PERANCANGAN SISTEM MONITORING INFUS BERBASIS RASPBERRY PI MELALUI WI-FI

Hidayat[1], Febrian Dity Anggara[2]
[1,2] Jurusan Teknik Komputer Unikom, Bandung
[1]hiyan_05@yahoo.com, [2]febrian.dity.anggara@gmail.com

ABSTRAK

Infus merupakan alat yang sangat sering digunakan didalam dunia medis. Namun pemantauan infus saat ini masih manual yaitu perawat harus memantau satu persatu tabung infus pada ruangan pasien dirawat. Hal ini yang mendorong penulis untuk merancang sistem monitoring infus dengan tujuan memudahkan tugas perawat. Perawat cukup memantau infus pada layar pc server yang berada di ruang perawat tanpa perlu keruangan pasien satu persatu. Alat ini disusun dari sensor-sensor yang telah dipasang pada tiang infus dan disertai LCD agar yang berisi informasi mengenai pasien. Hasil pemantauan yang didapatkan dari sensor akan dikirim ke PC *Server* melalui *wifi*. Selain dapat memantau infus, alat ini juga dilengkapi dengan tombol darurat dan terapi suara. Pada perangkat telah disediakan *earphone* dan *remote* untuk menggunakan terapi suara.Berdasarkan hasil pengujian dan analisa perangkat keras maupun perangkat lunak dapat disimpulkan bahwa perangkat monitoring infus berfungsi dengan baik.

Kata kunci: Monitoring, Infus, Raspberry Pi, Perawat.

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya pasien rumah sakit yang dirawat inap memerlukan cairan infus. Setiap pasien yang dirawat inap juga membutuhkan jumlah cairan infus yang berbeda-beda yang menyebabkan waktu habisnya pun berbeda-beda. Namun, perawat tidak dapat memantau cairan infus yang tersisa setiap saat dikarenakan banyaknya ruangan pasien yang menggunakan infus, dan juga tugas perawat yang cukup banyak. Pasien akan mengalami kesulitan jika harus menekan tombol alarm untuk memberitahukan ke ruang perawat jika cairan infus akan habis.

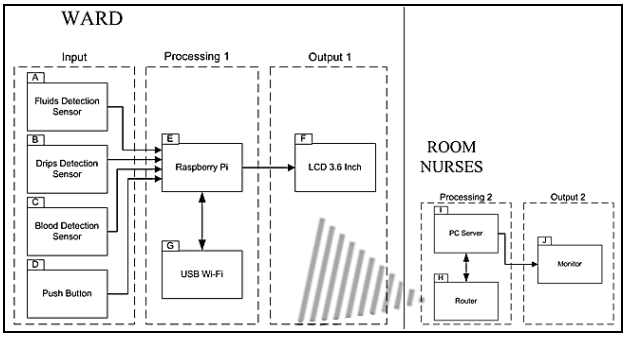
Untuk memudahkan tugas perawat dalam pemantauan infus dan memberikan kenyamanan pada pasien dirancanglah alat yang dapat memantau kondisi infus secara terpusat. Perangkat ini diharapkan dapat membantu perawat dalam memantau kondisi infus yang saat ini masih manual.

2. PERANCANGAN

Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras berisi perancangan keseluruhan sistem. Gambar 1 adalah diagram blok dari keseluruhan sistem.



Gambar 1. Diagram blok keseluruhan sistem

Penjelasan diagram blok keseluruhan sistem

- **A. Fluids Detection Sensor:** Berfungsi sebagai sensor untuk memantau sisa cairan pada tabung infus.
- **B. Drips Detection Sensor:** Berfungsi sebagai sensor untuk memantau tetesan pada tabung tetes infus.
- **C. Blood Detection Sensor:** Berfungsi sebagai sensor untuk memantau darah yang masuk ke jarum infus.
- **D. Push Button:** Berfungsi sebagai masukan pada Raspberry Pi B+ untuk terapi suara.
- **E. Rapberry Pi:** Berfungsi sebagai pengolah data dengan melakukan pembacaan pada sensor dan *push button*.
- **F. LCD 3,6 Inch:** Berfungsi sebagai modul untuk menampilkan informasi kondisi pasien.

