

Sistem Monitoring Cairan Infus Terpusat Menggunakan Pengolahan Citra Digital

Ringga Aulia Primahayu¹, Fitri Utamingrum², Dahnia Syauqy³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹ringga.aulia1@gmail.com, ²f3_ningrum@ub.ac.id, ³dahnial87@ub.ac.id

Abstrak

Ketidakeimbangan antara pasien dengan tenaga medis, khususnya perawat yang bertugas 24 jam memantau kondisi pasien rawat inap mengakibatkan terjadinya kelalaian. Contohnya dalam hal memantau kondisi cairan infus. Berdasarkan contoh kasus tersebut maka dibutuhkan sistem yang mampu mengurangi tingkat kelalaian dan membantu kinerja dari tenaga medis untuk meningkatkan pelayanan rumah sakit. Maka untuk mengatasi hal tersebut, dirancang sebuah sistem untuk memantau cairan infus secara terpusat menggunakan pengolahan citra digital. Beberapa metode pengolahan citra digital yang digunakan yaitu *thresholding* untuk memisahkan citra objek dengan background, morfologi untuk memperbaiki hasil citra *thresholding* dengan menggunakan operasi dilasi dan erosi, moment invariant untuk mendeskripsikan ciri bentuk dan kondisi cairan infus dilihat dari jumlah area dan posisinya. Dengan menggunakan Raspberry Pi sebagai *processing unit* dan pengiriman informasi kondisi cairan infus dikontrol secara terpusat pada jaringan lokal menggunakan *socket TCP/IP* sebagai media komunikasi ke *server*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kondisi cairan infus menggunakan beberapa metode pengolahan citra digital dan mengirimkan hasil deteksi ke *server*.

Kata Kunci: cairan infus, pengolahan citra digital, *Raspberry Pi*

Abstract

Imbalances between patient and medical personnel, especially nurses on duty 24 hours monitoring the condition of inpatients result in negligence. For example in terms of monitoring the condition of intravenous fluids. Based on these case examples, a system that is able to reduce the level of negligence and help the performance of medical personnel to improve hospital services. So to overcome this, a system designed to monitor intravenous fluids centrally using digital image processing. Some digital image processing methods used are thresholding to separate object image with the background, morphology to improve threshold image results by using dilation and erosion operation, moment invariant to describe characteristic shape and infusion fluid condition seen from a number of area and position. By using Raspberry Pi as a processing unit and sending information the infusion fluid condition is controlled centrally on the local network using TCP / IP socket as the communication medium to the server. The results of this study indicate that the system can detect infusion fluid conditions using several methods of processing digital images and send detection results to the server.

Keywords: intravenous fluids, digital image processing, webcam, *Raspberry Pi*

1. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan ilmu kedokteran dan teknologi semakin canggih. Kondisi tersebut harus diimbangi dengan meningkatnya pelayanan yang diberikan tenaga medis kepada pasien. Namun saat ini kualitas pelayanan yang diberikan oleh tenaga medis masih sangat rendah. Contoh rendahnya kualitas pelayanan

kesehatan di Indonesia salah satunya terjadi di RSUD Depati Hamzah Pangkalpinang Bangka Belitung. Akibat kelalaian perawat, bayi berusia 4 hari tewas akibat kekurangan oksigen dan cairan infus yang kering akibat terlambat diganti selama 1 jam (Fathurrakhman, 2009). Salah satu tindakan medis yang penting adalah pemberian cairan infus. Pemberian cairan infus adalah suatu tindakan memasukkan cairan dalam jumlah yang banyak dan dalam waktu yang lama ke dalam

pembuluh vena menggunakan perangkat infus secara tetesan (Kusmiyati, Y., 2008).

Di beberapa rumah sakit, pemantauan dan penggantian cairan infus masih dilakukan secara manual. Masih banyak juga pelayanan kesehatan yang belum berorientasi pada kepentingan dan kepuasan pasien. Sedangkan tenaga medis bertugas 24 jam memantau kondisi pasien rawat inap satu per satu. Salah satu contohnya adalah pelayanan kesehatan di RSUD Sukabumi, diukur secara Standart Pelayanan Minimum (SPM), kinerja petugas medis masih diangka 70% (Utama, 2013). Sedangkan tenaga medis bertugas 24 jam memantau kondisi pasien rawat inap satu per satu. Dalam pemantauan cairan infus juga memerlukan keakuratan. Hal ini dilakukan untuk mengurangi terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Dalam memantau cairan infus pasien, tenaga medis harus memeriksa kondisi infus setiap waktu yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga harus berkali-kali memeriksa. Apabila terjadi masalah pada infus seperti cairan infus habis atau selang infus macet, tenaga medis tidak mengetahuinya sebelum ada pemberitahuan atau laporan dari kerabat yang menjaga pasien. Sistem infus otomatis sudah digunakan di beberapa rumah sakit tapi hanya digunakan pada ruangan khusus atau memerlukan biaya yang sangat mahal. Oleh sebab itu, bidang kesehatan harus dibenahi supaya dapat memberikan pelayanan kesehatan yang cepat, murah dan ramah untuk masyarakat.

