

# Alat Pengukur Tekanan Darah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Untuk Pasien Rawat Jalan dengan SMS Gateway

Johan Adiluhung<sup>#1</sup>, Mochammad Rochmad<sup>#2</sup> Firman Arifin<sup>#3</sup>  
<sup>#</sup>Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
 Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya60111, Indonesia  
 Tel: +62 (31) 594 7280; Fax: +62 (31) 594 6114

<sup>1</sup>johanpens@gmail.com

<sup>2</sup>rochmad@eepis-its.edu

<sup>3</sup>firman@eepis-its.edu

**Abstrak** - Masyarakat semakin menyadari pentingnya monitoring kesehatannya khususnya tekanan darah secara berkala dan pihak medis seperti dokter atau perawat kesulitan dalam memonitoring tekanan darah pasien, khususnya pasien rawat jalan seperti pasien yang terserang penyakit stroke yang sangat memerlukan monitoring tersebut.

Oleh karena itu diperlukan alat yang dapat memonitoring tekanan darah yang otomatis dalam kasus ini menggunakan Mikrokontroler dan datanya dapat dikirimkan ke pihak medis secara berkala melalui SMS Gateway.

Sehingga dokter dapat melakukan penanganan kepada pasien sejak dini.

**Kata Kunci** : Tekanan Darah, Mikrokontroler,, SMS Gateway ,Pasien Rawat jalan

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan yang *Progresif* dalam tekanan yang dipengaruhi umur diakibatkan oleh *efek* penuaan pada pengendalian *mekanisme* tekanan darah. Orang lebih sadar akan kondisi kesehatan khususnya orang yang berusia di atas 50 tahun. Salah satu *metode* yang paling banyak digunakan untuk menguji kondisi kesehatan dari individu adalah untuk mengukur tekanan darah dan denyut jantung.

Dari data hasil pengukuran tekanan darah, si pasien dapat mengetahui tentang penyakit apa yang diderita oleh pasien tersebut apakah mengalami kelebihan tekanan darah atau *hipertensi* atau kekurangan tekanan darah atau hipotensi. Khusus orang yang dalam kondisi rawat jalan perlu diadakan pemantauan tekanan darah

secara berkala oleh pihak dokter untuk mengetahui kondisi si pasien apakah semakin membaik atau tidak. dan karena faktor jarak ,komunikasi antara dokter dan si pasien akan terganggu. Oleh karena itu dengan pembuatan “alat pengukur tekanan darah yang berbasis mikrokontroler dengan *sms gateway* ini, diharapkan dapat membantu mereka yang membutuhkan khususnya pasien rawat jalan. sehingga dapat mempermudah dokter untuk melihat kondisi kesehatan pasien melalui indikator tekanan darah hanya dengan melihat sms yang dikirimkan secara berkala sehingga dokter dapat melakukan penanganan pasien sejak dini agar dokter dapat melakukan penanganan kepada pasien sejak dini

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang alat pengukur tekanan darah menggunakan sistem elektronik terintegrasi.
2. Bagaimana merancang alat pengukur tekanan darah yang dapat berkerja secara berkala.
3. Bagaimana menyampaikan hasil pengukuran melalui sms sehingga dapat diterima oleh pihak yang bersangkutan.
4. Bagaimana membuat alat yang presisi dengan nilai *error* kecil.

### 1.3 Batasan Masalah

1. Komponen-komponen elektronika yang digunakan adalah komponen yang memiliki tingkat kepresisiannya kurang dari *standart* dari alat ukur sehingga alat tersebut akan memiliki nilai *error* dibawah nilai *error standart* alat elektronika medis.
2. Objek yang diukur dalam kondisi tenang.
3. Media untuk *sms gateway* adalah mode *wavecom* m13068.

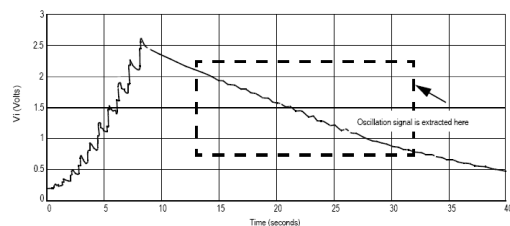
4. Pada ponsel penerima hanya diperuntukkan menerima data pengukurannya saja dari mikrokontroler.
5. Waktu untuk pengukuran adalah 04.30, 12.00, dan 16.30.