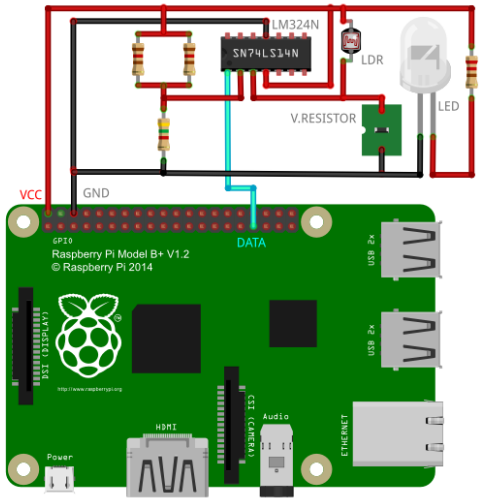
G. **USB Wi-fi:** Berfungsi sebagai modul pengirim/ penerima data yang berada di ruang pasien.
H. **Router:** Berfungsi sebagai modul pengirim/ penerima data yang berada di ruang perawat.
I. **PC Server:** Berfungsi sebagai tempat penyimpanan data.
J. **Monitor:** Berfungsi sebagai *interface* pada perawat.

Rangkaian Sensor

Sensor digunakan sebagai masukan pada Raspberry Pi B+ dengan mengubah besaran fisis tertentu menjadi besaran listrik. Sensor yang digunakan antara lain:

a. Sensor Pemantau Sisa Cairan

Sensor yang digunakan untuk memantau sisa cairan pada tabung infus adalah LDR (*Light Dependent Resistor*). Nilai hambatan LDR akan berubah tergantung dari intensitas cahaya yang diterimanya. LDR dipasang pada tabung tetes. Intensitas cahaya yang diterima akan berubah jika terjadi tetesan pada tabung tetes. Keluaran dari sensor akan dibaca oleh *port* GPIO Raspberry Pi B+ yang terhubung pada sensor. Gambar 2 adalah skematik rangkaian sensor untuk memantau cairan.



Gambar 2 Skematik Rangkaian Sensor Pemantau Sisa Cairan

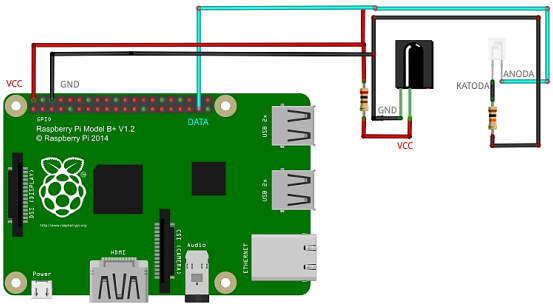
Penjabaran alokasi pin-pin yang digunakan sensor pemantau sisa cairan ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Alokasi GPIO Raspberry Pi B+ untuk Sensor Pemantau Sisa Cairan

Lokasi GPIO	Pin Raspberry Pi	Fungsi Tombol
DC Power 5 V	2	Menghubungkan komponen dengan tegangan
Ground	6	Menghubungkan komponen dengan ground
GPIO13	33	Keluaran dari sensor LDR

b. Sensor Pemantau Tetesan

Sensor yang digunakan untuk memantau tetesan adalah optocoupler. Optocoupler terdiri dari dua buah bagian yaitu bagian pengirim dan penerima. Bagian pengirim dibangun dari infra merah yang berfungsi sebagai pemancar. Bagian penerima dibangun dari photodioda. Berfungsi sebagai penerima yang peka terhadap cahaya. Jika cahaya terhalang oleh tetesan infus maka intensitas cahaya yang diterima oleh photodioda akan berubah. Keluaran dari sensor akan dibaca oleh *port* GPIO Raspberry Pi B+ yang terhubung pada sensor. Gambar 3 adalah skematik rangkaian sensor untuk memantau kecepatan tetesan.



