

Sistem Pengukuran Denyut Jantung Berbasis Mikrokontroler ATmega8535

Hamdan Heruryanto¹, Wira Bahari Nurdin, Bidayatul Arminah

Sari

Telah dibuat sistem pengukuran denyut jantung berbasis mikrokontroler *ATmega8535* dengan sensor infra merah yang mendeteksi perbedaan tekanan darah sistolik dan diastolic jantung di ujung jari. Dengan sistem denyut sensor yang memancarkan gelombang *infrared* pada ujung jari, perbedaan tekanan darah tersebut dirubah menjadi sinyal listrik oleh fotodioda dalam bentuk amplitudo gelombang berbentuk pulsa. Pulsa tersebut kemudian diolah menjadi data digital dalam denyut jantung per menit (bpm) yang ditampilkan di LCD dengan memiliki rentang pembacaan 0-280 bpm. Perbedaan relatif hasil pengukuran denyut jantung menggunakan alat ini dibandingkan dengan EKG standar terhadap 4 orang pasien diperoleh 1,29%, 0,66%, 2,29%, dan 3,12%

Kata kunci : EKG, *ATmega8538*, sensor infra merah.

Pendahuluan / Introduction

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi meningkat terus, utamanya pada bidang kesehatan dan elektronika, misalnya dengan ditemukan dan dikembangkannya sensor-sensor pengganti peran indera manusia dalam mengamati dan meninjau besaran-besaran fisis yang ada di lingkungan seperti kelembaban, temperatur, tekanan, cahaya, dan biopotensial. Keberadaan sensor-sensor tersebut dimanfaatkan dalam dunia kesehatan untuk memonitoring kondisi manusia seperti pengukuran denyut jantung, suhu tubuh, dan sinyal otak manusia.

Elektrokardiograf (EKG) merupakan salah satu alat medis yang digunakan untuk memonitoring dan mendiagnosa penyakit jantung. Pada EKG ada dua hal yang penting, yaitu *depolarisasi*, penyebaran stimulus melalui otot jantung, dan *repolarisasi*, kembalinya stimulus otot jantung untuk keadaan istirahat. EKG merekam aktivitas sinyal biolistrik yang dihasilkan oleh jantung manusia yang biasa disebut elektrokardiogram. EKG yang sering dijumpai di rumah sakit atau klinik adalah beberapa jenis EKG konvensional dengan prinsip kerja menggunakan beberapa titik sadapan dari tubuh yang dikhususkan pada penderita penyakit jantung.

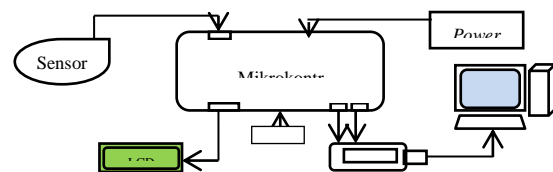
Jantung merupakan organ vital pada tubuh manusia yang berfungsi memompa darah ke paru-paru serta ke seluruh tubuh secara terus menerus. Aktivitas jantung manusia saat memompa dan mengatur sirkulasi darah dalam tubuh menghasilkan sinyal-sinyal potensial listrik. Aktivitas jantung saat memompa darah keseluruhan tubuh menyebabkan sirkulasi darah yang berubah-ubah pada setiap pembuluh darah. Perubahan volume darah pada pembuluh darah tersebut dapat menentukan jumlah denyut jantung.

Monitoring denyut jantung dapat dilakukan menggunakan secara langsung ataupun tidak langsung. Secara langsung dilakukan dengan mensensor pada jantung itu sendiri. Sedangkan secara tidak langsung dengan memanfaatkan pembuluh darah, yaitu dengan melakukan sadapan atau sensor pada aliran darah^[1].

