistem kerja dari sistem ini yaitu data diambil dari video yang dihasilkan oleh kamera yang berada di dalam bis yang terletak di atas pintu bis. Kamera webcam ditempatkan di atas pintu bis dengan ketinggian ± 2 meter dari lantai bis atau tangga bis. Ketinggian 2 meter merupakan rata-rata ketinggian pintu bis di Indonesia. Kamera ini merekam video penumpang yang masuk dan keluar dari bis untuk mendeteksi keluar masuknya penumpang.

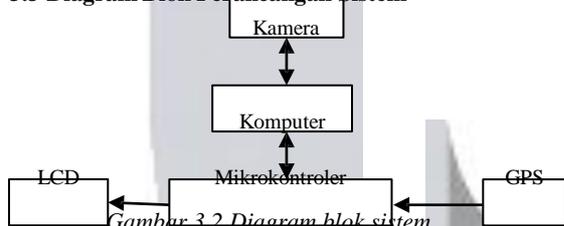
Setelah itu video diolah di komputer dengan matlab menggunakan metode image processing berupa background subtraction untuk menentukan pergerakan penumpang yang keluar dan masuk bis. Hasil dari proses image processing lalu dikirim ke arduino uno untuk ditampilkan ke LCD berupa tulisan "Penumpang Masuk" atau "Penumpang Keluar". Data dari modul GPS yang berupa data posisi bis akan dikirim ke arduino uno lalu ditampilkan ke LCD berupa koordinat lintang dan bujur.