Gambar 3 Skematik Rangkaian Sensor Pemantau Tetesan

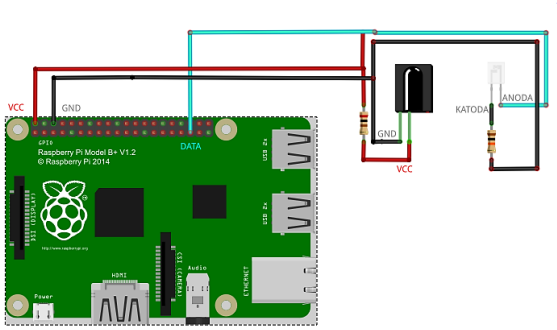
Penjabaran alokasi pin-pin yang digunakan sensor untuk memantau kecepatan tetesan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Alokasi GPIO Raspberry Pi B+ untuk Sensor Pemantau Kecepatan Tetesan

Lokasi GPIO	Pin Raspberry Pi	Fungsi Tombol
DC Power 5 V	2	Menghubungkan komponen dengan tegangan
Ground	6	Menghubungkan komponen dengan ground
GPIO26	37	Masukan dari keluaran sensor optocoupler

c. Sensor Pemantau Darah

Sensor yang digunakan untuk memantau darah masuk ke jarum infus adalah optocoupler. Berbeda halnya dengan sensor pemantau tetesan, pada sensor pemantau darah dipasang pada selang infus yang berada ditangan pasien. Jika cahaya terhalang oleh darah yang masuk selang infus maka intensitas cahaya yang diterima oleh photodioda akan berubah. Keluaran dari sensor akan dibaca oleh *port* GPIO Raspberry Pi B+ yang terhubung pada sensor. Gambar 2 adalah skematik rangkaian sensor untuk memantau pendarahan.



Gambar 4 Skematik Rangkaian Sensor Pemantau Darah

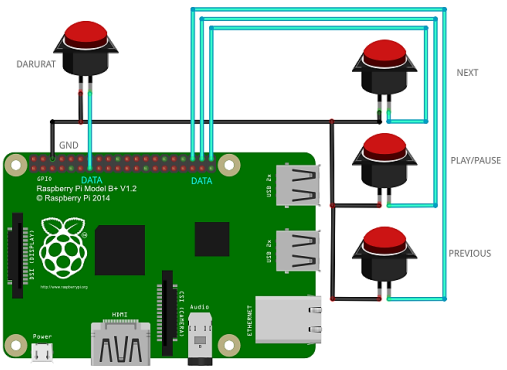
Penjabaran alokasi pin-pin yang digunakan sensor pemantau darah ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 Alokasi GPIO Raspberry Pi B+ untuk Sensor Pemantau Sisa Cairan

Lokasi GPIO	Pin Raspberry Pi	Fungsi Tombol
DC Power 5 V	2	Menghubungkan komponen dengan tegangan
Ground	6	Menghubungkan komponen dengan ground
GPIO19	35	Keluaran dari sensor optocoupler

Rangkaian Tombol

Tombol digunakan sebagai perangkat masukan pada Raspberry Pi B+ yang dapat digunakan oleh pasien. Tombol digunakan sebagai pemutar lagu untuk terapi suara dan juga sebagai tombol darurat. Jika tombol ditekan maka ground yang sudah terhubung oleh tombol akan dibaca oleh *port* GPIO Raspberry Pi B+. Gambar 5 adalah rangkaian pada tombol.



Gambar 5 Skematik Rangkaian pada Tombol

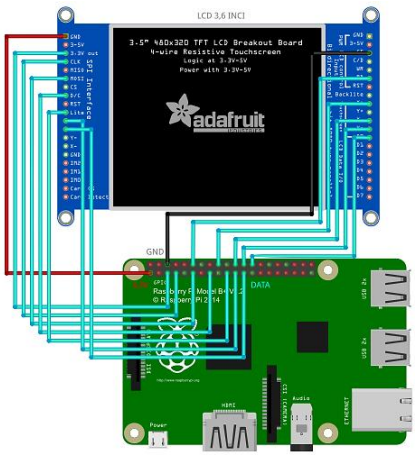
Tabel 4 menjelaskan mengenai rincian pin yang digunakan oleh tombol pada Raspberry Pi B+.

