

## Rancang Bangun Sistem Pemantauan Infus dan Tekanan Darah pada Pasien Rawat Inap secara Real Time

### *Design of Infusion and Blood Pressure Monitoring System for Inpatient Patient in Real Time*

Vera Veronica<sup>1)</sup> & Rahmadi Kurnia<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang Kampus Limau Manis Padang 25163  
Email : vera\_aisyahputri@yahoo.co.id

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas, Kampus Limau Manis Padang  
Email : rahmadi\_kurnia@ft.unand.ac.id

---

#### Abstract

*The problems that often arise in inpatients, especially those that need special handling such as infusion fluids should be given is often the occurrence of negligence in the infusion bottle examination is good condition of fluids in infusion bottles and the number of droplets per minute that is not appropriate. In addition, the patient will also be disrupted when the nurse should take care of the patient's blood pressure periodically. To overcome these problems need to be made a system that can monitor all of it in real time.*

*This system design process requires a hardware and software that is integrated in such a way that it can be used to monitor the infusion and blood pressure of the patient. The main hardware required is the infrared sensor and the pressure sensor where the sensor will be controlled by the microcontroller device which the results can be sent to the monitoring computer wirelessly.*

*From the overall testing of the design that has been made, it can generally be applied but there are still shortcomings that occur in measuring instruments, especially blood pressure gauges where the average error occurred in the measurement of systolic pressure of 8.42% and the average error that Occurs in diastolic measurements of 4.90% and on data delivery there is a significant delay spike when given a barrier.*

**Keyword : Infra red sensor, pressure sensor, microcontroller**

#### PENDAHULUAN

Pasien rawat inap baik itu di poliklinik, puskesmas maupun rumah sakit biasanya dilakukan suatu prosedur perawatan pada pasien tersebut. Prosedur perawatan tersebut seperti pemeriksaan tekanan darah, pemberian infus, pemberian obat, dan lain-lain. Untuk pemeriksaan tekanan darah biasanya dilakukan setiap periode tertentu sesuai dengan kondisi pasien. Seringkali pasien jadi terganggu istirahatnya karena harus dibangunkan oleh perawat untuk diukur tekanan darahnya. Sedangkan dalam pemberian pengobatan melalui infus maka hal yang sering terjadi adalah kelalaian dalam penggantian botol infus yang telah habis isinya. Hal ini bisa saja menyebabkan timbulnya komplikasi pada pasien misalnya adanya gelembung udara yang masuk ke pembuluh darah sehingga bisa menghambat aliran darah.

Maka itu ketika seseorang sedang diinfus atau transfusi biasanya harus segera diganti sebelum cairan benar-benar habis. Hal ini karena jika ada gelembung udara yang masuk bisa berbahaya bagi tubuh bahkan hingga menyebabkan kematian. Jika ada gelembung udara yang masuk ke dalam tubuh dan bersarang di pembuluh darah bisa menyebabkan aliran darah terhambat, kondisi ini dikenal dengan nama emboli. Hal ini bisa berbahaya karena darah digunakan untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Jika emboli terjadi maka pasokan darah ke organ utama tubuh seperti otak, paru-paru atau jantung menjadi terhambat. Jika tidak segera ditangani bisa menyebabkan kegagalan organ bahkan hingga kematian.

Masalah yang juga sering terjadi pada tabung infus adalah tidak terkontrolnya laju kecepatan dari tetesan infus. Kecepatan

tetes infus yang terlalu lambat dapat menyebabkan kolaps kardiovaskular dan sirkulasi yang lebih lanjut pada klien yang mengalami dehidrasi, syok, atau menderita penyakit kritis. Kecepatan tetesan infus yang terlalu cepat dapat menyebabkan beban cairan yang berlebih, yang sangat berbahaya pada beberapa gangguan ginjal, kardiovaskular, dan neurologis. Hal ini bisa disebabkan karena perawat tidak setiap saat mengontrol kondisi botol infus pada pasien tersebut.

Banyak penelitian yang telah dilakukan menggunakan sistem mikrokontroler ini khususnya untuk pengontrolan tabung infus dan pengukuran tekanan darah beberapa diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Akhmad Zainuri<sup>[4]</sup> dan Damar Triananda Darta<sup>[5]</sup>. Penelitian Akhmad Zainuri merancang suatu sistem pendeteksian cairan infus yang secara *realtime* dimonitoring oleh perawat. Detektor kondisi infus meliputi volume cairan infus, gangguan penyumbatan dan laju aliran telah berhasil dibangun dengan menggunakan sensor strain gauge, RPS, mikrokontroler dan modul Rx-Tx. Pengiriman data kondisi infus telah berhasil diaplikasikan dengan komunikasi wireless dengan baudrate serial sebesar 4800bps. Sedangkan penelitian Damar telah menghasilkan sebuah *Human Health Monitoring* melalui alat ukur tekanan darah yaitu tensimeter digital yang dapat memonitoring pasien berbasis pada *mobile platform Android*. Melalui rancang bangun menggunakan modul *Bluetooth SPC Bluelink* dapat dilakukan pengiriman paket data menuju ponsel android dalam jangkauan 10 meter sekalipun dibatasi dinding dimana prosentase kegagalan transmisi data antara 0,1% hingga 0,3%. Berdasarkan latar belakang ini maka penulis akan merancang dan membangun suatu sistem yang dapat memantau kondisi pasien secara *real time* khususnya dalam pengukuran tekanan darah pasien dan pemantauan kondisi botol infus pada pasien dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler dengan menggunakan

sensor optik dan sensor tekanan dan melakukan pentransmisi data secara wireless.