3.2 Flowchart Sistem



Gambar 3.1 Flowchart Sistem

3.3 Diagram Blok Perancangan Sistem



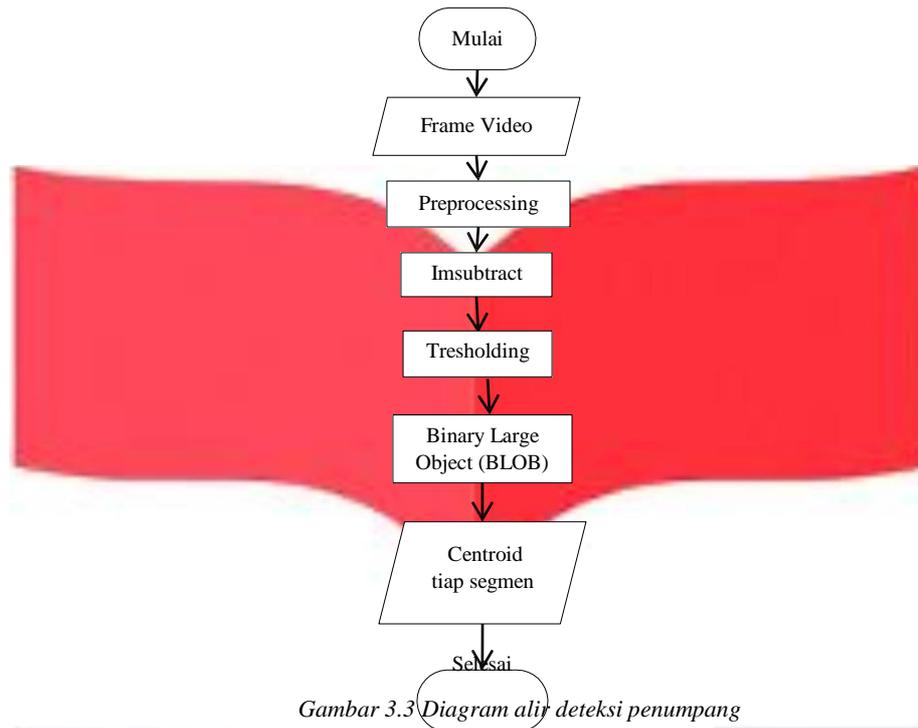
Gambar 3.2 Diagram blok sistem

Sistem ini merupakan sistem aplikasi yang dapat digunakan di dalam bis yang berguna untuk mengetahui posisi dari bis serta mengetahui kepadatan penumpang di bis dengan cara mentracking pergerakan keluar dan masuknya penumpang dengan menggunakan image processing. Pada sistem GPS, modul GPS yaitu U-blox NEO-6 akan tersambung dengan arduino uno. U-blox NEO-6 akan mendeteksi koordinat dari posisi U-blox NEO-6 dengan jaringan satelit. Hasil dari U-blox NEO-6 akan ditampilkan ke LCD yang juga terhubung dengan arduino uno. Dalam sistem ini pemrograman menggunakan software arduino dengan program dari mencari koordinat sampai menampilkan di LCD. Input dari program ini adalah data koordinat dari data satelit sedangkan outputnya adalah tampilan tulisan di LCD berupa koordinat lintang dan bujur.

Sedangkan untuk proses image processing sistem akan mentracking objek yaitu penumpang yang keluar dan masuk ke bis. Kamera webcam ditempatkan di atas pintu bis untuk merekam keluar dan masuk penumpang ke dalam bis. Kamera webcam terhubung dengan komputer atau laptop yang memiliki software program matlab. Pada program matlab, inputan program adalah video dari pergerakan penumpang. Program akan memisahkan video ke beberapa frame sesuai dengan nilai frame per second (fps). Frame-frame dari video diubah dari bentuk RGB ke bentuk grayscale. Setelah itu dilakukan metode background subtraction dengan mengurangi beberapa frame dengan frame background. Hasilnya akan diubah ke bentuk biner dengan nilai threshold tertentu. Lalu dicari centroid dari frame-frame tersebut. Frame-frame tersebut digabung kembali akan menjadi sebuah video pergerakan penumpang yang berwarna hitam pada background serta putih yang merupakan objek yang terdeteksi yang telah diberi label dan koordinat centroid dari pergerakan objek tersebut.

3.4 Mendeteksi Penumpang

Berikut adalah diagram alir dari proses mendeteksi penumpang.



Gambar 3.3 Diagram alir deteksi penumpang

4. Analisis dan Keluaran Sistem

4.1 Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan dengan cara menyambungkan pin di LCD dengan pin di arduino uno. Lalu kemudian dibuat program sederhana di *software* arduino untuk menampilkan kalimat “LAKSONO ADI C F 1105101060”.

Hasil yang ditampilkan pada LCD sesuai dengan hasil dari program untuk menguji tampilan LCD, sehingga LCD Keypad Shield yang terhubung dengan Arduino Uno berfungsi dengan baik yaitu menampilkan kata “LAKSONO ADI C F 1105101060”.



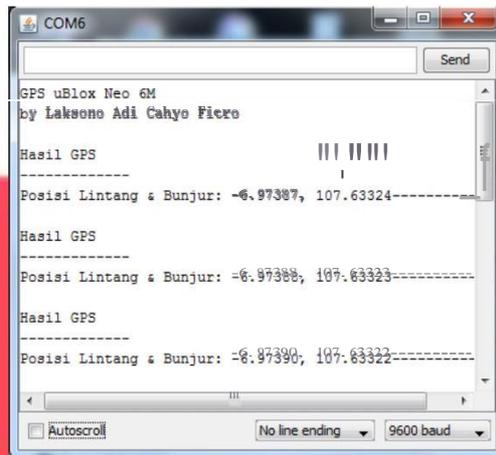
Gambar 4.1 Hasil pengujian LCD

Berdasarkan hasil pengujian seperti tampak pada gambar, LCD dapat berfungsi dengan baik. Namun terkadang LCD tidak dapat berfungsi dengan maksimal, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya arus dari tegangan yang mencatu LCD tidak stabil atau jumper penghubung antara LCD Keypad Shield dengan Arduino Uno yang bermasalah.

4.2 Pengujian Modul GPS U-blox NEO-6

Pengujian ini dilakukan dengan cara membuat program untuk mengetahui koordinat dari modul GPS menggunakan *software* arduino dari suatu tempat. Setelah itu sambungkan pin di modul GPS U-blox NEO-6 dengan pin di arduino uno serta sambungkan LCD dengan arduino uno. Lalu jalankan program untuk mengetahui koordinat.