Tabel 4 Alokasi GPIO Raspberry Pi B+ untuk Tombol

Lokasi GPIO	Pin Raspberry Pi	Fungsi Tombol
Ground	6	Menghubungkan komponen dengan ground
GPIO27	13	Keluaran dari tombol darurat
GPIO16	36	Keluaran dari tombol *previous*
GPIO20	38	Keluaran dari tombol *play/pause*
GPIO21	40	Keluaran dari tombol *next*

Rangkaian LCD 3,6 Inci

LCD 3,6 Inci digunakan sebagai tampilan keluaran informasi medis pasien yang dipasang pada tiang infus. Informasi yang ditampilkan pada LCD antara lain ID Pasien, Nama Pasien, Penyakit, Jumlah tetesan per menit dan Pesan dari perawat.. Gambar 6 adalah rangkaian LCD 3,6 inci.



Gambar 6 Rangkaian LCD 3,6 Inci

Tabel 5 menjelaskan mengenai rincian pin yang digunakan oleh LCD 3,6 inci pada Raspberry Pi B+.

Tabel 5 Alokasi GPIO Raspberry Pi B+ untuk LCD 3,6 inci

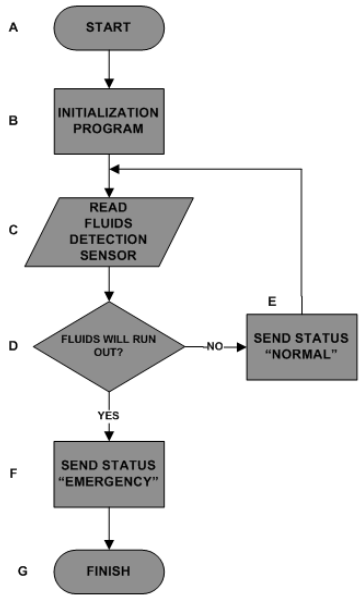
No Pin	Lokasi GPIO	Nama Pin LCD	Keterangan
1	3,3 V DC	3,3 V	Memberikan Tegangan 3,3 V DC ke LCD
5	GPIO 03	NC	NC
6	Ground	GND	Memberikan Ground ke LCD
7	GPIO 04	NC	NC
11	GPIO 17	TP IRQ	Touch Panel Interrupt
12	GPIO 18	NC	NC
15	GPIO 22	NC	NC
18	GPIO 24	RS	Instruksi/ Data Register Seleksi
19	GPIO 10	MOSI/ DIN	SPI masukan data
21	GPIO 09	DOUT	SPI keluaran data
22	GPIO 25	RST	Reset LCD
23	GPIO 11	SCLK/DCLK	SPI Clock LCD
24	GPIO 08	CS	*Touch Panel* Seleksi. Aktif low
26	GPIO 07	CS	*Touch Panel* Seleksi. Aktif low

Perancangan Perangkat Lunak

Adapun pada perancangan perangkat lunak akan dijelaskan diagram alir dari program.

Diagram Alir Pembacaan Sensor Pemantau Sisa Cairan

Diagram alir pada pembacaan sensor untuk memantau sisa cairan ini terdiri dari proses pembacaan sensor dan pengiriman status ke *PC Server*. Keluaran akan dikirim ke *PC Server* dan ditampilkan melalui monitor. Gambar 7 merupakan diagram alir dari pembacaan sensor untuk memantau sisa cairan.



Gambar 7 Diagram Alir Pembacaan Sensor Pemantau Sisa Cairan

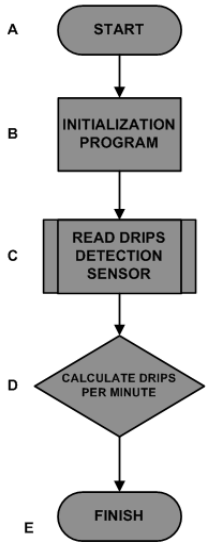
Tabel 6 merupakan tabel untuk menjelaskan diagram alir pembacaan sensor memnatau sisa cairan

Tabel 6 Keterangan Diagram Alir Sensor Sisa Cairan

No	Keterangan
A	Alat ketika dinyalakan.
B	Proses inisialisasi dari program.
C	Membaca sensor berapa intensitas cahaya yang diterima sensor LDR.
D	Melakukan pengkondisian apakah intensitas cahaya yang diterima LDR menunjukkan tabung infus masih ada cairan atau akan habis.
E	Jika masih ada maka kirim keadaan "NORMAL" ke *PC Server*.
F	Jika akan habis maka kirim keadaan "DARURAT" ke *PC Server*.
G	Alat ketika dimatikan.