Pada penelitian ini akan membahas dan merancang tentang sistem *monitoring* cairan infus secara terpusat menggunakan pengolahan citra digital. Pada dasarnya sistem *monitoring* cairan infus dapat dirancang menggunakan berbagai metode dan komponen elektronika serta dapat terus berkembang sesuai tujuan penelitian. Berdasarkan kajian dari beberapa penelitian, penulis mengusulkan pengembangan sistem *monitoring* cairan infus terpusat. Sistem ini dirancang dengan menggunakan Raspberry Pi sebagai piranti pemrosesan sistem dan webcam yang dipasang pada *stand* infus untuk pengambilan citra cairan infus, lalu citra akan diolah dan dikirim ke *database* yang selanjutnya akan ditampilkan pada monitor yang berada pada ruang tenaga medis sehingga informasi tentang kondisi infus dari tiap pasien akan diterima secara efektif dan efisien.

2. DASAR TEORI

2.1 Infus

Infus adalah pemberian cairan ke dalam tubuh pasien melalui sebuah jarum ke dalam pembuluh vena untuk mengurangi dehidrasi akibat kehilangan cairan atau zat-zat makanan dari tubuh. Prinsip kerja cairan infus yaitu mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah sehingga cairan akan selalu jatuh ke bawah. Pada sistem infus kecepatan aliran infus diatur melalui klem selang infus, jika klem diatur untuk mempersempit jalur aliran pada selang maka kecepatan cairan akan menjadi lambat ditandai dengan jumlah keluarnya tetesan infus/menit yang sedikit dan sebaliknya bila klem diatur untuk memperlebar jalur aliran pada selang infus maka kecepatan cairan infus akan menjadi cepat ditandai dengan banyaknya jumlah tetesan infus/menit (Muslim, Setiawan, Setiyono, 2012).

2.2 Citra Digital

Citra digital adalah representatif citra yang ditangkap oleh mesin dengan bentuk pendekatan berdasarkan *sampling* dan kuantisasi. *Sampling* menyatakan besar kotak - kotak yang tersusun dalam bentuk baris dan kolom. *Sampling* menyatakan ukuran *pixel* (titik) pada citra dan kuantisasi menyatakan tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam nilai tingkat keabuan sesuai dengan jumlah bit biner yang digunakan oleh mesin atau dengan kata lain kuantisasi pada citra menyatakan jumlah warna yang ada pada citra (Basuki, A., 2005). Pada penelitian ini, teknik pengolahan citra digital digunakan untuk mengolah hasil citra objek yaitu cairan infus. Dengan melakukan tahapan - tahapan pengolahan citra, sistem mampu mendeteksi cairan infus dan mengidentifikasi kondisi cairan infus.

2.3 Pengambangan (*Thresholding*)

Metode *thresholding* (pengambangan) merupakan suatu metode yang sering digunakan dalam pengolahan citra digital untuk memisahkan antara obyek dan *background* (Fauzi, Tjandrasa, 2010). Terdapat dua jenis pengambangan (*Thresholding*), yaitu (Putra, 2010):

1. Pengambangan global (*global thresholding*).

Pada pengambangan global, seluruh *pixel* dikonversikan menjadi hitam atau putih dengan satu nilai ambang *T*. Pada pengambangan global

akan banyak informasi yang hilang karena hanya menggunakan satu nilai T untuk keseluruhan $pixel$.

2. Pengembangan local (*local thresholding*)

Pada pengembangan lokal, suatu citra dibagi menjadi blok-blok kecil dan kemudian dilakukan pengembangan lokal pada setiap blok dengan nilai T yang ditentukan.