## II. Metode Penyelesaian

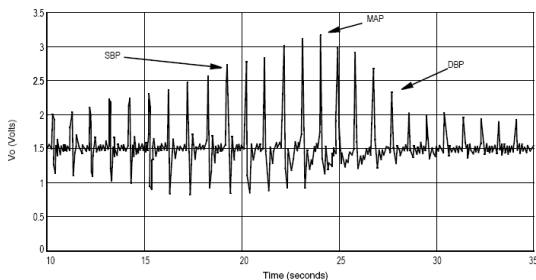
### 2.1 Pengukuran Tekanan Darah dengan Metode Oscillometri

Tekanan darah merupakan tekanan hasil dari peredaran darah pada tubuh manusia. Tekanan darah akan mencapai maksimal saat 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*. Untuk kekuatan jantung dan frekuensi denyut jantung diatur oleh syaraf-syaraf yang menyelubungi jantung. *Frekuensi* denyut jantung dalam keadaan normal adalah sekitar 72 denyut per menit.

Pengukuran tekanan darah dengan *metode oscillometri* ini biasanya dipakai oleh peralatan yang *Non-invasive otomatis*. Dengan melilitkan *handcuff* yang dapat terisi udara pada lengan dan dipompakan udara sampai tekanan tertentu, maka *sensor* tekanan akan menerima sinyal tekanan dari *handcuff* untuk diterjemah menjadi tekanan *sistolik* atau *diastolik* melalui *Mikrokontroler*



Gambar 1. Contoh Hasil Sinyal Output dari Sensor Tekanan [1]



Gambar 2. Contoh letak sinyal hasil ekstraksi [1]

Pada Gambar 1, dimana merupakan contoh *sinyal output* tegangan dari *sensor* berdasarkan *variable* waktu saat *handcuff* dipompa pada tekanan tertentu dan dilepas sampai udara terbuang dari *handcuff*. Sinyal-sinyal ini setelah itu diproses oleh *Filter* seperti *High Pass Filter* yang mana membuang sinyal frekuensi 0.04Hz sedangkan yang dibutuhkan adalah 1 Hz (*frekuensi* tekanan darah adalah 1 Hz sedangkan 0.04Hz merupakan *frekuensi handcuff*).

Sinyal hasil ekstraksi seperti gambar 2 di atas, dapat ditentukan posisi tekanan *Diastolik* (DBP) dan tekanan *Sistolik* (SBP).

Ada 2 pendapat tentang bagaimana mendapatkan tekanan *sistolik* dan *diastolik* pada sinyal hasil Ekstraksi :

- Tekanan *sistolik* dapat dihitung dengan membagikan nilai-nilai disebelah kiri MAP (*Mean Arterial Pulse*) dengan nilai MAP yang mana Hasilnya = 0.85 sedangkan tekanan *diastolik* dapat dihitung dengan membagikan nilai-nilai puncak di sebelah kanan MAP yang mana hasilnya = 0.55 [1]
- Tekanan *sistolik* dapat dihitung dengan mengkalikan 0.6 dengan nilai puncak (MAP) sedangkan tekanan *diastolik* dapat dihitung dengan 0.8 dari nilai Puncak (MAP) [2]