Diagram Alir Pembacaan Sensor Pemantau Tetesan

Diagram alir pada pembacaan sensor untuk menghitung tetesan ini terdiri dari proses pembacaan sensor, kalkulasi jumlah tetesan, dan pengiriman ke *PC Server*. Hasil dikirim ke *PC Server* dan ditampilkan melalui monitor.



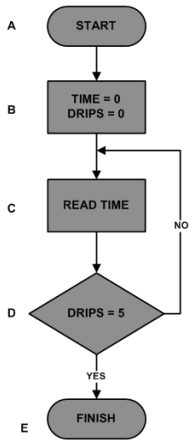
Gambar 8 Diagram Alir Pembacaan Sensor Pemantau Tetesan

Tabel 7 merupakan tabel untuk menjelaskan diagram alir pembacaan sensor pemantau tetesan.

Tabel 7 Keterangan Diagram Alir Pembacaan Sensor Pemantau Tetesan

No	Keterangan
A	Alat ketika dinyalakan.
B	Proses inisialisasi dari program.
C	Membaca sensor optocoupler.
D	Melakukan penjumlahan untuk mendapatkan jumlah tetesan dalam satu menit.
E	Kirim jumlah tetesan/ menit ke *PC Server*.

Pada bagian membaca masukan dari sensor pemantau tetesan terdapat proses yang dilakukan untuk menentukan berapa waktu yang dibutuhkan untuk 5 tetesan. Gambar 9 merupakan diagram alir dari proses pembacaan sensor.



Gambar 9 Diagram Alir dari Proses Pembacaan Sensor

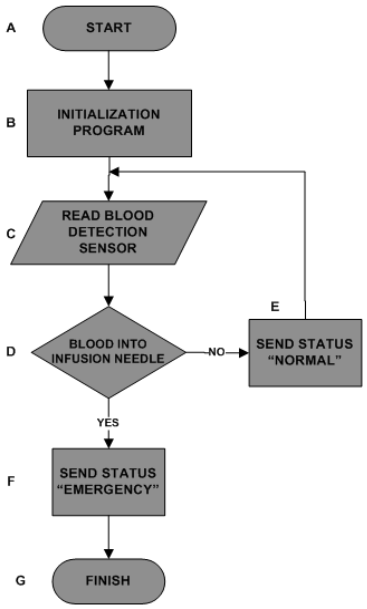
Tabel 8 merupakan tabel untuk menjelaskan diagram alir pembacaan sensor pemantau tetesan.

Tabel 8 Keterangan Diagram Alir Proses Pembacaan Sensor

No	Keterangan
A	Alat ketika dinyalakan.
B	Nilai dari Time = 0 dan Drips = 0
C	Membaca nilai Time
D	Melakukan pengkonsian jika jumlah tetesan sudah mencapai lima.
E	Proses selesai dan menyimpan nilai Time

Diagram Alir Pembacaan Sensor Pemantau Darah

Diagram alir pada pembacaan sensor untuk memantau darah ini terdiri dari proses pembacaan sensor, pengkondisian, dan pengiriman ke *PC Server*. Hasil dikirim ke *PC Server* dan ditampilkan melalui monitor. Gambar 10 merupakan diagram alir dari pembacaan sensor untuk memantau darah.