Adapun perumusan masalah yang akan dibahas adalah Bagaimana merancang alat yang dapat memantau kondisi isi tabung infus dan kecepatan aliran infus, merancang alat ukur tekanan darah serta bagaimana merancang suatu sistem yang dapat memantau kondisi tabung infus pada pasien serta tekanan darah pasien secara berkala secara *real time*.

### Tujuan Penelitian

A. Penggunaan sensor optik untuk memantau kondisi tabung infus dan penggunaan sensor tekanan untuk melakukan pengukuran tekanan darah secara berkala pada perawatan pasien.

B. Penelitian ini merancang suatu sistem yang dapat memantau kondisi tabung infus pada pasien serta tekanan darah pasien secara berkala secara *real time*.

Manfaat penelitian dengan sistem ini diharapkan: dapat membantu meringankan kerja perawat sehingga tidak perlu bolak-balik ke kamar pasien untuk memantau pasien. Pasien dapat beristirahat dengan nyaman tanpa harus terbangun setiap saat akan diukur tekanan darahnya. Keluarga atau penunggu pasien tidak perlu selalu terjaga untuk memantau kondisi botol infus karena telah dipantau secara *real time* pada ruang perawat.

Prinsip kerja dari cairan infus sama seperti sifat dari air yaitu mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi sehingga cairan akan selalu jatuh kebawah. Pada sistem infus laju aliran infus diatur melalui klem selang infus, jika klem digerakan untuk mempersempit jalur aliran pada selang maka laju cairan akan menjadi lambat ditandai dengan sedikitnya jumlah tetesan infus/menit yang keluar dan sebaliknya bila klem digerakan untuk memperlebar jalur aliran pada selang infus maka laju cairan infus akan menjadi cepat ditandai dengan banyaknya jumlah tetesan

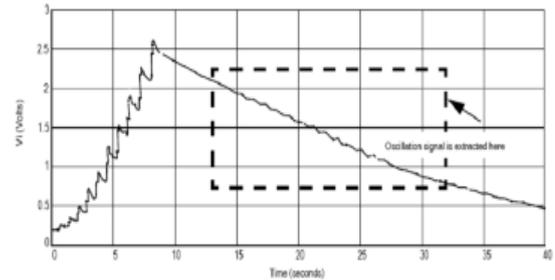
infus/menit. Ilustrasi kerja infus dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1.** Ilustrasi Cara Kerja Infus Pasien

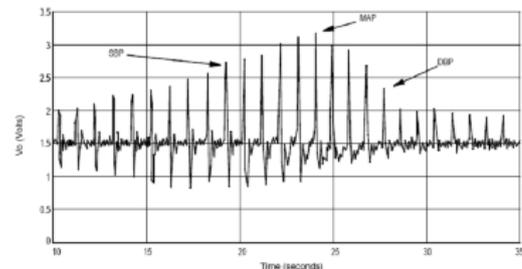
Kerja alat pengukur tekanan darah didasarkan pada metode oscillometri. Metode ini menggunakan kenaikan tekanan denyutan yang diambil selama pengukuran. Manset diletakkan di lengan atas kemudian dihubungkan ke pompa udara dan sensor tekanan. Manset mengembang sampai ditemukan tekanan yang lebih besar dari nilai tekanan sistolik yang dicapai kemudian manset akan mulai mengempis dengan perlahan. Saat manset mengempis, ketika nilai tekanan sistolik dicapai, denyutan akan mulai muncul. Denyutan ini merupakan perubahan tekanan yang diakibatkan oleh kontraksi ventrikel jantung dan dapat digunakan untuk mengukur jumlah detak jantung. Denyutan menjadi suatu amplitudo hingga mencapai amplitudo tertinggi yaitu MAP (Mean Arterial Pressure) dan kemudian amplitudonya semakin mengecil hingga akhirnya hilang.

Pengukuran Menggunakan Metode Oscillometri biasa dipakai oleh peralatan yang *Non-invasive* otomatis. Tekanan darah akan mencapai maksimal disaat jantung berkontraksi untuk memompa darah dan disebut tekanan sistolik. Sedangkan saat jantung sedang istirahat diantara dua kontraksi tersebut, tekanan darah akan mencapai nilai minimal dimana disebut tekanan diastolik. Berikut ini adalah gambar hasil sinyal output dari sensor tekanan yang dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



**Gambar 2.** Contoh Hasil Sinyal Output dari Sensor Tekanan

Pada gambar 2. adalah contoh sinyal output tegangan dari sensor berdasarkan variable waktu saat manset dipompa pada tekanan tertentu, dan dilepas sampai udara terbang dari manset. Sedangkan contoh letak sinyal hasil ekstraksi dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