### 2.2 Pengiriman dengan SMS gateway

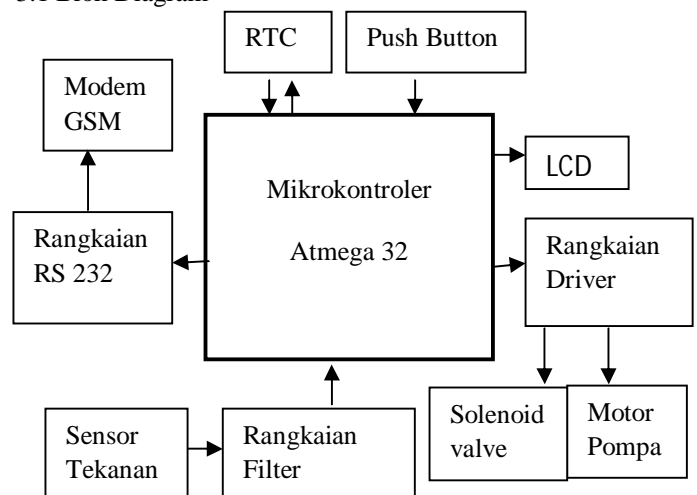
*SMS gateway* merupakan sistem aplikasi untuk mengirim atau menerima SMS, terutama digunakan dalam *aplikasi* bisnis, baik untuk kepentingan *promosi*, *servis* kepada pelanggan, pengadaan *kontent* produk atau jasa, dan seterusnya. Karena merupakan sebuah *aplikasi*, maka *fitur-fitur* yang terdapat di dalam *SMS gateway* dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan.

### 2.3 Pewaktuuan dengan RTC DS1307

DS1307 merupakan serial RTC yang menyediakan informasi detik, menit, jam, hari, bulan, dan tahun. Akhir dari bulan otomatis disesuaikan untuk bulan yang kurang dari 31 hari, termasuk pmbenaran untuk lompatan tahun saat diset ulang. Jam dapat beroperasi dengan format 24 jam maupun 12 jam AM/PM. DS1307 juga memiliki rangkaian deteksi tegangan *drop* dan secara otomatis akan berganti ke *battery backup*

## III. Perancangan Sistem dan Pembuatan Sistem

### 3.1 Blok Diagram



Gambar 3. Proses Kerja Alat

Dimulai dari pemberian perintah melalui tombol atau saat waktu yang ditentukan dimana saat dalam kondisi

tersebut membuat mikrokontroler Atmega 32 memberikan instruksi kepada motor pump untuk memompa udara / angin ke pipa pada *handcuff* sampai tercapai tekanan tertentu, setelah sampai pada tekanan yang ditetapkan, motor akan berhenti bekerja pada *solenoid valve* akan membuka sehingga udara / angin akan keluar dari pipa. Disaat itu *sensor* tekanan MPX5050 GP, berkerja untuk mendeteksi tekanan darah

Sinyal hasil penafsiran dari sensor akan diterima oleh rangkaian *amplifier* untuk menguatkan sinyal dari sensor, setelah itu masuk ke dalam rangkaian *high pass filter* yang membatasi sinyal yang masuk pada *frekuensi* tertentu dimana *frekuensi* yang diloloskan adalah 1 Hz.

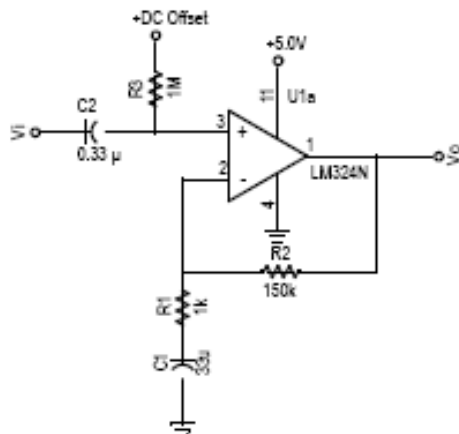
Dari rangkaian high pass filter, *outputnya* akan diterima oleh pin ADC Atmega 32. Dalam Atmega32, dibuat *program* untuk *mengkonversi* data sinyal *analog* yang berasal dari *sensor* menjadi data *digital* sehingga data tersebut dapat diolah untuk mendapatkan nilai-nilai tekanan yang diukur .

Untuk sinyal tegangan yang terdeteksi *sensor* jika dibagikan dengan map hasilnya sekitar 0.85 ditafsirkan sebagai tekanan *sistolik*. Sedangkan untuk sinyal tegangan jika dibagi dengan map sekitar 0.55 ditafsirkan sebagai tekanan *diastolik*.

Setelah mikrokontroler memproses dan mendapatkan data akhir, maka mikrokontroler akan mengirimkan data melalui pin PD0 dan PD1 menuju ke rangkaian RS 232 dimana rangkaian tersebut akan merubah data hasil pengukuran menjadi data *serial* sehingga data dapat di kirimkan ke kabel *serial* melalui DB9 yang akan *dikoneksikan* menuju *modem* sehingga data dapat *ditransfer* melalui media sms pada ponsel 2.