Seiring semakin majunya teknologi dalam bidang kesehatan dan untuk menerapkan konsep elektronika maka dianggap perlu membuat suatu alat untuk mengukur aktivitas denyut jantung dengan basis mikrokontroler *ATmega8535* yang menggunakan LCD 16x2 atau komputer sebagai tampilan agar memudahkan berbagai kalangan dalam memonitoring dan mengontrol kondisi jantung secara *realtime* dan *mobile*. Selain itu, pembuatan alat ini diharapkan dapat menunjang penelitian lebih lanjut dan lebih modern dalam pengukuran denyut jantung.

Data dan Metoda / Data and Method

Prinsip kerja dari alat pendeteksi denyut jantung ini yaitu sensor *Infrared* yang diletakkan pada ujung jari menghasilkan pulsa-pulsa listrik dari volume darah yang dipompa dari jantung, pulsa tersebut tidak hanya terdiri dari laju darah yang dipompa dari jantung saja namun berbagai jaringan lainnya pada ujung jari yang menghasilkan derau, oleh karena itu diperlukan *filter* untuk menyaring pulsa listrik yang diproses selanjutnya. Pulsa listrik yang diterima memiliki amplitudo yang diolah untuk menentukan batasan amplitudo tertinggi dan amplitudo yang paling rendah kemudian dikirim ke mikrokontroler menggunakan *driver* menuju *Port ADC A0*.



Gb1. Diagram blok proses kerja sistem pengukuran denyut jantung berbasis mikrokontroler *ATmega8535*

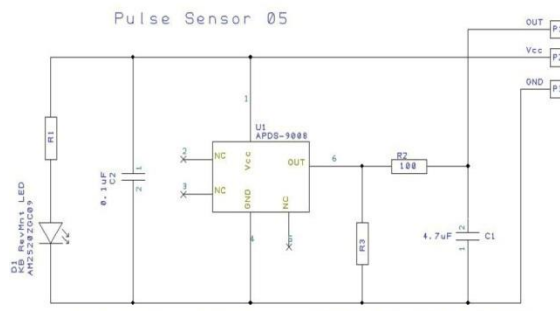
Port ADC 0 merupakan konfigurasi pin masukkan I/O dua arah yang mengelola sinyal analog ke sinyal digital ADC. *Output* dari penelitian ini yaitu mengukur denyut jantung berupa data digital yang ditampilkan di layar monitor LCD PC/ Laptop atau LCD 16 × 2.

Pembuatan Perangkat Keras Secara Umum

Pada pembuatan perangkat keras (*hardware*) ini akan dijelaskan tiap bagian sistem diantaranya mikrokontroler yang digunakan, sensor, LCD, dan RS232 sebagai komunikasi serial ke PC/ Laptop.

Pembuatan Sensor

Rangkaian sensor terdiri dari rangkaian gelombang *infrared* untuk memancarkan gelombang elektromagnetik, rangkaian *photodiode* untuk menerima pantulan gelombang *infrared* oleh aktivitas laju darah. penguat *Op-Amp* yang diperkuat beberapa kali untuk menghasilkan sinyal yang dapat diolah.



Gb2. Rangkaian pulsa sensor

Sensor terdiri dari *IR LED* dan *Photodiode* yang ditempatkan berdampingan. *IR LED* mentransmisikan gelombang *infrared* ke ujung jari dan *photodiode* akan menerima gelombang yang dipantulkan kembali. Intensitas gelombang yang dipantulkan tergantung dari tekanan darah pada ujung jari. Jadi, setiap denyut jantung mengubah jumlah gelombang *infrared* yang terdeteksi oleh sensor *photodiode*. Dengan pengkondisian sinyal yang tepat, perubahan ini memiliki amplitudo pantulan gelombang yang dapat diubah menjadi denyut yang disebut pulsa.