**Gambar 3.** Contoh Sinyal Hasil Ekstraksi

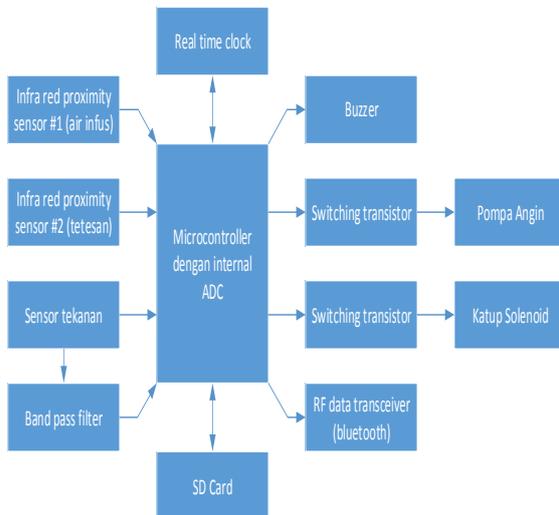
Sinyal hasil ekstraksi seperti gambar 3 diatas dapat ditentukan posisi tekanan diastolik dan tekanan sistolik.

Terdapat 2 pendapat tentang cara mendapatkan tekanan sistolik dan diastolik sinyal hasil ekstraksi:

- Tekanan sistolik dapat dihitung dengan membagikan nilai-nilai puncak disebelah kiri MAP (*Mean Arterial Pulse*). Sedangkan tekanan diastolik dapat dihitung dengan membagikan nilai-nilai puncak di sebelah kanan MAP.
- Tekanan sistolik dapat dihitung dengan mengkalikan 0.6 dengan nilai puncak (MAP). Dan tekanan diastolik dapat dihitung dengan mengkalikan 0.8 dari nilai puncak (MAP)

## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perancangan sistem pemantauan infus dan tekanan darah pada pasien rawat inap secara real time ini secara detailnya dapat ditunjukkan pada gambar 4 di bawah ini.



**Gambar 4.** Blok Diagram Sistem Pemantauan Infus dan Tekanan Darah pada Pasien Rawat Inap Secara Real Time

Untuk merealisasikan sistem ini maka dirancanglah perangkat keras dan perangkat lunaknya. Perancangan Perangkat keras yang digunakan pada sistem ini terdiri dari sensor infra merah, sensor tekanan, bandpass filter, mikrokontroler, RTC, buzzer, SD card dan RF data transceiver.

Sensor infra merah yang digunakan pada sistem ini ada dua bagian dimana pada bagian pertama sensor ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan cairan infus dalam botol (Infra red proximity sensor #1). Sensor akan mendeteksi kondisi botol infus berdasarkan level tegangan pada saat ada atau tidaknya cairan infus pada botol infus. Jika telah terjadi perbedaan tegangan sesuai dengan besaran yang telah diatur maka sistem akan memberikan peringatan melalui buzzer.

Bagian yang kedua dari sensor ini digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya tetesan air infus ( Infra red proximity sensor #2). Adapun jumlah tetesan air infus yang

akan dipakai ada tiga macam yaitu 50 tetes per menit, 75 tetes per menit dan 100 tetes per menit.

- a. Infus rate 50 tetes per menit

$$f = \frac{50 \text{ tetes}}{60 \text{ s}} = 0,833 \text{ tetes/s}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,833} = 1,2 \text{ s}$$

- b. Infus rate 75 tetes per menit

$$f = \frac{75 \text{ tetes}}{60 \text{ s}} = 1,25 \text{ tetes/s}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1,25} = 0,8 \text{ s}$$

- c. Infus rate 100 tetes per menit

$$f = \frac{100 \text{ tetes}}{60 \text{ s}} = 1,67 \text{ tetes/s}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1,67} = 0,6 \text{ s}$$

Semua infus rate diatas disampling dengan kecepatan sampling  $f = 100 \text{ Hz}$  dan masing-masing infus rate diberi interval  $\pm 3$  dari infus rate dasarnya dan jika infus ratenya diluar interval tersebut maka sistem akan memberi peringatan melalui buzzer. Data tetesan diperbarui setiap dua detik.

Sensor tekanan yang digunakan adalah sensor MPX 5050 GP. Sensor ini bekerja pada tegangan minimum sebesar 0,2 Vdc dan tegangan maksimum sebesar 4,8 Vdc. Tekanan maksimum yang bisa diukur oleh sensor ini adalah 50 kPa atau setara dengan 375 mmHg. Tegangan keluaran sensor ini dirumuskan seperti rumus dibawah ini.

$$V_{out} = V_s (P \times 0,018 + 0,04)$$

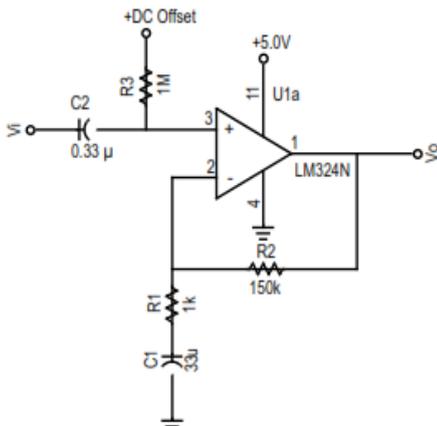
Dimana :  $V_s = 5,0 \text{ V}$

$P = \text{tekanan sensor (kPa)}$

$1 \text{ kPa} = 7,5 \text{ mmHg}$

### Band Pass Filter

Adapun rangkaian band pass filter yang akan dipakai pada sistem ini dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Band Pass Filter

Band pass filter digunakan untuk meredam sinyal dc dan melewatkan sinyal oscillometric. Filter ini menentukan dua frekuensi cutoff. Dua frekuensi ini sangat hati-hati dipilih untuk memastikan sinyal osilasinya tidak terdistorsi atau hilang.