### 3.2 Perancangan Alat

#### 3.2.1 Perancangan High Pass Filter

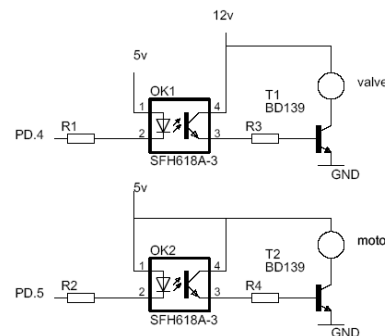


Gambar 4 Rancangan High Pass Filter

Pada rangkaian diatas merupakan rangkaian *high pass filter* yang digunakan untuk meloloskan frekuensi diatas 1 Hz yang merupakan frekuensi dari sinyal tekanan darah dan membatasi sinyal tekanan dari *handcuff* yaitu sekitar 0.04 Hz .

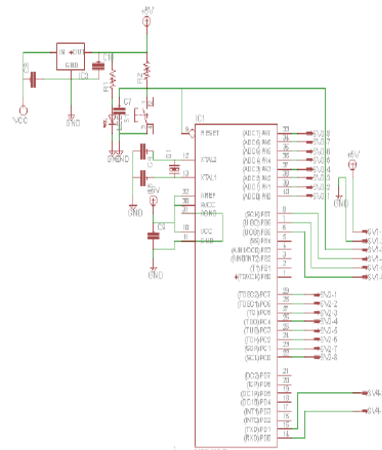
#### 3.2.2 Rangkaian Driver Motor Pompa dan Solenoid Valve

Cara rangkaian tersebut adalah sebagai berikut. Motor pompa dan *solenoid* mendapatkan tegangan +5V dari *optocoupler* dan 0V dari mikrokontroler , sehingga akan menyala. Ketika sensor akan melakukan pendeteksian tekanan, maka motor pompa akan menyala dan solenoid valve akan tertutup melalui pemberian instruksi dari mikrokontroler melalui pin 4 dan 5 pada port d dengan pemberian *input low* (0). Setelah mencapai tekanan tertentu, mikrokontroler akan memberikan instruksi *high* kepada pin 4 dan 5 port d sehingga motor pompa akan berhenti berkerja dan *solenoid valve* akan membuka untuk membuang angin yang ada di *handcuff*.



Gambar 5. Rancangan driver motor dan solenoid valve

#### 3.2.3 Rangkaian Minimum Sistem Atmega32



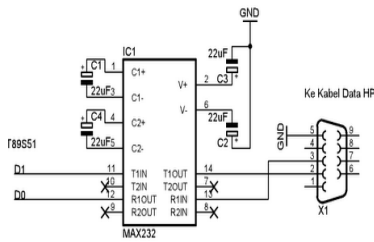
Gambar 6. Rancangan Minimum Sistem Atmega32

Sistem pada proyek akhir ini menggunakan mikrokontroler Atmega 32 dimana terdapat ADC *internal* yaitu pada *port a* yang digunakan untuk *konversi* sinyal *analog* menjadi sinyal digital dan digunakan untuk perhitungan untuk mencari tekanan darah dengan menggunakan metode *osilometri*. Sedangkan pada *port b* digunakan untuk *input* dari *push button*, port c digunakan sebagai *inputan* untuk rangkaian LCD, dan port d

digunakan untuk mengirimkan data *serial* menuju ke rangkaian rs 232 dan juga sebagai *input* dari rangkaian motor pompa dan juga *solenoid valve*, selain itu juga digunakan untuk masukan data dari DS11307 sebagai jam *digital*.