Pembuatan Perangkat Lunak

Saat pengoperasian alat pertama kali, program akan memanggil subrutin inisialisasi diantaranya adalah:

1. Inisialisasi *Port* untuk menginisialisasi *port-port* yang digunakan sebagai jalur *input* dan *output*.
2. Inisialisasi *Port* ADC untuk sensor
3. Inisialisasi timer 0 untuk rutin pembacaan sensor
4. Inisialisasi USART pengiriman data
5. Inisialisasi *Port.C* LCD (tampilan awal)

Program Pengiriman Data

Program pengiriman data diperintah oleh kode *interrupt* yang akan mengirim data ADC menuju USART RX yang kemudian akan mengkonversi menjadi nilai BPM. Kode penulisan program sebagai berikut:

```
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)
```

```
{
char data;
data=UDR;
if (data == 'a'){
printf("%d",j[1]); // kirim nilai pertama
printf("%d",j[2]); // kirim nilai kedua
printf("%d",j[3]); // kirim nilai ketiga
}
else if (data=='b'){
printf("%c",BPM);
};
}
```

Program Pengolah Sinyal

```
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
asm("cli")
signal = read_adc(adc);
kode_kirim= read_adc(adc)*255/1023;
if (signal>=1000)signal=999 ;
if (signal<=100)signal=100;
c++;
counter_waktu += 2;
N = counter_waktu - waktu_bit_akhir;
if (signal < thresh && N > (interval_bit/5)*3){
if (signal < T){
}
}
if (signal > thresh && signal > P){
P = signal;
}
```

Pengolahan perhitungan data digital untuk menghasilkan output BPM

```
rate[9] = interval_bit;
total_waktu += rate[9];
total_waktu /= 10;
BPMs = 60000/total_waktu;
cek = BPMs;
if (BPMs>=95)BPMs=BPMs-15;
else if (BPMs>=85)BPMs=BPMs-10;
else if (BPMs>80)BPMs=BPMs-5;
BPM=BPMs;
```

Pengolahan sinyal untuk memperoleh nilai tiap *beat* menggunakan pengurangan interval nilai puncak kedua pada nilai puncak awal. Oleh karena itu untuk memperoleh nilai BPM menggunakan penjumlahan 10 nilai interval puncak. Pada setiap interval dibutuhkan waktu 2ms untuk membaca sinyal yang telah dikirim oleh sensor agar mengurangi gangguan dan mempercepat pengolahan sinyal sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$IBI = 2ms \times N \dots\dots\dots (1)$$

$$BPM = \frac{60000ms}{IBI} \dots\dots\dots (2)$$

- IBI = Nilai *Beat*
- 2ms = Waktu rutin pembacaan sinyal
- N = Jumlah waktu pembacaan sinyal
- BPM = Nilai BPM

Program Tampilan LCD

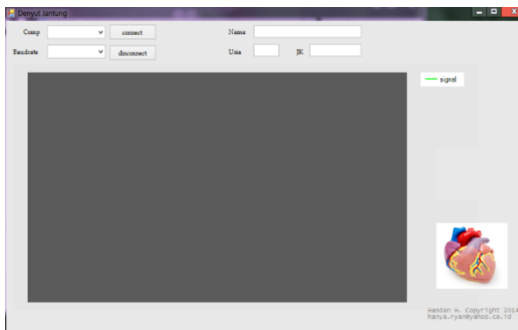
```
lcd_init(16);
// Global enable interrupts
asm("sei")
kirim=0;
z=0;
```

```
while (1)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    sprintf(lcd,"adc=%d ",signal);
    lcd_puts(lcd);
    lcd_gotoxy(0,1);
    sprintf(lcd,"BPM=%d ",BPM);
    lcd_puts(lcd);
    if (denyut==true) {
        denyut=false;
    };
    delay_ms(20);
}
}
```

Tampilan pada LCD saat alat pertama kali dioperasikan yaitu akan menampilkan seperti gambar berikut:

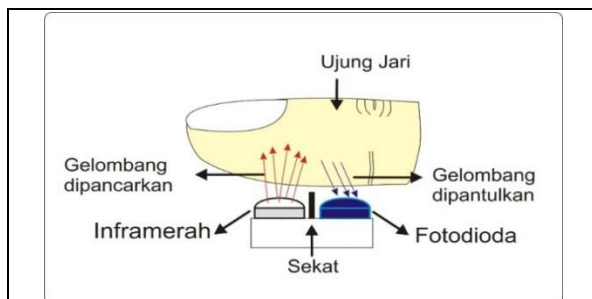


Gb3. Tampilan awal LCD



Gb4. Tampilan awal software pada monitor PC

Ketika sensor diletakkan pada ujung jari, maka sensor



Gb5. Prinsip sensor *infrared* dan *photodiode*

Terdapat tiga keluaran dari rangkaian sensor yaitu, *ground*, *VCC +5 Volt*, dan sinyal keluaran yang menuju ke *Port ADC A0* yang diolah dalam mikrokontroler sebagai sinyal masukan.