Adapun rumus frekuensi cutoffnya seperti pada rumus di bawah ini.

$$f_{cutoff1} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

$$f_{cutoff2} = \frac{1}{2\pi R_3 C_2}$$

Sinyal yang didapatkan dari filter ini akan dapat menentukan MAP (Mean Arteri Pulse) dan indeks untuk sistolik dan diastoliknya.

Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino yang memiliki internal ADC 10 bit.  $V_{ref}$  yang digunakan adalah tegangan internal  $V_{ref}$  sebesar 5 V. Adapun pemilihan tegangan sebesar 5 V ini karena tegangan maksimum dari sensor tekanan rata-rata 4,8 V. Adapun rumus tegangan output dapat dilihat pada rumus 3.4 dibawah ini.

$$V_{outADC} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1023$$

RTC digunakan sebagai basis waktu untuk menentukan interval pengukuran tekanan darah pasien dimana pada sistem ini diset RTC bekerja setiap 5 menit, setiap 1 jam dan setiap 2 jam.

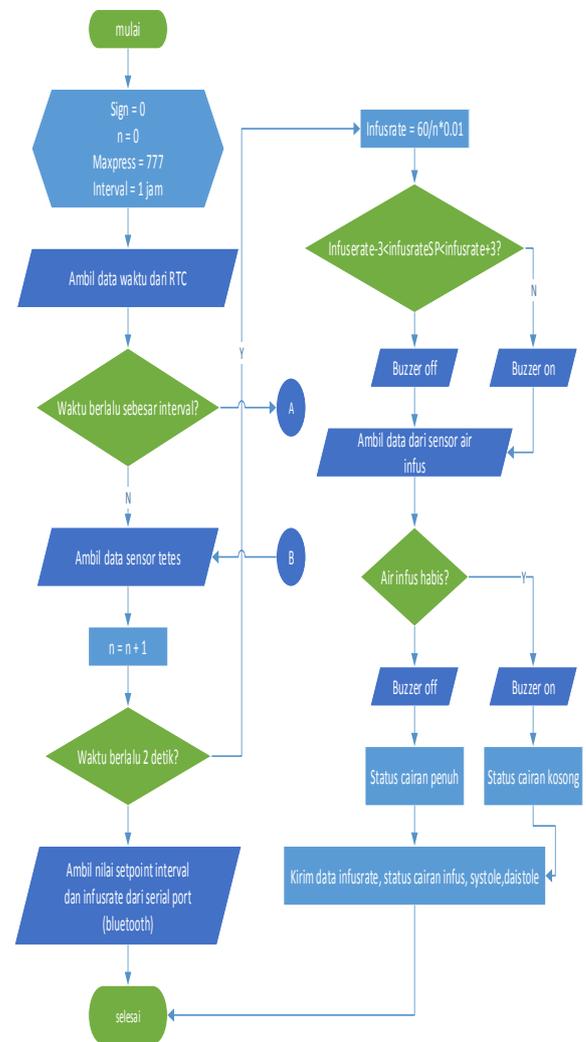
SD card digunakan untuk menyimpan data sampling sensor tekanan dan hasil filternya saat pengukuran tekanan darah terjadi

Buzzer digunakan untuk memberikan notifikasi atau peringatan secara audio jika cairan infus habis atau tetesan infus tidak dalam nilai yang diinginkan (setpoint).

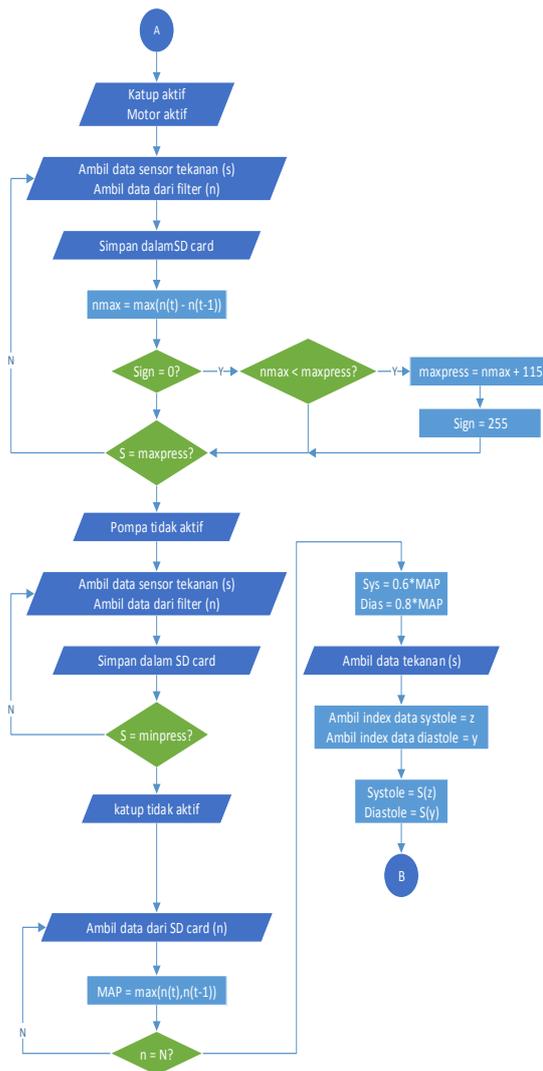
RF data transceiver yang digunakan adalah Bluetooth HC-05. Bluetooth ini digunakan untuk mengirimkan data ke komputer monitoring.