Hasil koordinat yang ditampilkan di lcd serta di komputer menampilkan tulisan “Lintang: Bujur: ”sesuai dengan kenyataannya. Ini dapat dibuktikan dengan cara menuliskan koordinat yang dihasilkan ke dalam google maps. Sebagai catatan ketika koordinat lintang menghasilkan positif itu berarti koordinat berada di Lintang Utara (LU) sedangkan menghasilkan negatif itu berarti koordinat berada di Lintang Selatan (LS). Itu juga berlaku dengan koordinat bujur. Ketika koordinat bujur menghasilkan positif itu berarti koordinat berada di Bujur Timur (BT) sedangkan menghasilkan negatif itu berarti koordinat berada di Bujur Barat (BB).



Gambar 4.2 Hasil pengujian modul GPS di serial arduino



Gambar 4.3 Hasil pengujian modul GPS di LCD

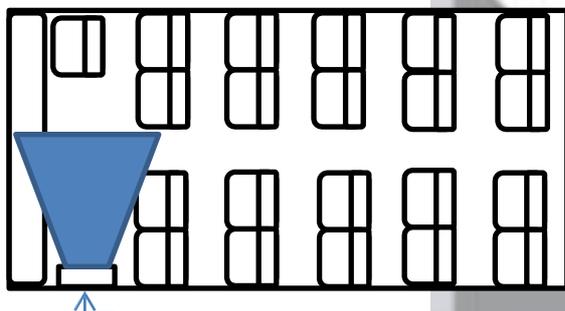
Tabel 4.1 Hasil pengujian modul GPS

Tempat	Lintang	Bujur
Kosan	-6.97399	107.63327
Gedung N	-6.97689	107.62968
Mesjid Agung Bandung	-6.92171	107.60690
TSM	-6.92534	107.63598

Berdasarkan hasil pengujian modul GPS U-blox Neo 6 berkerja dengan baik. Namun terdapat delay atau harus menunggu antara ketika menjalankan program hingga menampilkan hasil koordinat di LCD. Ini dikarenakan untuk mencari sinyal dari satelit serta akibat dari wiring jumper antar pin modul GPS dengan arduino uno yang kurang baik.

4.3 Pengujian Keluar Masuk Penumpang dengan Berbagai Kondisi di Matlab

Pengujian ini dilakukan dengan cara menjalankan program yang penulis rancang di matlab dengan input video penumpang yang keluar dan masuk bis dengan posisi kamera berada tepat di atas pintu bis. Kamera ditempatkan di atas pintu bis dengan ketinggian ± 2 meter dari lantai bis atau tangga bis. Output yang keluar adalah pergerakan penumpang dideteksi dengan blob detection. Uji coba dilakukan dengan menggunakan nilai threshold yang berbeda-beda dengan tujuan untuk mengetahui nilai threshold yang hasilnya mendekati dengan kondisi kenyataanya.



Gambar 4.4 Posisi penempatan kamera di atas pintu bis

Hasil dari program matlab dari metode Background Subtraction berupa pergerakan dari penumpang yang telah diberi kotak merah yang diberikan kordinat titik tengah atau centroid. Dalam pengujian ini penulis mencoba menggunakan nilai threshold yang berbeda-beda untuk mengetahui nilai error terkecil dari nilai threshold tersebut. Selain itu untuk mengetahui nilai centroid awal dan akhir dari pergerakan objek yang terdeteksi di dalam video yang bertujuan untuk men-tracking pergerakan objek yang terdeteksi. Nilai centroid yang diambil adalah nilai centroid yang berkoordinat y karena objek yang akan dideteksi bergerak dari atas ke bawah atau dari bawah ke atas. Untuk menentukan nilai error menggunakan persamaan berikut :

Σ Σ

Berikut hasil dari pengujian ini:

Tabel 4.2 Hasil threshold 0,28 dengan nilai fps 25

File Video	Kondisi	Nilai Centroid Awal	Nilai Centroid Akhir	Error
Bis_5	Keluar	Y=32	Y=372	0%
Bis_15	Keluar	Y=70	Y=370	0%
Bis_13	Keluar	Y=53	Y=356	0%
Bis1	Keluar	Y=79	Y=426	4,08%
Bis4	Keluar	Y=99	Y=410	1,28%
Bis8	Keluar	Y=86	Y=435	2,42%
Bis9	Masuk	Y=410	Y=59	2,23%