2.4 Morfologi

Morfologi adalah sebuah citra digital yang mengandung rangkaian *pixel-pixel* yang membentuk kumpulan data dua dimensi. Persamaan matematika tertentu pada rangkaian *pixel* dapat digunakan untuk meningkatkan aspek dari bentuk dan struktur sehingga dapat lebih mudah dikenali (Setiawan, Suryani, Wiharto, 2014).

Operasi morfologi menggunakan dua *input* himpunan yaitu citra biner dan suatu kernel. Dalam morfologi, istilah kernel disebut dengan SE atau *structuring elements* (elemen pembentuk struktur). SE merupakan suatu matrix dan umumnya berukuran kecil (Fahmi, Kurniawan, Muttaqin, 2015).

Pada morfologi citra terdapat dua operasi dasar, yaitu:

1. Erosi

Erosi merupakan proses mengecilkan atau menipiskan obyek citra biner dengan melakukan perpaduan citra asli dengan struktur elemen. Operasi erosi digunakan untuk menghilangkan *pixel* atau memperkecil ukuran suatu objek citra.

2. Dilasi

Dilasi merupakan kebalikan dari erosi. Dilasi adalah proses menebalkan suatu objek dengan cara menggabungkan titik *pixel* latar menjadi bagian suatu objek sesuai dengan struktur elemen yang digunakan. Operasi dilasi digunakan untuk menambal bagian kecil citra yang tidak terhubung agar citra tampak lebih jelas.

2.5 Moment Invariant

Moment invariant adalah salah satu metode deskripsi bentuk berdasarkan kontur yang populer diperkenalkan oleh Hu tahun 1962. Deskripsi bentuk terdiri dari dua jenis yaitu berdasarkan kontur dan keseluruhan (Mercimek, Gulez, Mumcu, 2005). Apabila nilai intensitas citra adalah $f(i,j)$ nilai i sebagai baris dan j sebagai kolom maka *moment invariant* yang mentransformasikan fungsi citra $f(i,j)$ pada sistem diskrit dinyatakan dengan persamaan di bawah ini:

$$M_{pq} = \sum_{i=0}^{H-1} \sum_{j=0}^{W-1} i^p j^q f(i,j) \quad (2.1)$$

M_{10} adalah pusat arah horisontal, M_{01} adalah pusat arah vertikal, dan M_{11} adalah pusat arah diagonal. Nilai masing - masing didapatkan dengan persamaan:

$$i = \frac{M_{10}}{M_{00}} \quad j = \frac{M_{01}}{M_{00}} \quad (2.2)$$

M_{00} adalah jumlah total piksel yang membentuk obyek, sedangkan M_{10} dan M_{11} adalah pusat massa obyek. Momen pusat yang terbentuk sensitif terhadap transformasi rotasi dan penskalaan.

2.6 OpenCV Library

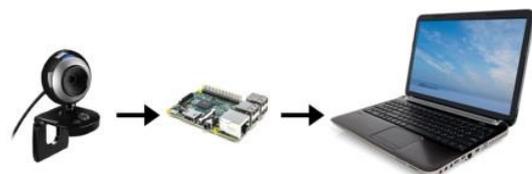
OpenCV (Open Computer Vision) yaitu *library open source* yang digunakan untuk melakukan *image processing*. Tujuan dari penggunaan *OpenCV* adalah agar komputer mempunyai kemampuan yang mirip dengan cara pengolahan visual pada manusia. *Library* ini dibuat untuk bahasa C/C++ sebagai optimasi *realtime* aplikasi, mempunyai API (*Application Programming Interface*) untuk *high level* maupun *low level*, terdapat fungsi-fungsi yang siap pakai untuk *loading, saving, akuisisi gambar dan video* (Arihutomo, 2010).

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Perancangan Sistem

3.1.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa komponen yaitu webcam sebagai piranti untuk pengambilan citra cairan infus, Raspberry Pi sebagai *processing unit* untuk mengolah data citra digital dan komputer sebagai penerima data hasil deteksi serta menampilkan hasil pendeteksian. Skema perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 3.1.