**Perancangan Perangkat Lunak**

Untuk rancangan perangkat lunaknya dapat dijelaskan melalui diagram alir seperti dijelaskan pada gambar 6 dan gambar 7 di bawah ini.



Gambar 6.



**Gambar 7.** Diagram Alir untuk Proses Pemantauan Botol Infus dan Tekanan Darah Pasien Secara Real Time

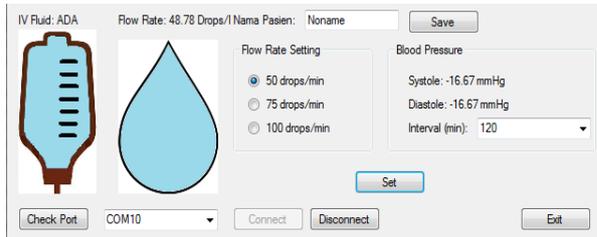
Adapun proses kerja dari sistem ini secara diagram alir adalah :

1. Tekanan maksimum sensor tekanan ditentukan terlebih dahulu sebesar 777 (nilai ADC) dan interval pengukuran tekanan darah pasien setiap 1 jam.
2. Data waktu saat ini diambil dari RTC lalu diperiksa apakah sudah 1 jam berlalu dan jika ya maka akan dilakukan pengambilan pengukuran tekanan darah.
3. Jika belum 1 jam maka akan diambil data sensor dari sensor tetesan air infus.
4. Jumlah tetesan dihitung (n) dan apakah waktu sudah dua detik berlalu. Jika tidak maka ambil data setpoint dari komputer. Jika ya maka jumlah tetesan infus dapat ditentukan dengan rumus:  

$$\text{Infus rate} = 60/n * 0.01$$
5. Jika infus rate nilainya lebih atau kurang dari infus rate yang diinginkan maka buzzer akan menyala.
6. Ambil data keadaan cairan botol infus, jika kosong maka buzzer akan menyala dan jika tidak buzzer mati.
7. Kemudian kirimkan data infus rate, status cairan botol infus, nilai sistolik dan diastolik ke komputer monitoring melalui Bluetooth.
8. Jika interval waktu yang diset telah 1 jam maka alat akan memulai melakukan pengukuran tekanan darah di mana motor akan memompa angin ke manset dan katup akan ditutup.
9. Ambil data sensor tekanan dan hasil filternya kemudian disimpan di dalam SD card.
10. Cari nilai maksimum atau nilai puncak dari data hasil filter. Jika didapatkan maka batas maksimum tekanan manset adalah tekanan maksimum sekarang ditambah 115(ADC).
11. Pengambilan data terus berlangsung hingga tekanan maksimum terbaru dicapai.
12. Pompa kemudian dinonaktifkan dan tekanan mulai menurun namun data terus disimpan hingga mencapai nilai minimum pressure yang ditentukan yaitu sebesar 5 mmHg.
13. Katup kemudian dibuka untuk membuang angin dalam manset
14. Data yang tersimpan dalam SD card diambil kembali untuk mencari MAP yaitu dengan mencari nilai puncak atau maksimum saat manset mulai mengempis.
15. Setelah MAP diperoleh maka dihitung nilai tekanan sistolik dan tekanan diastoliknya. Posisi (indeks) data sistolik dan diastolik dicari

untuk menentukan posisi data distolik dan diastolik sebenarnya dari data sensor tekanan sebelum difilter.

Adapun tampilan pada komputer monitoringnya seperti gambar 8 di bawah ini.