Tabel 4.3 Hasil threshold 0,25 dengan nilai fps 25

File Video	Kondisi	Nilai Centroid Awal	Nilai Centroid Akhir	Error
Bis_7	Keluar	Y : 163	Y : 374	6,66%
Bis_15	Keluar	Y : 54	Y : 370	0%
Bis_16	Masuk	Y : 335	Y : 72	2,22%
Bis_13	Keluar	Y : 54	Y : 353	0,9%
Bis_14	Masuk	Y : 364	Y : 106	5,88%
Bis1	Keluar	Y : 316	Y : 437	10,2%
Bis8	Keluar	Y : 86	Y : 432	0,6%

Tabel 4.4 Hasil threshold 0,28 dengan nilai fps 15

File Video	Kondisi	Nilai Centroid Awal	Nilai Centroid Akhir	Error
Bis_5	Keluar	Y : 39	Y : 372	0%
Bis_13	Keluar	Y : 53	Y : 356	0%
Bis_15	Keluar	Y : 70	Y : 359	0%
Bis1	Keluar	Y : 79	Y : 426	4,05%
Bis4	Keluar	Y : 84	Y : 422	1,69%
Bis8	Keluar	Y : 86	Y : 435	2%
Bis9	Masuk	Y : 409	Y : 59	2,77%

Tabel 4.5 Hasil threshold 0,25 dengan nilai fps 15

File Video	Kondisi	Nilai Centroid Awal	Nilai Centroid Akhir	Error
Bis_7	Keluar	Y : 165	Y : 374	7,24%
Bis_13	Keluar	Y : 50	Y : 353	0%
Bis_15	Keluar	Y : 57	Y : 379	0%
Bis1	Keluar	Y : 314	Y : 437	9,33%
Bis6	Masuk	Y : 423	Y : 48	6,97%
Bis8	Keluar	Y : 86	Y : 434	1,14%
Bis9	Masuk	Y : 417	Y : 58	7,05%

Dari hasil pengujian diatas rata-rata tingkat error dari nilai threshold dan frame per second yang diuji dalam kondisi objek keluar atau masuk adalah seperti berikut :

- Pada nilai threshold 0,28 dan nilai frame per second 25 nilai rata-rata tingkat error pada kondisi objek masuk yaitu 11,11% sedangkan pada kondisi objek keluar yaitu 4,34%.
- Pada nilai threshold 0,25 dan nilai frame per second 25 nilai rata-rata tingkat error pada kondisi objek masuk yaitu 16,19% sedangkan pada kondisi objek keluar yaitu 8,72%.

- Pada nilai threshold 0,28 dan nilai frame per second 15 nilai rata-rata tingkat error pada kondisi objek masuk yaitu 10,67% sedangkan pada kondisi objek keluar yaitu 2,69%.
- Pada nilai threshold 0,25 dan nilai frame per second 15 nilai rata-rata tingkat error pada kondisi objek masuk yaitu 16,15% sedangkan pada kondisi objek keluar yaitu 9,11%.

Pengujian ini tergantung dari intensitas cahaya yang masuk ke kamera. Bila intensitas cahaya yang masuk ke kamera atau ada benda yang dapat memantulkan intensitas cahaya tinggi akan mempengaruhi hasil dari program. Dalam pengujian ini terjadi perbedaan intensitas cahaya dari sisi kiri frame dengan intensitas cahaya dari sisi kanan frame. Pada sisi kiri frame cahaya yang masuk lebih besar dari cahaya dari sisi kanan frame. Ini mengakibatkan sisi sebelah kanan dari objek yang ingin dideteksi lebih gelap dari sisi sebelah kiri. Sehingga hasil dari image processing tidak membentuk deteksi objek yang sempurna.