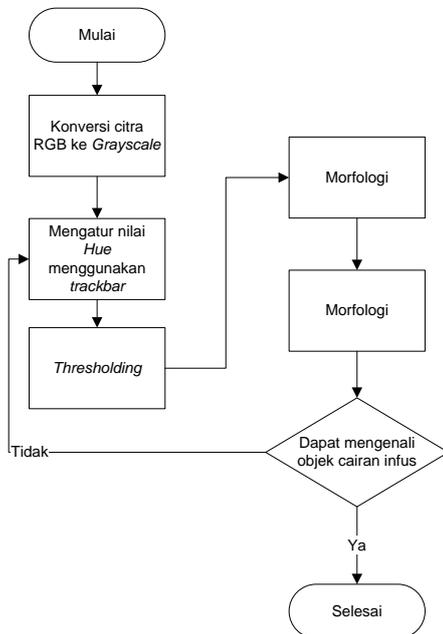
Gambar 3.1 Perancangan Perangkat Keras

3.1.2 Perancangan Perangkat Lunak

3.1.2.1 Perancangan Pre-processing

Tahap *pre-processing* dilakukan dengan

menggunakan metode *thresholding* dan morfologi. Penggunaan metode tersebut bertujuan untuk memudahkan identifikasi kondisi cairan infus.



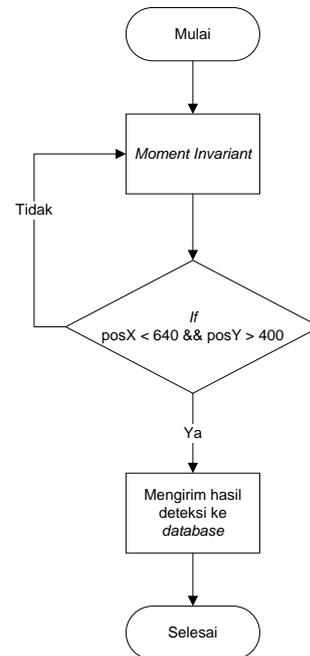
Gambar 3.2 Diagram Alir Pre-processing

Pada Gambar 3.2 tahap *pre-processing* dimulai dari melakukan konversi citra RGB ke *grayscale*. Selanjutnya mengatur nilai *Hue*. Dikarenakan citra RGB telah dikonversikan ke citra *grayscale* maka nilai dari proses HSV hanya nilai *Hue* saja yang berpengaruh. *Hue* terdapat dua nilai yaitu *Low Hue* dan *High Hue*. Setiap cairan infus dengan warna yang berbeda memiliki nilai *Low Hue* dan *High Hue* yang berbeda pula. Pada cairan infus berwarna merah nilai *Low Hue* adalah 44 dan nilai *High Hue* adalah 101. Dan pada cairan infus berwarna bening nilai *Low Hue* adalah 105 dan nilai *High Hue* adalah 188. Selanjutnya melakukan tahap *thresholding* untuk merubah citra ke biner. Selanjutnya proses morfologi yaitu operasi erosi dan operasi dilasi bertujuan untuk memperbaiki hasil citra. Proses morfologi dilakukan 2 kali untuk mendapatkan hasil citra yang sesuai dan agar memudahkan proses identifikasi kondisi cairan infus pada tahap selanjutnya. Apabila hasil citra belum sesuai dengan keinginan maka perlu adanya pengaturan pada nilai *Hue*. Pengaturan nilai *Hue* dilakukan secara manual dengan mengatur nilai pada *trackbar*.

3.1.2.2 Perancangan Proses Deteksi Level Cairan Infus

Proses deteksi level cairan infus

dilakukan dengan menggunakan metode *moment invariant*.



Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Deteksi Level Cairan Infus

Pada Gambar 3.3 proses dimulai dari penggunaan metode *moment invariant* untuk mendeteksi level cairan infus. Sebelum melalui proses *moment invariant*, pembacaan posisi *x* dan *y* berdasarkan koordinat *cartesian*. Namun setelah melalui proses *moment invariant* maka pembacaan posisi *x* dan *y* berdasarkan koordinat *pixel* dengan diinisialisasikan sebagai \tilde{x} dan \tilde{y} . Pada sistem ini, *frame* diatur dengan ukuran $\tilde{x} = 640$ dan $\tilde{y} = 480$. Citra infus yang terdeteksi dalam kondisi normal berada pada posisi $\tilde{x} < 640$ dan $\tilde{y} < 400$. Dan citra infus yang terdeteksi *low level* berada pada posisi $\tilde{x} < 640$ dan $\tilde{y} > 400$.