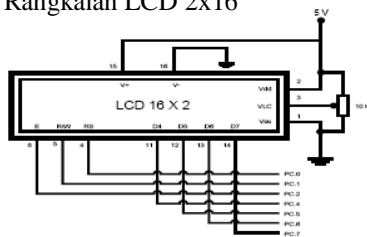
### 3.2.4 Rangkaian Serial RS 232

Pada rangkaian ini menggunakan IC MAX 232 dan juga menggunakan 4 buah kapasitor 22uF yang dihubungkan pada pin MAX 232 yaitu 1 dan 3, 4 dan 5, serta 2 dan 6. Untuk berhubungan dengan mikrokontroler dihubungkan dengan pin 11 untuk *tx* menuju *portd 1* sedangkan *pin 12* untuk *rx* menuju *portd 0*. Sedangkan untuk berhubungan dengan db9 maka dihubungkan pin 14 (*tx*) dengan *pin 2* db9, *pin 13* dengan *pin 2* db 9 dan *pin 5* db9 dengan *ground*.



Gambar 7. Rancangan Rangkaian serial RDS 232 [3]

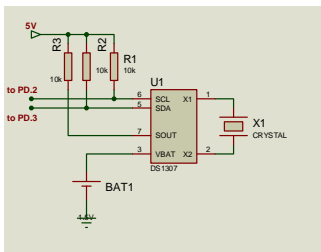
### 3.2.4 Rangkaian LCD 2x16



Gambar 8. Rancangan Rangkaian LCD 2x16 [3]

Modul LCD ini digunakan untuk untuk menampilkan hasil perhitungan mikrokontroler yaitu tekanan *sistolik* dan *diastolik*. Modul LCD ini terhubung dengan *port c* mikrokontroler atmega 16 yaitu mulai pin 0, 1, 2, 4, 5, 6, dan 7 dan menggunakan *variable resistor* sebesar 10 Kohm untuk mengatur cahaya tampilan.

### 3.2.5 Rangkaian RTC DS1307

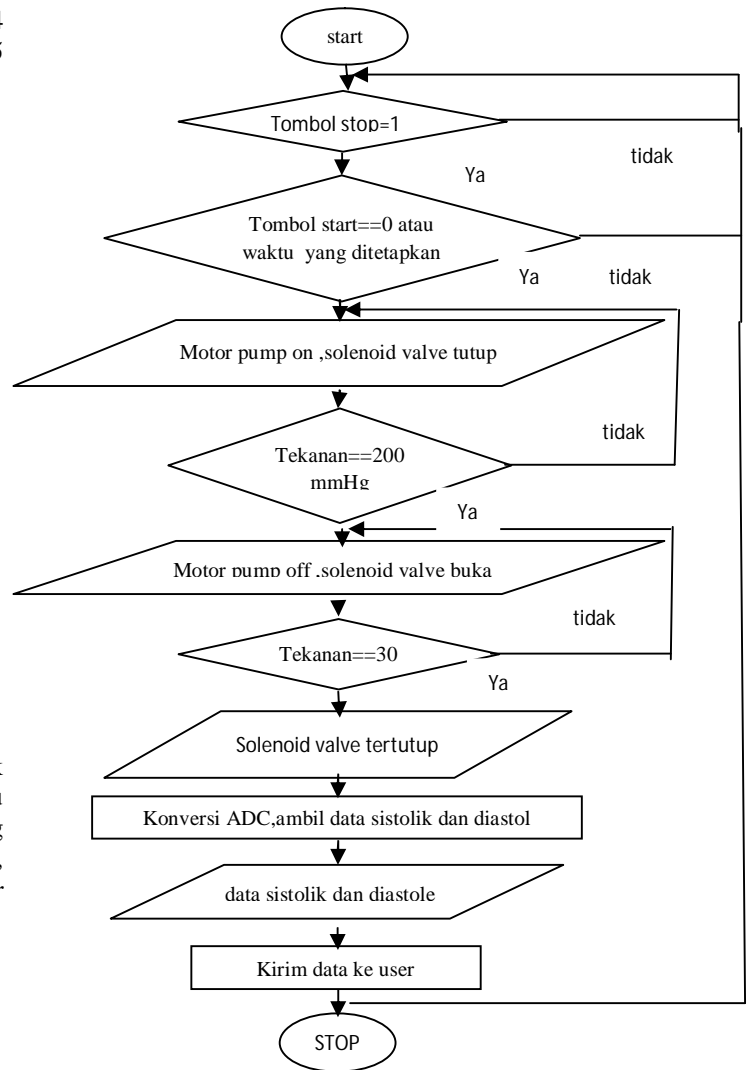


Gambar 9. Rancangan Rangkaian RTC DS1307

Pada rangkaian ini menggunakan IC DS1307, resistor 10K sebanyak tiga buah, baterai 3v dan kristal 32.748MHz. Masing-masing resistor 10K diberi inputan tegangan sebesar 5v dan masuk ke pin SCL, SDA dan SQout. Pin SCL masuk ke dalam pin mikrokontroler atmega32 pada port d.2 sedangkan pin SCA dihubungkan pada port d.3.