4.4 Pengujian Hasil Image Processing yang Ditampilkan di LCD

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan arduino uno yang terhubung dengan LCD ke komputer. Lalu jalankan program image processing di matlab sehingga menghasilkan hasil dari program tersebut. Hasil di LCD akan menampilkan tulisan "Penumpang Masuk" pada line 1 sedangkan pada line 2 "Penumpang : 'jumlah penumpang yang terdeteksi'" atau "Penumpang Keluar" pada line 1 sedangkan pada line 2 "Penumpang : 'jumlah penumpang yang terdeteksi'".



Gambar 4.9 Contoh hasil pengujian image processing yang ditampilkan LCD

Hasil pengujian merupakan hasil dari proses pemrograman dari Image Processing yang menggunakan metode Background Subtraction yang dikirim ke arduino uno untuk ditampilkan ke LCD. Tulisan yang ditampilkan di LCD berupa tulisan "Penumpang Masuk" pada line 1 sedangkan pada line 2 "Penumpang : 'jumlah penumpang yang terdeteksi'" atau "Penumpang Keluar" pada line 1 sedangkan pada line 2 "Penumpang : 'jumlah penumpang yang terdeteksi'". Berikut merupakan hasil dari video yang diolah oleh program di matlab dan dikirim ke arduino uno untuk ditampilkan ke LCD dengan nilai Frame Per Second sebesar 10 FPS.

Tabel 4.6 Hasil pengujian image processing pada LCD

Nama Video	Nilai Threshold	Tampilan LCD line 1	Tampilan LCD line 2	Kondisi sebenarnya	Jumlah penumpang yang melewati
Bis5	0,28	Penumpang Keluar	Penumpang : 1	Keluar	1 Penumpang
Bis1	0,28	Penumpang Keluar	Penumpang : 1	Keluar	1 Penumpang
Bis_15	0,28	Penumpang Keluar	Penumpang : 1	Keluar	1 Penumpang
Bis9	0,28	Penumpang Masuk	Penumpang : 1	Masuk	1 Penumpang
Bis11	0,28	Penumpang Masuk	Penumpang : 1	Masuk	1 Penumpang
Bis_13_15	0,28	Penumpang Keluar	Penumpang : 2	Keluar	2 Penumpang
Bis5_5	0,28	Penumpang Keluar	Penumpang : 2	Keluar	2 Penumpang
Bis8_5_10	0,28	Penumpang Keluar	Penumpang : 3	Keluar	3 Penumpang
Bis_5_13_7	0,28	Penumpang Keluar	Penumpang : 3	Keluar	3 Penumpang
Bis9_9_9	0,28	Penumpang Masuk	Penumpang : 3	Masuk	3 Penumpang
Bis4_8_5_10	0,28	Penumpang Keluar	Penumpang : 4	Keluar	4 Penumpang
Bis_5_13_7_15	0,28	Penumpang Keluar	Penumpang : 4	Keluar	4 Penumpang
Bis_6_14_8_16	0,28	Penumpang Masuk	Penumpang : 4	Masuk	4 Penumpang
Bis9_9_9_9	0,28	Penumpang Masuk	Penumpang : 4	Masuk	4 Penumpang

Dari 38 video yang dilakukan pengujian dengan kondisi penumpang keluar atau masuk bis serta dengan nilai Frame Per Second sebesar 10 FPS terdapat 6 video yang tampilan hasil di LCD tidak sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Pengujian ini tergantung dari hasil Image Processing yang telah dilakukan. Apabila hasil Image Processing Background Subtraction hasilnya tidak bagus atau tingkat errornya besar maka tampilan yang ditampilkan di LCD tidak sesuai dengan kenyataannya atau tidak muncul tulisan di LCD. Perbedaan hasil yang ditampilkan di LCD dengan yang sebenarnya terjadi akibat video yang diproses memiliki intensitas cahaya yang tinggi. Sehingga ada beberapa objek yang melintas disalah satu sisi objek lebih gelap daripada sisi sebelahnya, serta apabila ada benda atau objek yang dapat memantulkan cahaya dapat mempengaruhi hasil image processing.