3.1.2.3 Perancangan Koneksi Jaringan Lokal

Perancangan koneksi jaringan lokal yang bertujuan untuk menghubungkan beberapa *client* dengan sebuah *server*. Perancangan dimulai dari melakukan konfigurasi pada *IP server*. *IP server* yang digunakan yaitu 192.168.191.1. Selanjutnya melakukan konfigurasi pada *IP client*. Terdapat dua *client* yang akan dihubungkan dengan server, maka *IP client* masing-masing di-setting dengan *IP* 192.168.191.101 dan 191.168.191.103. Selanjutnya melakukan konfigurasi *DHCP server* yaitu dengan mengatur *IP server* yang digunakan dan mengalokasikan *IP* yang akan diterima oleh *client*. Selanjutnya *client* melakukan koneksi ke *server* sehingga *client* dan

server dapat terhubung dan melakukan komunikasi data.

3.2 Implementasi Sistem

3.2.1 Implementasi Perangkat Keras

Pada implementasi perangkat keras sesuai dengan perancangan sistem terdiri dari webcam untuk mengambil citra objek sebagai input, Raspberry pi sebagai *processing unit* dan komputer sebagai untuk menampilkan hasil output. Pada sistem ini digunakan webcam dengan resolusi 640x480 *pixels* agar proses pengolahan citra lebih cepat. Webcam dan Raspberry Pi dihubungkan menggunakan kabel USB. Hasil dari pengambilan webcam akan diproses oleh Raspberry Pi dan hasil deteksi akan dikirim dan ditampilkan pada komputer. Raspberry Pi dan komputer dihubungkan menggunakan kabel LAN.



Gambar 3.4 Implementasi Perangkat Keras

3.2.2 Implementasi Perangkat Lunak

3.2.2.1 Graphical User Interface (GUI)

Graphical user interface (GUI) merupakan tampilan aplikasi *monitoring* yang dibuat untuk mempermudah *user* dalam menggunakan sistem aplikasi. Pada tampilan menu *home* terdapat beberapa atribut diantaranya yaitu nomor kamar, indikator dan tombol *report* infus.

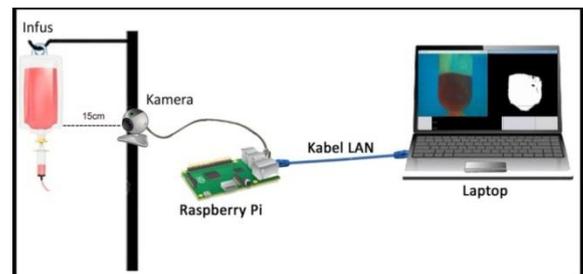


Gambar 3.5 Menu Home

4. PENGUJIAN

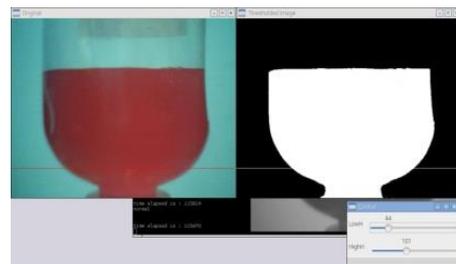
4.1 Pengujian Deteksi Objek Cairan Infus

Pengujian dilakukan pada cairan infus berwarna merah dan berwarna bening untuk mengetes kemampuan sistem mendeteksi citra cairan. Berikut adalah skenario pengujian yang dilakukan dan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Skenario Pengujian Deteksi Cairan Infus

4.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Deteksi Cairan Infus



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Citra Cairan Infus Berwarna Merah

Hasil pengujian citra cairan infus berwarna merah dapat dilihat pada Gambar 4.2. Pada cairan infus berwarna merah, pengujian dilakukan dengan memposisikan webcam ke arah cairan infus dengan *background* tembok warna putih. Pengujian dilakukan pada pagi hari di ruangan dengan lampu menyala. Objek cairan infus dapat terdeteksi dengan nilai *Low Hue* = 44 dan *High Hue* = 101.



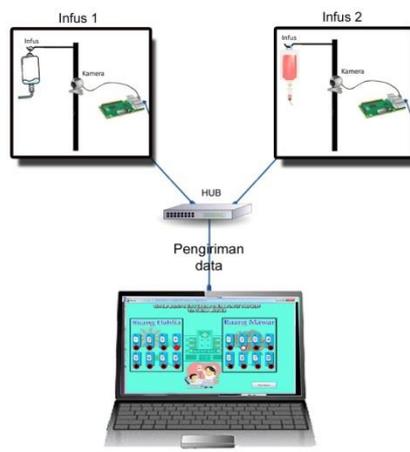
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Citra Cairan Infus Berwarna Bening

Hasil pengujian citra cairan infus berwarna bening dapat dilihat pada Gambar 4.3. Pada cairan infus berwarna bening, pengujian dilakukan dengan memposisikan webcam ke arah cairan infus dengan *background* ke tembok dengan warna selain putih, dimisalkan pada Gambar 4.3 menggunakan warna coklat. Pengujian dilakukan pada pagi hari di ruangan dengan lampu menyala. Objek cairan infus dapat terdeteksi dengan nilai *Low Hue* = 105 dan *High Hue* = 188.