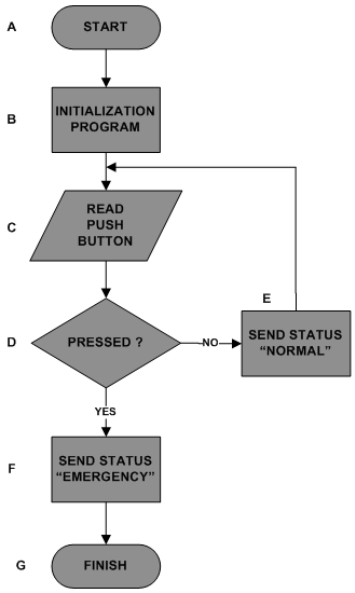
Gambar 10 Diagram Alir Sensor untuk Pemantau Darah

Tabel 9 Keterangan Diagram Alir Sensor untuk Pemantau Darah

No	Keterangan
A	Alat ketika dinyalakan.
B	Proses inisialisasi dari program.
C	Membaca sensor optocoupler yang sudah terpasang pada selang infus.
D	Melakukan pengkondisian apakah inframerah yang diterima photodioda terhalang oleh darah atau tidak.
E	Jika tidak terhalang maka kirim status "NORMAL" ke *PC Server*.
F	Jika terhalang maka kirim status "DARURAT" ke *PC Server*.
G	Alat ketika dimatikan.

Diagram Alir Tombol Darurat

Diagram alir pada tombol darurat ini terdiri dari proses pembacaan tombol, pengkondisian, dan pengiriman *status* ke *PC Server*. Gambar 11 merupakan diagram alir dari tombol darurat.



Gambar 11 Diagram Alir dari Tombol Darurat

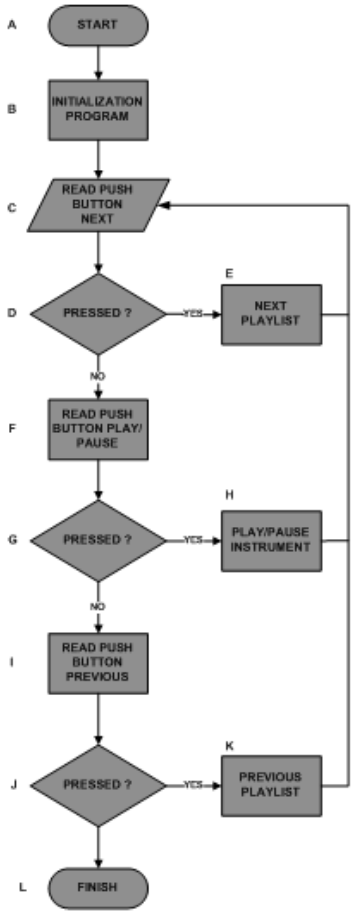
Tabel 10 merupakan tabel untuk menjelaskan diagram alir dari tombol darurat.

Tabel 10 Keterangan Diagram Alir Tombol Darurat

No	Keterangan
A	Alat ketika dinyalakan.
B	Proses inisialisasi dari program.
C	Membaca *push button*.
D	Melakukan pengkondisian apakah *push button* ditekan atau tidak.
E	Jika tidak ditekan maka kirim status "NORMAL" ke *PC Server*.
F	Jika ditekan maka kirim status "DARURAT" ke *PC Server*.
G	Alat ketika dimatikan.

Diagram Alir Terapi Suara

Diagram alir pada terapi suara terdiri dari proses pembacaan tombol dan pengkondisian. Gambar 12 merupakan diagram alir dari terapi suara.



Gambar 12 Diagram Alir dari Terapi Suara

Tabel 11 merupakan tabel untuk menjelaskan diagram alir dari terapi suara.

Tabel 11 Keterangan Diagram Alir Terapi Suara

No	Keterangan
A	Alat ketika dinyalakan.
B	Proses inisialisasi dari program.
C	Membaca *push button next*.
D	Melakukan pengkondisian apakah *push button next* ditekan atau tidak.
E	Jika ditekan maka daftar instrument akan dipindahkan ke instrument selanjutnya.
F	Jika tidak ditekan maka baca *push button play/pause*.
G	Melakukan pengkondisian apakah *push button play/pause* ditekan atau tidak.
H	Jika ditekan maka daftar instrument akan diputar atau dihentikan.
I	Jika tidak ditekan maka baca *push button previous.*
J	Melakukan pengkondisian apakah *push button previous* ditekan atau tidak.
K	Jika ditekan maka daftar instrument akan dipindahkan ke instrument sebelumnya.
L	Alat ketika dimatikan.