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Untuk rancangan perangkat lunak dapat dijelaskan melalui diagram alir berikut ini :  
Diagram alir kerja alat secara keseluruhan



Gambar 10 Gambar diagram alir proses kerja alat

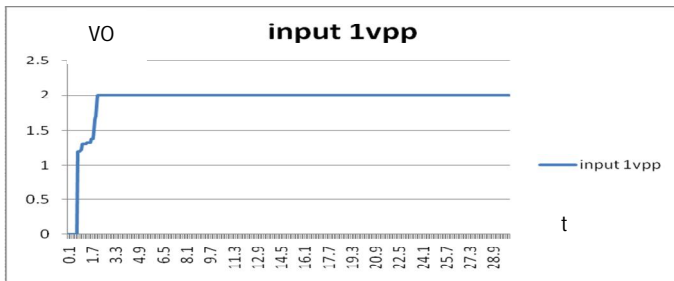
Proses kerja alat dimulai dengan penekanan tombol *start* yang mana jika ditekan akan membuat *logika* yang dihasilkan sama dengan nol (0). Jika tidak dilakukan maka mikrokontroler akan menunggu sampai tombol ditekan. Setelah tombol ditekan, mikrokontroler akan memicu pompa dc agar menyala untuk memompa

*handcuff* dan katup *solenoid* tertutup. Setelah tekanan yang dihasilkan sama dengan 200mmHg maka mikrokontroler akan memicu pompa dc untuk mati dan katup *solenoid* akan terbuka untuk membuang udara yang masuk ke dalam *handcuff*.

Setelah tekanan sama dengan nol, katup *solenoid* akan tertutup, mikrokontroler akan mengkonversi data-data dari sensor untuk mencari nilai tekanan *sistolik* dan *diastolik* dan ditampilkan ke LCD 2x16. Setelah selesai, mikrokontroler akan *mengkonversi* data menjadi *data serial* untuk dikirimkan ke penerima dengan *handphone* atau modem GSM. setelah dikirim maka proses akan berhenti jika masih belum diterima oleh penerima maka data akan dikirimkan ulang

## VI. Hasil Pengujian Alat

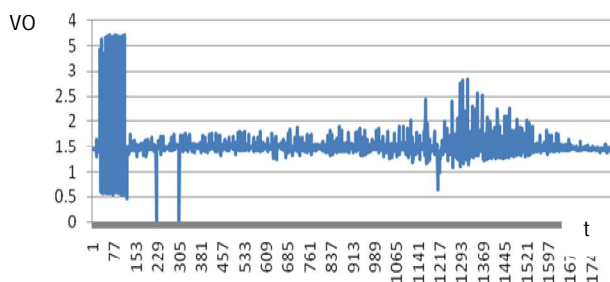
### 4.1 Hasil Pengujian Karakteristik High Pass Filter tanpa Sensor



Gambar 11. Penguatan pada high pass filter dengan input 1mv

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa rangkaian high pass filter mulai menunjukkan adanya sinyal saat diberikan frekuensi mulai dari 0.8 Hz dan juga jika diberikan masukan tegangan yang lebih besar maka akan menghasilkan tegangan output dengan penguatan dua kali dari tegangan masukkan.

### 4.2 Hasil Pengujian Karakteristik High Pass Filter dengan Sensor



Gambar 16 sinyal output sensor dengan filter

Pada gambar diatas menunjukkan saat *handcuff* tidak diberi udara menunjukkan tegangan output sekitar 0.6 V. Karena *handcuff* dipompa sampai tekanan 200mmHg, maka tegangan keluarannya sekitar 3V dan saat dilepepas katup dari *handcuff* menunjukkan adanya

osilasi sinyal yang mana sinyal ini terdapat sinyal tekanan darah.