3 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan oleh sistem yang telah dibuat, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Modul GPS U-blox NEO-6 berfungsi dengan baik dengan menampilkan koordinat lintang dan bujur dengan tepat. Koordinat ini dapat diuji kebenarannya dengan menggunakan Google Maps. Namun, ada jeda dari ketika modul GPS U-blox NEO-6 menyala sampai muncul hasil koordinat karena modul GPS harus mencari signal GPS agar dapat menampilkan koordinat tempat.
2. Pada sistem image processing, hasil dari image processing sangat tergantung dengan intensitas cahaya yang masuk ke kamera. Ini menyebabkan terjadi kesalahan dalam proses image processing karena dapat membuat sistem mengidentifikasi objek yang lain apalagi jika ada objek yang terekam yang dapat memantulkan cahaya.
3. Tingkat error dari proses image processing dengan nilai threshold 0,28 dan nilai frame per second 25 yaitu 7,725%.
4. Tingkat error dari proses image processing dengan nilai threshold 0,25 dan nilai frame per second 25 yaitu 12,455%.

5. Tingkat error dari proses image processing dengan nilai threshold 0,28 dan nilai frame per second 15 yaitu 6,68%.
6. Tingkat error dari proses image processing dengan nilai threshold 0,25 dan nilai frame per second 15 yaitu 12,63%.
7. Dari 38 video yang dilakukan pengujian hasil Image Processing yang ditampilkan di LCD dengan kondisi yang berbeda-beda serta dengan nilai Frame Per Second sebesar 10 FPS terdapat 6 video yang tampilan hasil di LCD tidak sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Ini terjadi akibat dari hasil Image Processing Background Subtraction yang hasilnya tidak bagus atau tingkat errornya tinggi yang diakibatkan intensitas cahaya matahari yang tinggi.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dari sistem ini serta dapat memperbaiki beberapa kekurangan pada sistem ini :

1. Kamera yang digunakan untuk menangkap citra menggunakan resolusi yang lebih baik agar hasil tangkap citra menjadi lebih jelas dan baik.
2. PC dapat diganti dengan menggunakan mini PC, contohnya raspberry. Agar komponen yang digunakan untuk sistem lebih sederhana dan hemat.
3. Proses Image Processing dengan menggunakan metode Background Subtraction, gambar yang diambil harus berada di tempat yang intensitas cahaya yang tidak tinggi dan tetap serta tidak ada objek yang terambil oleh kamera yang dapat memantulkan cahaya.
4. Modul GPS yang digunakan mempunyai waktu proses kerja yang tidak terlalu lama dari ketika modul GPS menyala sampai hasil koordinatnya muncul.
5. Penelitian lebih lanjut dapat menggunakan metode lain dalam mendeteksi keluar masuk objek di ruang terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://achmadrizal.staff.telkomuniversity.ac.id/2014/06/19/pengolahan-citra>
- [2] <https://gofat.wordpress.com/2012/06>
- [3] <http://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>
- [4] <http://www.arduino.web.id/2012/03/belajar-arduino-dan-lcd.html>
- [5] Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung : Penerbit Informatika
- [6] Puspika, Anggun Gita. 2012. *Aplikasi Penghitungan Jumlah Orang Berbasis Webcam Dengan Analisa Multi Centroid*. Bandung : IT Telkom
- [7] Sulistiawan, Gumilar. 2010. *Analisa Centroid Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Alat Pemantau Ruangan Secara Real Time Berbasis Webcam Dengan Metode Frame Different*. Bandung : IT Telkom
- [8] Utama, Prasaja Wibawa. 2015. *Simulasi dan Analisa Multiple Object Tracking Berbasis Pengolahan Citra Digital dan Particle Swarm Optimiztion*. Bandung : IT Telkom
- [9] Wijaya, Marvin Ch & Agus Prijono. 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab Image Processing Toolbox*. Bandung : Penerbit Informatika
- [10] Yovani, Sheila. 2010. *Peningkatan Keandalan Pada Aplikasi Pencatatan Jumlah Pengunjung Suatu Ruangan Berbasis Webcam Dengan Analisa Ciri Fisis Objek (Offline)*. Bandung : IT Telko