**Gambar 8.** Tampilan Data Pantauan Pasien pada Komputer Monitoring

Data-data yang ditampilkan pada monitor adalah:

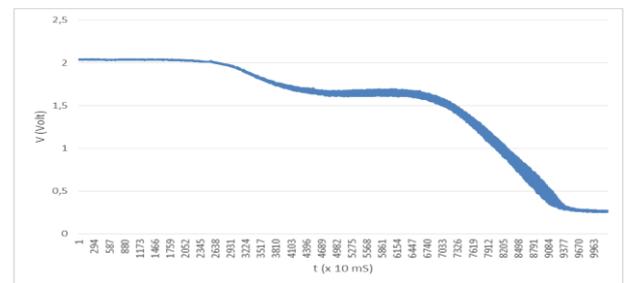
1. Nama pasien yang bisa kita isikan pada kolom nama pasien.
2. Keadaan cairan pada botol infus dimana jika masih ada cairan dalam botol infus maka gambar botol infus akan berwarna biru dan jika tidak ada cairan maka gambar botol infus akan berwarna putih dan buzzer akan berbunyi untuk memberi peringatan bahwa botol infus telah kosong.
3. Jumlah tetesan cairan infus per menit dimana terdapat tiga pilihan jumlah tetesan yaitu 50 tetes/menit, 75 tetes/menit dan 100 tetes/menit
4. Jika jumlah tetesan/menit berada dalam interval yang telah diatur yaitu  $\pm 3$  dari jumlah tetesan/menit maka gambar tetesan air akan berwarna biru dan jika tidak maka warna gambar tetesan air akan berwarna putih dan buzzer pada monitor akan berbunyi untuk memberi peringatan bahwa jumlah tetesan infus sudah tidak sesuai lagi.
5. Data nilai tekanan darah pasien yang terdiri dari tekanan sistolik dan tekanan diastolik. Data tekanan darah dapat diambil setiap lima menit, 60 menit dan 120 menit sesuai dengan setpoint yang dipilih.

6. Data-data ini bisa disimpan dengan menekan tombol save

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari metode penelitian yang telah dilaksanakan maka akan dilakukan pengujian sehingga akan diperoleh suatu hasil pengujian yang selanjutnya dianalisa untuk mengetahui sejauh mana hasil yang diharapkan.

Hasil pengujian keadaan cairan pada botol infus dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini.



**Gambar 9.** Grafik Tegangan Kondisi Cairan Dalam Botol Infus

Pada grafik terlihat bahwa besar tegangan yang terukur pada saat terdapat cairan dalam botol infus stabil pada nilai 2,033 V – 2,038 V. Cairan terus berkurang. Pada saat cairan berkurang dan melewati sensor infra merah maka tegangannya juga ikut menurun. Untuk kondisi ini buzzer telah diatur dimana jika terjadi selisih sebesar 100 (ADC) dari nilai normalnya maka buzzer akan berbunyi untuk memperingati bahwa botol infus telah kosong.

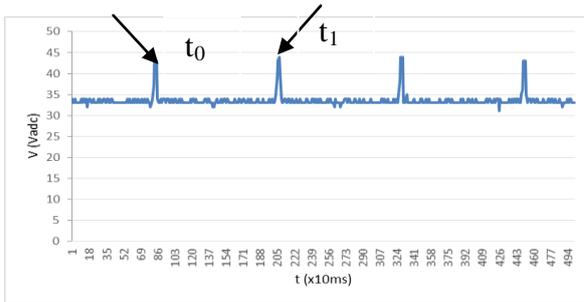
Besar tegangan untuk 100 (ADC) dapat dihitung berdasarkan rumus 3.4 yaitu sebagai berikut:

$$V_{outADC} = \frac{V_{in}}{V_{reff}} \times 1023$$

$$100 = \frac{V_{in}}{5} \times 1023$$

Sehingga didapat  $V_{in}$  sebesar 0,488 V sehingga Buzzer akan hidup saat level tegangan berada pada 2,038 V – 0,488 V = 1,55 V

Hasil pengujian jumlah tetesan infus dapat dilihat pada gambar 10, gambar 11 di bawah ini.



**Gambar 10.** Grafik Tegangan untuk Jumlah Tetesan Infus 50 tetes/menit

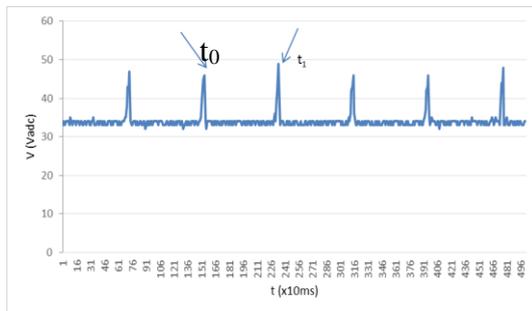
Dari grafik diatas dapat kita hitung jumlah tetesan infusnya dengan menggunakan rumus:  $\text{Infus rate} = f \times 60 \text{ s} \dots\dots\dots 4.1$

Diket:  $t_1 = 2070 \text{ ms}$   
 $t_0 = 830 \text{ ms}$

Jadi  $T = t_1 - t_0$   
 $= 2070 - 830$   
 $= 1240 \text{ ms}$   
 $= 1,24 \text{ s}$

$f = 1/T$   
 $= 1/ 1,24$

Sehingga infus rate =  $(1/1,24) \times 60$   
 $= 48,387 \text{ tetes/menit}$



**Gambar 11.** Grafik Tegangan untuk Jumlah Tetesan Infus 75 tetes/menit

Dari grafik diatas dapat kita hitung jumlah tetesan infusnya dengan menggunakan rumus 4.1