### 4.3. Hasil Pengujian RTC DS1307



Gambar 12. Tampilan Hasil pengujian RTC DS1307

Berdasarkan dari hasil pengujian dari minimum sistem yang telah dibuat maka dapat dianalisa bahwa dari masing masing bit dalam tiap port dapat digunakan dengan memberikan logika high maupun low dalam mengaktifkan perangkat tambahan seperti led maupun mentransfer data ke lcd serta mengambil data dari rtc berupa sinyal *clock* yang dapat diprogram sebagai pewaktuan dapat dilakukan dengan baik.

### 4.4 Hasil Pengujian Komunikasi Modem GSM dengan Mikrokontroler



Gambar 13 SMS hasil pengujian komunikasi modem gsm dengan mikrokontroler

Untuk komunikasi serial antara penerima dengan pengirim harus sama pengaturannya yaitu pengaturan *baudrate*, tipe datanya harus sama seperti diatas yaitu 8 Data, 1 Stop, No Parity dan juga hubungan antar perangkat harus tepat dimana pada kasus ini menggunakan hubungan serial *cross*.

### 4.5 Hasil Pengujian Alat secara Keseluruhan

#### 4.5.1 Hasil Pengujian Pengiriman secara berkala dengan menggunakan RTC

Tabel 1 hasil pengujian alat untuk megirimkan data secara berkala dengan menggunakan RTC DS 1307

No	Waktu	Terjadi Pengukuran	SMS yang dikirim
1	04.30	Terjadi	Terkirim
2	12.00	Terjadi	Terkirim
3	16.30	terjadi	Terkirim

Berdasarkan tabel 4.5 dimana pengujian apakah alat yang telah dibuat dapat berkerja secara berkala dengan menggunakan pengaturan waktu dari rangkaian RTC DS1307 pada jam 04.30, 12.00,dan 16.30 telah berkerja dengan baik dimana pada masing-masing waktu

itu, alat akan berkerja untuk melakukan pengukuran dan hasilnya dapat dikirimkan melalui media sms.

#### 4.5.2 Hasil Perbandingan Alat

Tabel 2 Hasil Perbandingan Alat dengan Alat Citizen CH-432 B

no	nama	Hasil dari referensi		hasil dari pengujian alat		Rata-rata referensi		Rata – rata pegujian Alat		error	
		SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP
1	Yani	104	74	127.53	89.93	106.17	62.60	113.14	89.93	6.57	43.66
		97	64	111.18	85.02						
		96	59	122.63	78.48						
		95	57	107.91	89.93						
		103	59	96.47	85.02						
2	Syaiful	142	91	150.42	99.74	133.17	80.67	132.06	92.31	0.83	14.43
		133	80	148.79	99.74						
		132	83	122	111.18						
		138	80	150.42	42						
		137	75	109.55	91.56						
		117	75	111.18	109.64						
3	Taufik	108	71	125	76	116.00	70.00	118.55	80.31	2.19	14.73
		121	72	135	60.5						
		116	71	127.53	78.85						
		114	65	106.28	91.56						
		116	69	96.47	81.75						
4	Aziz	121	72	120.99	93.2	114.20	78.20	113.80	75.25	0.35	3.78
		114	70	137.34	49.05						
		129	90	129.17	78.48						
		103	61	116.09	91.56						
		118	81	98.1	76.85						
		107	89	88.29	80.29						
5	Nanda	110	70	106.28	94.83	110.83	64.83	120.36	89.38	8.60	37.66
		109	66	117.72	85.02						
		111	69	120.49	101.37						
		113	61	135.71	89.93						
		111	64	114.45	73.58						
111	59	127.53	91.56								