Jadi hasil citra *threshold* akan berubah mengikuti nilai dari *Hue*. Dikarenakan nilai ambang dipengaruhi oleh nilai *Low Hue* dan *High Hue*. Apabila nilai *Low Hue* dan *High Hue* dirubah maka batas ambang juga berubah. Dan ini akan mempengaruhi hasil citra *threshold* karena batas ambang mempengaruhi hasil citra biner yang bernilai 1 dan yang bernilai 0. Garis berwarna merah pada citra RGB dan garis warna putih pada citra *threshold* merupakan tanda yang dibuat sebagai batas kondisi cairan infus normal. Apabila citra cairan infus berada dibawah batas tersebut maka terdeteksi kondisinya *low level*. Kondisi ini didapat dengan menggunakan metode *moment invariant*.

4.2 Pengujian Pengiriman Data Hasil Deteksi ke Server

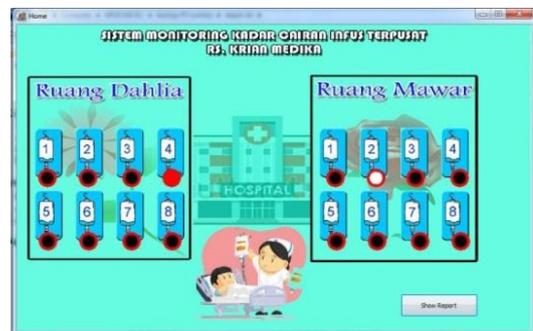
Pengujian ini bertujuan untuk mengetes sistem dalam mengirim data hasil deteksi kondisi cairan infus. Apabila sistem mendeteksi cairan infus dalam kondisi *low level*, maka sistem akan mengirimkan data ke *server* dan ditampilkan pada aplikasi monitor. Berikut adalah skenario pengujian yang dilakukan dan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Skenario Pengujian Pengiriman Data Hasil Deteksi ke Server

4.2.1 Hasil dan Analisis Pengujian Pengiriman Data Hasil Deteksi ke Server

Hasil pengujian pengiriman data akan ditampilkan pada aplikasi Delphi XE7 dapat dilihat pada Gambar 4.5. Dari pengujian tersebut didapatkan hasil bahwa, sistem dapat mengirimkan hasil dari *monitoring* cairan infus ke server. Dilihat dari tampilan pada aplikasi monitor yang menunjukkan bahwa nomor kamar yang terdeteksi cairan infus dalam kondisi *low level* akan muncul warna merah yaitu nomor kamar 4 pada ruang Dahlia, nomor kamar yang terisi pasien namun cairan infus dalam kondisi normal akan muncul warna putih yaitu nomor kamar 2 pada ruang Mawar dan tanda hitam untuk kamar yang kosong atau tidak ada pasien.



Gambar 4.5 Hasil Pengujian Pengiriman Data Hasil Deteksi

4.3 Pengujian Multi Node Client

Pengujian *multi node client* dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan proses *monitoring* apabila diberi beban *node* yang berbeda - beda. Cairan infus berwarna bening direpresentasikan menjadi *node 1* dan cairan infus berwarna merah direpresentasikan menjadi *node 2*. Pengujian dilakukan dengan 4 rekayasa kondisi infus yang bervariasi.

4.3.1 Hasil dan Analisis Pengujian Multi Node Client

Hasil pengujian *multi node client* diperoleh dari melakukan rekayasa 4 kondisi yang berbeda yaitu kondisi pertama *node 1 low level* dan *node 2 normal*, kondisi kedua *node 1 normal* dan *node 2 low level*, kondisi ketiga *node 1 dan node 2 normal*, dan kondisi keempat *node 1 dan node 2 low level*. Hasil dari keempat pengujian kondisi tersebut diperoleh bahwa sistem berjalan dengan baik ditandai dengan berhasilnya sistem mendeteksi cairan infus yang

berada pada kondisi *low level* dan mengirimkan data hasil *monitoring* ke server serta menampilkan pada aplikasi monitor dengan ditandai munculnya warna merah pada nomor kamar dengan kondisi cairan infus *low level* dan munculnya warna putih pada nomor kamar dengan kondisi cairan infus normal.