Diket:  $t_1 = 2340 \text{ ms}$   
 $t_0 = 1530 \text{ ms}$

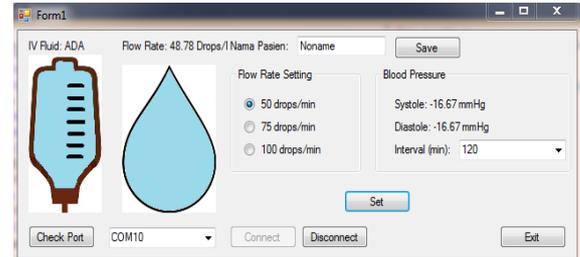
Jadi  $T = t_1 - t_0$   
 $= 2340 - 1530$   
 $= 810 \text{ ms}$   
 $= 0,81 \text{ s}$

$f = 1/T$   
 $= 1/ 0,81$

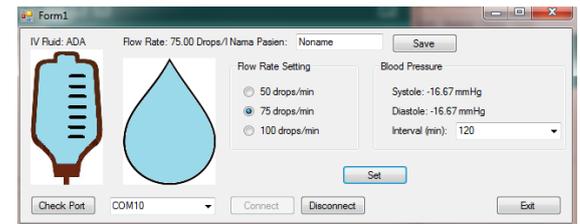
Sehingga infus rate =  $(1/0,81) \times 60$   
 $= 74,074 \text{ tetes/menit}$

**Pengujian Komunikasi Data**

Sedangkan untuk tampilan jumlah tetesan infus pada komputer monitoring dapat dilihat pada gambar 12, gambar 13



**Gambar 12.** Tampilan Saat Kondisi Tabung Infus Diset dengan Jumlah Tetesan 50 tetes/ menit

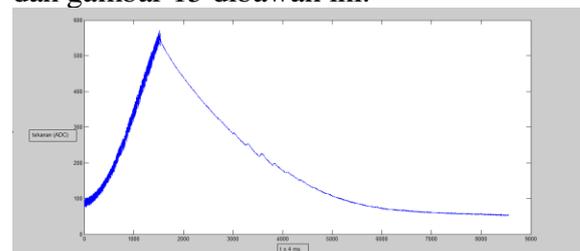


**Gambar 13.** Tampilan Saat Kondisi Tabung Infus Diset dengan Jumlah Tetesan 75 tetes/ menit

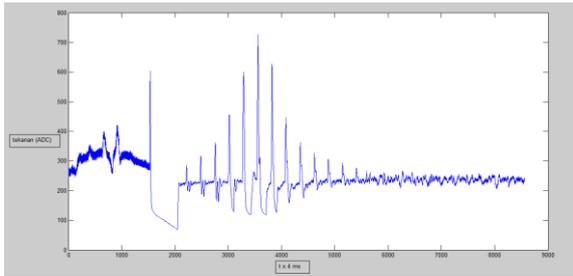
**Pengujian Sensor Tekanan dan Filter**

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah rangkaian sensor dan filter dapat bekerja dengan semestinya agar dapat menghasilkan sinyal oscilometri yang diinginkan untuk pengukuran tekanan darah.

Hasil sinyal dari sensor dan hasil sinyal ekstraksinya dapat dilihat pada gambar 14 dan gambar 15 dibawah ini.



**Gambar 14.** Gambar Sinyal Keluaran dari Sensor Tekanan



**Gambar 15.** Gambar Sinyal Keluaran dari Filter

Dari kedua gambar tersebut terlihat bahwa rangkaian telah bekerja dengan baik. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan oleh program dari data grafik diatas didapatkan hasil tekanan sistolik sebesar 99,44 mmHg dan tekanan diastolik sebesar 74,588 mmHg.

Selanjutnya dilakukan pengujian alat pengukur tekanan darah yang dirancang dengan membandingkannya dengan tensimeter acuan. Pengujian terhadap tensimeter acuan bertujuan untuk menguji tingkat akurasi alat pengukur tekanan darah yang dirancang dengan cara membandingkan hasil pengukuran terhadap tensimeter acuan. Pengujian dilakukan kepada lima orang dimana masing-masing orang dilakukan lima kali pengukuran baik itu menggunakan tensimeter acuan maupun tensimeter rancangan. Tensimeter acuan yang digunakan untuk melakukan pengukuran adalah tensimeter air raksa. Hasil perhitungan error rata-rata tensimeter rancangan pada table 1 di bawah ini.

**Tabel. 1** Tabel Perhitungan Error Rata-Rata Tensimeter Rancangan

No	Nama	error (%)		rata-rata error (%)	
		Sistolik	Diastolik	Sistolik	Diastolik
1	Andi	13.26	1.64	8.42	4.90
2	Wati	11.05	0.23		
3	Rani	4.54	13.31		
4	Sukma	10.12	3.58		
5	Yudi	3.13	5.73		

**Tabel 2** Tabel Pengukuran Time Delay Berdasarkan Jarak dan Kondisi Ruangan

Jarak (m)	Time Delay (ms)	Keterangan
1	18.84	tanpa penghalang
2	19.796	tanpa penghalang
3	20.72	tanpa penghalang
4	21.3	tanpa penghalang
5	21.8	tanpa penghalang
6	201	dengan penghalang
7	240	dengan penghalang
8	292	dengan penghalang