3. HASIL PENGUJIAN

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai hasil pengujian terhadap sistem yang telah dirancang pada tahap perancangan sistem. Pengujian yang dilakukan meliputi: pengujian perangkat keras dan perangkat lunak.

Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan dengan menguji tegangan dari pin keluaran sensor.

Sensor Sisa Cairan

Tabel 12 Data Hasil Pengujian Sensor Sisa Cairan

No.	Kondisi Cahaya Terang			Kondisi Sedikit Cahaya		
	Vin (Vout LDR)	Vout (Komparator)	Logika	Vin (Vout LDR)	Vout (Komparator)	Logika
1	**1,93 V**	**0,02 V**	**Low**	**1,35 V**	**3,04 V**	**High**
2	**1,88 V**	**0,01 V**	**Low**	**1,33 V**	**3,00 V**	**High**
3	**1,92 V**	**0,02 V**	**Low**	**1,45 V**	**3,07 V**	**High**
4	**1,99 V**	**0,02 V**	**Low**	**1,38 V**	**3,12 V**	**High**

Dari data hasil pengujian pada tabel 12 dapat disimpulkan sensor untuk memantau sisa cairan berfungsi sesuai dengan sistem yang telah dirancang.

Sensor Memantau Tetesan

Tabel 13 Data Hasil Pengujian Sensor Pemantau Tetesan

Kondisi sensor	Tegangan Keluaran	Sesuai
Tidak Terhalang	2,68 V	Ya
Terhalang	0,24 V	Ya

Dari data hasil pengujian pada tabel 13 dapat disimpulkan sensor untuk memantau tetesan berfungsi sesuai dengan sistem yang telah dirancang.

Sensor Memantau Pendarahan

Tabel 14 Data Hasil Pengujian Sensor Pemantau Darah

Kondisi sensor	Tegangan Keluaran	Sesuai
Tidak Terhalang	2,49 V	Ya
Terhalang	1,34 V	Ya

Tombol

Pengujian tombol merupakan pengujian dasar yang dilakukan untuk melihat kesesuaian keluaran berdasarkan tombol yang ditekan. Pengujian tombol dilakukan dengan menekan tombol satu per satu dan melihat respon keluaran pada terminal sistem operasi Raspbian. Pada perancangan sistem ketika tombol ditekan maka keluaran akan bernilai 0 dan pada saat tombol tidak ditekan keluaran akan bernilai 1. Data hasil pengujian masing-masing tombol dapat dilihat pada tabel 15

Tabel 15 Data Hasil Pengujian Tombol

Tombol	Pin Raspberry	Nilai Pin		Sesuai
		Tekan	Tidak Tekan	
Darurat	13	0	1	Ya
Next	40	0	1	Ya
Play/ Pause	38	0	1	Ya
Previous	35	0	1	Ya

Dari data hasil pengujian pada tabel 4.2 dapat disimpulkan kombinasi tombol untuk membentuk karakter huruf berfungsi sesuai dengan sistem yang dirancang.

Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak merupakan hal yang bertujuan untuk menemukan kesalahan-kesalahan atau kekurangan-kekurangan pada perangkat lunak yang akan diuji. Pengujian dilakukan untuk mengetahui perangkat lunak yang telah dibuat sudah memenuhi kriteria. Pengujian perangkat lunak pada aplikasi ini menggunakan metode pengujian alpha.

Pengujian alpha dilakukan dengan menggunakan metode *blackbox*. Pengujian *blackbox* itu sendiri merupakan persyaratan fungsional perangkat lunak untuk melihat apakah program aplikasi menghasilkan keluaran yang diinginkan dan sesuai dengan fungsi dari program tersebut. Jika masukan yang diberikan proses menghasilkan keluaran yang sesuai dengan kebutuhan fungsionalnya, maka program aplikasi yang bersangkutan benar, dan sebaliknya jika keluaran yang dihasilkan tidak sesuai dengan kebutuhan fungsional, maka masih terdapat kesalahan pada program.