secara otomatis membaca aliran darah yang dipompa oleh jantung menuju ujung jari. Setiap denyut jantung mengubah jumlah cahaya *infrared* yang terdeteksi oleh sensor

photodiode. Dengan proses pembacaan sinyal yang singkat dan tepat, perubahan ini memiliki amplitudo pantulan cahaya yang dapat diubah menjadi denyut nadi yang disebut pulsa. Sinyal ini akan diproses langsung oleh ADC mikrokontroler dalam rentang waktu 2ms *looping* secara berulang. Setelah proses dan perhitungan sinyal selesai, LCD dan layar monitor akan menampilkan nilai pengukuran denyut jantung

Pembuatan Perangkat Lunak *Visual Basic*

Program *Visual Basic* digunakan untuk membuat komunikasi antarmuka (*interface*) dari sinyal yang telah diproses oleh mikrokontroler. Program *interface* pada penelitian ini menggunakan tampilan keluaran berupa grafik bervariasi waktu dan setiap denyut jantung akan tampil sebagai puncak. Adapun tampilan grafik diperintahkan oleh *script* singkat sebagai berikut:

```
PrivateSub timerGrafik_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles timerGrafik.Tick
Dim bnykNilai As Integer
bnykNilai = counter - 1
If tambah >= 2 Then
bnykNilai = 0
tambah = 0
cacah = 0
hitung = 0
For i = 0 To 10
kode(i) = 0
Next
SerialPort1.Write("a")
EndIf
If bnykNilai > 1 Then
tambah = 0
counter = 1
grafik.Series("signal").Points.Clear()
For i = 1 To jumlah
If i >= jumlah - (bnykNilai - 1) Then
For j = 1 To bnykNilai
nilai(i + j - 1) = data(j)
Next
Else
nilai(i) = nilai(i + bnykNilai)
EndIf
Me.grafik.Series("signal").Points.AddXY(i, nilai(i))
Next
EndIf
EndSub
```

Hasil dan Diskusi / Result and Discussion

Intensitas cahaya yang dipantulkan tergantung dari volume darah di dalam ujung jari. Jadi, setiap denyut jantung mengubah jumlah gelombang *infrared* yang terdeteksi oleh sensor *photodiode*. Dengan pengkondisian sinyal yang tepat, perubahan ini memiliki amplitudo gelombang pantul yang dapat diubah menjadi denyut yang disebut pulsa. Kemudian pulsa dihitung dalam mikrokontroler untuk menentukan jumlah denyut jantung.

Pengukuran denyut jantung dengan menggunakan mikrokontroler diujikan pada pasien yang berumur 20, 35, 51, dan 70 tahun. Adapun data yang diperoleh dari hasil pengukuran denyut jantung beberapa pasien menggunakan

alat mikrokontroler *ATMega8535* dapat dilihat pada tabel IV.1.

Tabel 1. Data BPM hasil pengukuran mikrokontroler

No.	Nama	BPM		BPM Rerata
		Min	Max	
1	Tn. AM	74	80	77
2	Tn. Msk	73	78	75,5
3	Tn. Pth	64	67	65,5
4	Tn. Spr	62	66	64

Data BPM yang diperoleh dari pengukuran menggunakan mikrokontroler terdapat nilai minimal, maksimal dan rata-rata.