4.4 Pengujian Waktu Eksekusi Program

Pengujian waktu eksekusi program dilakukan untuk mengukur performansi sistem dalam segi kecepatan membaca program.

4.4.1 Hasil dan Analisis Pengujian Waktu Eksekusi Program

Hasil pengujian waktu eksekusi program dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dari hasil pengujian tersebut dapat diambil rata-rata waktu eksekusi program adalah 139 ms dari 10 kali program melakukan pengecekan kondisi infus.

Tabel 4.1 Tabel Hasil dan Analisis Pengujian Waktu Eksekusi Program

Pengecekan Kondisi	Waktu Eksekusi	Range
Ke-1	318 ms	156 ms
Ke-2	474 ms	148 ms
Ke-3	622 ms	120 ms
Ke-4	742 ms	119 ms
Ke-5	861 ms	164 ms
Ke-6	1025 ms	153 ms
Ke-7	1178 ms	161 ms
Ke-8	1339 ms	123 ms
Ke-9	1462 ms	122 ms
Ke-10	1584 ms	124 ms
Rata - Rata		139 ms

4.5 Pengujian Akurasi Citra

Pengujian akurasi citra dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi citra dalam proses pengolahan citra saat sebelum melakukan proses morfologi dan sesudah melakukan proses morfologi.

4.5.1 Hasil dan Analisis Pengujian Akurasi Citra

Pada pengujian akurasi citra cairan infus dilakukan dengan mengambil lima sampel pengujian dari berbagai level cairan infus. Hasil yang didapat dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Rumus akurasi deteksi posisi cairan infus

diilustrasikan pada persamaan 4.1.

$$AP = \frac{P_m}{P_t} \times 100\% \tag{4.1}$$

Keterangan :

AP : Akurasi posisi level cairan infus

P_t : Posisi level cairan infus saat proses *thresholding* (sebelum proses morfologi) dalam koordinat *pixel*

P_m : Posisi level cairan infus setelah proses morfologi dalam koordinat *pixel*

Tabel 4.2 Hasil dan Analisis Pengujian Akurasi Citra

No.	P_t	P_m	Akurasi
1.	394	388	98,47%
2.	216	210	97,22%
3.	178	172	96,62%
4.	276	258	93,47%
5.	288	276	95,83%

Dari hasil akurasi pada Tabel 4.2 rata – rata nilai akurasi dihitung menggunakan persamaan 4.2:

$$\overline{AP} = \frac{\Delta AP}{N} \tag{4.2}$$

Keterangan :

\overline{AP} : Rata – rata nilai akurasi posisi level cairan infus

ΔAP : Jumlah seluruh nilai akurasi posisi level cairan infus

N : Jumlah sampel

Berdasarkan data keseluruhan yang diperoleh, rata - rata akurasi deteksi posisi cairan infus saat sebelum melalui proses morfologi adalah 96,32%. Hal ini menunjukkan bahwa proses morfologi dibutuhkan agar hasil deteksi posisi cairan infus menjadi akurat.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian dan analisis sistem, maka penulis menyimpulkan:

1. Untuk merancang sistem *monitoring* cairan infus secara terpusat dibutuhkan beberapa komponen. Perangkat keras terdiri dari webcam, Raspberry Pi dan komputer. Raspberry Pi dan komputer dihubungkan dengan kabel LAN yang berfungsi juga untuk piranti pengiriman data dengan sistem *client-*