Untuk melihat tingkat akurasi dari alat ukur tekanan darah maka dilakukan pengujian dengan membandingkan alat ukur tersebut dengan alat ukur acuan dimana alat ukur acuan yang digunakan adalah tensimeter air raksa. Dari hasil tabel 1 dapat diketahui bahwa error rata-rata yang terjadi saat pengukuran tekanan sistolik sebesar 8,42 % dan error rata-rata yang terjadi saat pengukuran tekanan diastolik sebesar 4,90 %. Error yang terjadi ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor dari manusianya sendiri dan faktor dari alat itu sendiri. Faktor dari manusia seperti saat dilakukan pengukuran tekanan darah dalam keadaan tidak diam, dan dari alat seperti pemasangan manset yang kurang tepat, pengempisan manset yang tidak sempurna serta penggunaan indeks untuk menghitung besarnya tekanan sistolik dan tekanan diastolik yang kurang tepat untuk rancangan alat ukur ini.

Pengujian komunikasi data yang telah dilakukan dapat disimpulkan komunikasi berjalan dengan baik dimana terlihat pada tampilan komputer monitoring dapat menerima dan menampilkan semua data yang dipantau baik itu data kondisi tabung infus, jumlah tetesan per menit dan data tekanan darah yang diukur secara berkala. Komputer monitoring juga bisa memantau jika terjadi ketidak cocokan data dimana pada komputer ini terdapat peringatan atau notifikasi yang akan memberitahukan jika keadaan tabung infus sudah tidak sesuai

lagi dengan setpointnya. Sedangkan untuk pengujian pengiriman data berdasarkan jarak dan kondisi ruangan dapat disimpulkan bahwa hingga jarak 5 m tanpa penghalang, delay yang terjadi cukup kecil yaitu kurang dari 1 ms tetapi saat ada penghalang terjadi delay yang cukup besar dimana dapat terlihat pada tabel 4.3. Dari tabel terlihat saat diberi penghalang, delay naik cukup signifikan dari 21,8 ms menjadi 201 ms. Hal ini menunjukkan bahwa penghalang memiliki faktor yang lebih besar untuk menghasilkan delay yang besar.

Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa sistem pemantauan infus dan tekanan darah pada pasien rawat inap secara real time dapat diaplikasikan walaupun masih ada kekurangan dengan masih adanya error untuk pengukuran tekanan darah

## SIMPULAN

Hasil perancangan sistem pemantauan infus dan tekanan darah pada pasien rawat inap secara real time sudah bekerja sesuai yang diinginkan berdasarkan dari pengamatan hasil pengujiannya. Sensor infra merah dan sensor tekanan mampu merespon keadaan yang ingin dipantau dimana sensor infra merah bisa memantau kondisi cairan pada tabung infus dan jumlah tetesan cairan infus per menit dan sensor tekanan dapat diaplikasikan dalam rangkaian untuk mengukur tekanan darah pasien. Walaupun masih ada kekurangan pada rancangan ini dimana error rata-rata yang terjadi pada pengukuran tekanan sistolik sebesar 8,42% dan error rata-rata yang terjadi pada pengukuran diastolik sebesar 4,90% dan pada pengiriman data terjadi lonjakan delay yang cukup besar saat diberi penghalang

## SARAN

Sistem pemantauan infus dan tekanan darah pada pasien rawat inap secara real time ini masih ada kekurangan yaitu masih adanya error pada pengukuran tekanan darah. Dengan demikian untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengatasi hal

tersebut dengan cara menentukan indeks yang tepat dalam melakukan perhitungan besarnya tekanan sistolik dan tekanan diastoliknya.

## DAFTAR PUSTAKA

Akhmad Zainuri, Monitoring dan Identifikasi Gangguan Infus menggunakan Mikrokontroler AVR, *Jurnal EECCIS* vol.6 no.1, Juni 2013.

Damar Tianda Darta, Rancang Bangun Sistem Transmisi Data Tekanan Darah untuk Mendukung Human Health Monitoring Berbasis pada Mobile Platform Android, *Jurnal Teknik POMITS* vol.2 no.2, 2013.

Santiago Lopez, *Blood Pressure Monitor Fundamentals and Design*, Freescale Semiconductor Document Number AN4328, 2012

Johan Adi Luhung, *Alat Ukur Tekanan Darah Otomatis Berbasis Mikrokontroler untuk Pasien Rawat Jalan dengan SMS Gateway*, Jurusan Teknik Elektronika, PENS, 2011.

Soot W. N well, Ipswich, dan Mass, *Pressure Signal Processing Gauge Aparatus and Methode for An Automatic Blood Pressure Gauge*, United US Patent Document, United State, 1993.

C.S. Chua and Siew Mun Hin, *Digital Blood Pressure Meter*, Freescale Semiconductor Document Number AN1571, 2005.

S. Chen, V. Z. Groza, M. Bolic, H. R. Dajani, Assessment of Algorithms for Oscillometric Blood Pressure Measurement, *International Instrumentation and Measurement Technology Conference*, Singapore, 5-7 May 2009