Tabel 16 Data Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Kelas Uji	Detail pengujian	Jenis Pengujian
"View" pada bagian monitoring	Memperbarui isi tabel monitoring	Blackbox
"View" pada bagian pengisian laporan	Melihat isi rekam medis dari pasien	Blackbox
"Simpan" laporan Intake pada bagian pengisian laporan	Menyimpan data laporan Intake yang telah diisi	Blackbox
"Simpan" laporan Output pada bagian pengisian laporan	Menyimpan data laporan Output yang telah diisi	Blackbox
"Ubah" jadwal pemberian obat pada bagian pengisisan laporan	Mengubah data jadwal pemberian obat pasien	Blackbox
"Hapus" jadwal pemberian obat pada bagian pengisisan laporan	Mengubah data jadwal pemberian obat pasien	Blackbox
"Edit" batas kecepatan tetesan pada bagian pengisian laporan	Mengubah data kecepatan tetesan infus pasien	Blackbox
"Cari" pada bagian cari pasien	Melihat data mengenai pasien	Blackbox
"Edit" data pasien pada bagian cari pasien	Mengedit data mengenai pasien	Blackbox
"Tambah" pasien pada bagian cari pasien	Menambah data pasien baru	Blackbox
"Hapus" data pasien pada bagian cari pasien	Menghapus data pasien	Blackbox
"Kirim" pada bagian cari pasien	Mengirim pesan ke pasien dari server	Blackbox

Berdasarkan hasil pengujian alpha yang telah dilakukan bahwa aplikasi yang dibangun sudah berjalan sesuai dengan perancangan awal dan berjalan cukup maksimal, tetapi tidak menutup kemungkinan dapat terjadi kesalahan pada saat aplikasi digunakan, baik itu kesalahan pada perangkat yang digunakan, kesalahan pengguna, maupun kesalahan-kesalahan lainnya. Sehingga membutuhkan proses perawatan dan pengecekan *(maintenance)* untuk menjaga agar aplikasi tetap berjalan sesuai dengan harapan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa perangkat keras dan perangkat lunak, dapat disimpulkan alat berfungsi dengan baik, diantaranya:

1. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 12, 13, dan 14 semua sensor mulai dari sensor tetesan, pendarahan dan cairan bekerja sesuai dengan perancangan.
2. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 15, semua tombol seperti tombol darurat dan *remote* bekerja sesuai dengan perancangan.
3. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 16, perangkat lunak yang dibangun bekerja sesuai dengan perancangan mulai dari proses fungsional sampai dengan proses penyimpanan ke database.

Adapun saran untuk pengembangan tugas akhir ini selanjutnya adalah pada bagian sensor dapat ditambahkan menggunakan sensor suhu, detak jantung, dan sebagainya. Penambahan akses melalui android agar keluarga pasien dapat memantau jika berada di ruanglingkup area rumah sakit.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Handaya, Y. A., "Infus Cairan Intravena (Macam-Macam Cairan Infus)". (Online), diakses pada tanggal 31 Oktober 2015, dari world wide web: http://dokteryudabedah.com/infus-cairan-intravena-macam-macam-cairan-infus/.

[2] Rakhman, E., Faisal, C. H., Fajar, D. S., 2014. Raspberry Pi Mikrokontroler Mungil yang Serba Bisa. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.

[3] Raspbian., "*Welcome to Raspbian*". (Online), diakses pada tanggal 31 Oktober 2015, dari world wide web: https://www.raspbian.org/.

[4] Phyton – Tutorial, Diakses pada tanggal 22 Desember 2015 dari world wide web: http://www.tutorialspoint.com/python/.

[5] Malvino, A. P., 1994. *Prinsip-Prinsip Elektronika*, terjemahan Joko Santoso, Penerbit Salemba Teknika.

[6] Cleevely, D., "Raspberry Pi". (Online), diakses pada tanggal 4 November 2015 dari world wide web: www.raspberrypi.org.

[7] Kho, D., (2014, September 01). "*Pengertian LDR (Light Dependent Resistor) dan Cara Mengukurnya"*. (Online), diakses pada tanggal 31 Oktober 2015 dari world wide web: http://teknikelektronika.com/pengertian-ldr-light-dependent-resistor-cara-mengukur-ldr/.

[8] Karim, S., 2013. Sensor dan Aktuator. Malang: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.