Hasil Pengukuran BPM Menggunakan EKG Konvensional

Dengan pasien yang sama pada pengukuran BPM menggunakan mikrokontroler, maka pengukuran BPM menggunakan EKG konvensional (Comens Model CM-III) diperoleh data seperti pada tabel IV.2 berikut:

Tabel 2. Data BPM hasil pengukuran EKG Konvensional

No.	Nama	Usia	BPM EKG Konvensional
1	Tn. AM	20	78
2	Tn. Msk	35	76
3	Tn. Pth	51	67
4	Tn. Spr	70	62

Berdasarkan data yang diperoleh, BPM tertinggi pada usia 20 tahun dengan nilai 78, sedangkan BPM terendah ada pada usia 70 tahun dengan nilai 62.

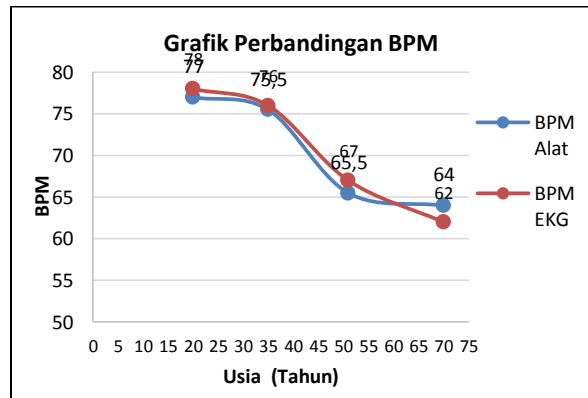
Perbandingan Pengukuran BPM Menggunakan Mikrokontroler dan EKG Konvensional

Adapun data hasil perbandingan dan pengukuran BPM menggunakan mikrokontroler dengan pengukuran BPM menggunakan EKG Konvensional (Model *Comens CM-III*) yaitu pada tabel IV.3.

Tabel 3. Data perbandingan dan pengukuran BPM menggunakan mikrokontroler dengan EKG konvensional (Model *Comens CM-III*)

No.	Nama	BPM Rata-rata	BPM EKG	Persentase selisih pengukuran (%)
1	Tn. AM	77	78	1,29
2	Tn. Msk	75,5	76	0,66
3	Tn. Pth	65,5	67	2,29
4	Tn. Spr	64	62	3,12

Dari hasil perbandingan dan pengukuran BPM menggunakan mikrokontroler dengan EKG konvensional (Model *Comens CM-III*) kemudian dibuat dalam bentuk grafik seperti pada Gambar IV.2



Gambar 6. Grafik perbandingan pengukuran BPM menggunakan alat dengan EKG konvensional

Kesimpulan / Conclusions

Dari hasil pengujian dan analisa terhadap sistem pengukuran alat secara keseluruhan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dibuat dan diuji alat sistem pengukur denyut jantung berbasis mikrokontroler *ATMega8535* yang menggunakan pulsa sensor (*infrared* dan *photodiode*) yang menggunakan tegangan masukan $VCC +5$ untuk mengoperasikannya. Pulsa diolah dalam mikrokontroler *ATMega8535* menjadi data digital berupa denyut jantung per menit (*beat per minute-BPM*) yang ditampilkan pada *display LCD 16x2* dan komputer sebagai keluarannya dengan rentang pembacaan 0 – 280 denyut jantung per me
2. Pengujian akurasi pengukuran denyut jantung menggunakan mikrokontroler menghasilkan selisih akurasi 1,29%, 0,66%, 2,29%, dan 3,12% dari EKG konvensional (Model *Comens CM-III*). Nilai persentase selisih pengukuran tertinggi adalah 3,12%

PROSIDING SEMINAR NASIONAL GEOFISIKA 2014

Optimalisasi Sains dan Aplikasinya Dalam Peningkatan Daya Saing Bangsa
Makassar, 13 September 2014

dan nilai persentase selisih pengukuran terendah adalah 0,66%. Kelebihan dari pengukuran denyut jantung menggunakan mikrokontroler yaitu mudah digunakan, *realtime*, dan datanya dapat di simpan pada komputer.

Pustaka / References

Erliyanto, Machriz,dkk., 2008,Jurnal,Jurusan Teknik Elektro - Institut Teknologi Telkom, Bandung.