- server* menggunakan TCP/IP. Perangkat lunak terdiri dari OS Raspbian, Opencv sebagai *library* pemrograman, *database* mysql digunakan untuk menyimpan data, Delphi EX7 digunakan untuk membuat aplikasi *monitoring*.
2. Sistem menggunakan Raspberry Pi sebagai *processing unit* yang didalamnya menggunakan *library* OpenCV untuk melakukan proses pengolahan citra digital. Citra diproses menggunakan beberapa metode pengolahan citra diantaranya *thresholding* yang berfungsi untuk mengubah citra RGB ke biner, morfologi yang berguna untuk memperbaiki citra dan *moment invariant* untuk mendeskripsikan ciri bentuk dari cairan infus berdasarkan area dan posisi. Apabila sistem mendeteksi bahwa citra berada pada posisi $\tilde{x} < 640$ dan $\tilde{y} > 400$ maka sistem mendeteksi cairan infus dalam kondisi *low level*. Maka sistem akan mengirim data nomor kamar ke *database server*.
 3. Persentase tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi posisi citra saat sebelum melalui proses morfologi adalah 96,32%. Hal ini menunjukkan bahwa sebelum melalui proses morfologi hasil deteksi citra belum akurat sehingga diperlukan proses morfologi untuk meningkatkan akurasi citra dalam mendeteksi posisi citra cairan infus. Karena hal ini akan mempengaruhi hasil deteksi yang dikirimkan ke server.
 4. Performa sistem *monitoring* cairan infus diukur dari tingkat keberhasilan sistem apabila diberi beban *node* yang berbeda - beda menunjukkan baik ketika dilakukan 4 kali percobaan dengan kondisi infus yang bervariasi pada setiap kamar. Dan rata-rata waktu eksekusi program adalah 139 ms. Sistem yang mempunyai performa yang baik memiliki tingkat waktu eksekusi yang rendah.
 5. Menggunakan *wireless* dalam proses pengiriman data dari *client* ke *server*.
 6. Menambahkan beberapa metode *image processing* lain untuk memperbaiki hasil citra sehingga proses deteksi dan identifikasi lebih akurat
 7. Dapat diterapkan langsung pada rumah sakit sehingga dapat menguji performa dan kelayakan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Arihutomo, Mukhlas. 2010. *Rancang Bangun Sistem Penjejukan Objek Menggunakan Metode Viola Jones Untuk Aplikasi Eyebot*. [pdf] Tersedia melalui : <http://repo.pens.ac.id/311/1/1151.pdf> [Diakses pada 28 Mei 2017]
- Basuki, Ahmad. 2005. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Fahmi .M., Kurniawan, W., Muttaqin, A., 2015. *Sistem Deteksi Slot Parkir Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dengan Metode Thresholding*. [e-journal] (2015) Vol. 6 No. 1. Tersedia melalui: jurnal Filkom Universitas Brawijaya <http://filkom.ub.ac.id/doro/archives/detail/DR00011201512> [Diakses 2 Februari 2016]
- Fathurrakhman, M. 2009. *Diduga Akibat Perawat Lalai Bayi 4 Hari Tewas*. Okezone News [online] Tersedia melalui : <http://news.okezone.com/read/2009/09/24/340/259679/diduga-akibat-perawat-lalai-bayi-4-hari-tewas> [Diakses pada 5 Februari 2017]
- Fauzi, M. Hafidh., Tjandrasa, Handayani. 2010. *Implementasi Thresholding Citra Menggunakan Algoritma Hybrid Optimal Estimation*. [e-journal] Tersedia melalui: <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12935-Paper.pdf> [Diakses pada 2 Februari 2016]
- Kusmiyati Y. 2008. *Ketrampilan Dasar Praktik Klinik Kebidanan*. Yogyakarta : Fitrama.
- Mercimek M, Gulez K & Mumcu TV. 2005. *Real Object Recognition Using Moment Invariants*. Sadhana, vol.30, no. part 6.
- Muslim, A., Setiawan, I., & Setiyono, B. 2012. *Monitoring Cairan Infus Menggunakan Modul Radio Frekuensi YS 1020 UB*

5.2 Saran

Berikut adalah saran yang diberikan oleh penulis dengan tujuan agar penelitian ini dapat lebih berkembang:

1. Sistem tidak hanya untuk mendeteksi cairan infus tetapi juga menguji jumlah tetesan cairan infus.
2. Menggunakan objek pengujian dengan berbagai macam kantong infus dan berbagai warna serta melakukan pengujian terhadap cairan darah.

Dengan Frekuensi 433 MHZ. [e-journal].
Tersedia melalui:
http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wp-content/uploads/2012/05/L2F309012_MTA.pdf [Diakses 10 Februari 2016]

Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.

Setiawan, A., Suryani, E., & Wiharto., 2014. *Segmentasi citra sel darah merah berdasarkan morfologi sel untuk mendeteksi anemia defisiensi besi.* [e-journal]. Tersedia melalui: UNS-F. MIPA Jur. Informatika <http://dglib.uns.ac.id/> [diakses 7 November 2016]

Utama. 2013. *Kinerja RSUD Masih Rendah.* [online] Tersedia melalui: <http://radarsukabumi.com/2013/04/04/kinerja-rsud-masih-rendah/> [Diakses pada 31 Mei 2017]