Tabel 3. Hasil perbandingan alat dengan alat pengukur tekanan darah semi elektronik

no	nama	Hasil dari eferensi		hasil pengujian alat		Rata-rata referensi		Rata – rata Pegujian Alat		error (%)	
		SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP
1	Fatah	165	119	137.34	111.18	151.60	96.60	157.94	119.01	4.18	23.20
		151	92	160.23	120.99						
		147	89	166.77	114.45						
		153	93	156.96	129.17						
		142	90	168.41	119.26						
2	Umu	104	88	125.9	96.47	110.57	73.29	125.42	99.22	13.43	35.38
		105	66	129.17	87.91						
		109	60	129.17	99.74						
		119	80	119.36	112.83						
		110	70	120.89	94.83						
		120	78	130.8	101.37						
3	Niken	107	71	122.63	101.37						
		97	85	116.09	75.21	97.67	60.67	107.64	81.52	10.21	34.38
		92	50	107.91	88.29						
		110	70	109.55	78.48						
		101	55	116.09	75.21						
4	aditya	88	53	111.18	91.83						
		98	51	85.02	80.12						
		131	75	132.44	96.47	126.50	75.33	111.73	88.48	11.68	17.44
		125	69	114.45	94.83						
		127	75	89.93	75.21						
5	bravel	125	79	106.28	83.39						
		133	81	104.64	91.56						
		118	73	122.63	89.39						
		95	55	106.28	70.31	106.57	61.14	115.39	77.08	8.27	26.07
		98	58	130.8	75.21						
		100	49	96.47	80.12						
		137	102	116.09	78.48						
		104	59	111.18	75.21						
		111	57	117.72	80.12						
		101	48	129.17	80.12						

Dapat dilihat bahwa hasil pengukuran tekanan *sistolik* atau SBP menunjukkan nilai kesalahan yang *relatif* kecil dan hasilnya hampir stabil antara pengukuran satu dengan dengan yang lain dan dilakukan sebanyak lima kali, sedangkan untuk pengukuran tekanan *diastolik* atau DBP dimana setelah diukur lima kali antara masing-masing alat akan menunjukkan bahwa data hasil pengukuran mengalami kesalahan ( error ) yang cukup besar, walaupun *time sampling* diubah-ubah. \

Hal ini dikarenakan pada saat mendeteksi tekanan setelah MAP ( *Mean Arterial Pulse* ) yang mana tekanan *diastolik* *dideteksi* dengan cara mencari pulsa yang jika nilai pulsa tersebut ( dalam tegangan ) dibagi dengan MAP akan menghasilkan pembagian sekitar 0.55 kurang *terdeteksi* oleh *sensor* tekanan mpx 5050 GP dan juga pada kasus ini saya menggunakan *metode* untuk mencari *error* yang sekecil-kecilnya sehingga yang *terdeteksi* belum tentu nilai sekitar 0.55 dan juga dipengaruhi oleh faktor-faktor manusia seperti saat melakukan pengukuran, *objek* untuk pengukuran tidak selalu dalam kondisi diam

#### V. Kesimpulan

Setelah dilakukan perencanaan, pembuatan dan pengujian dan analisa system, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk melakukan pengukuran tekanan darah dengan menggunakan metode *osilasi*, objek pengukuran harus dalam kondisi tenang
2. Untuk pengukuran tekanan *sistolik*, sinyal yang terhitung sebagai sinyal tekanan *sistolik* dapat terdeteksi oleh alat sehingga menghasilkan nilai persentasi kesalahan yang relatif kecil yaitu sekitar 0.8 persen, 2.19 persen atau nilai dibawah 10 persen.
3. Untuk pengukuran tekanan *diastolic*, sinyal yang terdeteksi sebagai sinyal tekanan *diastolik* kurang terdeteksi oleh alat sehingga menghasilkan nilai persentasi kesalahan yang besar dan relatif tidak stabil yaitu sekitar 3 persen, 14 persen atau 35 persen.
4. Untuk melakukan pengukuran secara berkala, dapat menggunakan rangkaian RTC untuk melakukan perhitungan waktu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oktavianto,Hary.Implementasi Perhitungan Desimal Menggunakan PGA.Politeknik Elektronika Surabaya : Surabaya.
- [2] Scot W.N well,Ipswich,dan Mass.(1993).*Pressure Signal Prosessing Aparatus and Methode for An Automatic Bloodpressure Gauge*.United .U.S patent document : United State.
- [3] Winoto,Ardi.(2008),*Mikrokontroler AVR ATMEGA8/32/16/8535 dan Pemrogramnya dengan bahasa c pada WinAVR*,Penerbit Informatika