

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENGUKURAN TEKANAN DARAH BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 DENGAN *INTERFACING* VISUAL BASIC 6.0

Hasan Mayditia¹⁾ & Achmad Rifai²⁾

1) Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional
2) Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pakuan

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini banyak aplikasi manual yang kemudian dirubah atau diterapkan ke dalam aplikasi yang berbasis digital, contohnya dalam bidang kedokteran yaitu alat ukur temperatur tubuh, alat pengukur berat dan tinggi badan, alat pendeteksi zat dalam darah, alat pengukuran tekanan darah dan lainnya. Proses membangun aplikasi yang berbasis digital dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak pendukung. Kedua hal tersebut tidak dapat dipisahkan dalam mewujudkan aplikasi digital yang akan dibangun.

Pembuatan perangkat keras dibutuhkan pemroses (*processor*) yang dapat mengontrol dan mengolah data. Di sini digunakan mikrokontroler yang merupakan *processor* sederhana dan mempunyai fungsi yang sama dengan *microprocessor*. Bila dibandingkan dengan *microprocessor* yang mempunyai harga yang mahal maka mikrokontroler harganya relatif murah berbanding terbalik dengan fungsinya.

Mikrokontroler dapat diaplikasikan pada berbagai aplikasi digital. Mikrokontroler selain dapat diterapkan kedalam aplikasi yang *stand alone* (berjalan secara otomatis), juga dapat diterapkan kedalam aplikasi yang dapat terhubung dengan komputer. Salah satu aplikasi mikrokontroler di bidang

kesehatan adalah alat ukur tekanan darah berbasis mikrokontroler.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang dan mengimplementasikan sebuah alat (*device electronic digital*) yang berbasis mikrokontroler AT89S51 untuk mengukur tekanan darah manusia dengan *interfacing* Visual Basic 6.0 sebagai program untuk menampilkan data dari perangkat keras yang dibangun. Meneliti bagaimana mengkomunikasikan *device external* dengan komputer serta meneliti proses konversi data dari analog kedalam data digital.

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada perancangan dan implementasi rangkaian ASP (*Analog Singnal Processing*), rangkaian ADC (*Analog to Digital Converter*), rangkaian mikrokontroler sebagai pengolah data dan komunikasi serial dengan PC, rangkaian konversi tegangan serta rangkaian downloader AT89S51. Pembuatan program *interface* dengan Microsoft Visual Basic 6.0 untuk menampilkan data tekanan darah yang dikirim oleh mikrokontroler melalui komunikasi serial, serta pembuatan database menggunakan Microsoft Access untuk menyimpan data tekanan darah.

1.3 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian yang dilakukan diantaranya

1. Alat pengukuran tekanan darah ini dapat dihubungkan dengan komputer sehingga data-data hasil pengukuran dapat dianalisis dan diolah lebih lanjut untuk menentukan tekanan darah manusia yang lebih akurat.
2. Program *interface* ini juga dapat terhubung dengan database sehingga pengguna dapat langsung menyimpan data hasil pengukuran ke dalam database.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan adalah Siklus Hidup Pengembangan Sistem (*System Development Life Cycle/SDLC*) merupakan suatu proses evolusioner dalam menerapkan suatu sistem atau subsistem dalam penelitian. Siklus Hidup Pengembangan Sistem terdiri dari empat tahap, yaitu: tahap analisis, tahap desain/perancangan, tahap implementasi, dan tahap uji coba sistem.

2.1 Analisis Masalah

Pada analisis masalah terdapat beberapa tahap yang dilakukan yaitu identifikasi masalah dan menarik kesimpulan dari proses analisis yang telah dilakukan sehingga dapat memberi arah dalam tahap selanjutnya yaitu tahap perancangan.

2.1.1 Identifikasi Masalah

Pengukuran tekanan darah manusia menggunakan manometer yang manual mempunyai beberapa keterbatasan diantaranya yaitu bahwa alat manometer dengan cairan merkuri sebagai pembacaan data tekanan darah sangat peka terhadap suhu ruangan. Cairan merkuri akan memuai apabila suhu disekitarnya tinggi Sehingga dapat mempengaruhi tingkat

ketelitian dari alat ukur tersebut pada saat pengukuran dilakukan data tekanan darah yang diukur baik tekanan *systolic* maupun tekanan *diastolic* dicatat secara manual pada data arsip pasien.

2.1.2 Kesimpulan Hasil Analisis

Dari analisis yang dilakukan disimpulkan bahwa permasalahan pada alat ukur tekanan darah manual adalah tingkat keakuratan pengukuran dari alat dapat berubah karena dipengaruhi oleh suhu ruangan. Dalam penyimpanan data dari tekanan darah yang diukur dicatat manual. Dari permasalahan diatas diperlukan suatu solusi perubahan alat ukur tekanan darah manual menjadi alat ukur tekanan darah digital sehingga dapat dikoneksikan dengan komputer.

2.2 Desain dan Perancangan

Berdasarkan hasil kesimpulan dan hasil analisis, sebagai alternatif untuk meminimalkan permasalahan pada alat pengukuran tekanan darah manusia dengan mengembangkan alat ukur yang berbasis digital yang *stand alone* maupun yang dapat terhubung dengan komputer. Rancangan alat ukur tekanan darah digital secara detail, mencakup beberapa hal yaitu:

1. Perancangan *Analog Signal Processing (Amplifier dan High Pass Filter)*.
2. Perancangan rangkaian konversi *Analog to Digital*.
3. Perancangan rangkaian *downloader* mikrokontroler.
4. Perancangan rangkaian serial mikrokontroler dengan komputer.
5. Perancangan rangkaian catu daya.
6. Perancangan *flowchart* sistem.
7. Perancangan Program Interface dengan Visual Basic 6.0.
8. Perancangan Database dengan Microsoft Access.

8. Perancangan Database dengan Microsoft Access.

2.3 Implementasi

Tahap selanjutnya adalah implementasi dimana pada tahap ini rancangan yang telah dibuat diimplementasikan agar alat yang dibuat dapat dioperasikan. Terdapat dua tahap yang dilakukan pada implementasi yaitu *Material Collecting*, *Assembling*.

2.3.1 *Material Collecting*

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan alat dan bahan yang akan digunakan. Adapun alat dan bahan yang dikumpulkan yaitu :

1. Komponen-komponen Elektronik.
2. *Software Compiler*.
3. *Software Downloader*.

2.3.2 *Assembling*

Tahap *assembly* (pembuatan) merupakan tahap dimana seluruh objek dibuat. Adapun langkah yang dilakukan pada tahap *assembling* yaitu :

1. Membuat rangkaian gabungan dari masing-masing rangkaian yang telah didesain (rangkaiannya ASP, rangkaian ADC, rangkaian serial, rangkaian catu daya) yang terkoneksi dengan mikrokontroler.
2. Membuat rangkaian *downloader* mikrokontroler.
3. Membuat program *Assembler* untuk diprogramkan kedalam mikrokontroler.
4. Membuat program dengan Visual Basic 6.0 untuk komunikasi dengan mikrokontroler sehingga dapat menampilkan data yang dikirim dari mikrokontroler.

2.4 Tahap Uji Coba

Tahap selanjutnya adalah tahap uji coba. Perangkat keras dan perangkat

lunak yang telah dibangun diujicoba. Uji coba yang dilakukan adalah uji coba fungsional dari perangkat keras dan uji coba koneksi dengan perangkat lunak yang telah dibuat.



Gambar 1. Flowchart Siklus Hidup Pengembangan Sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

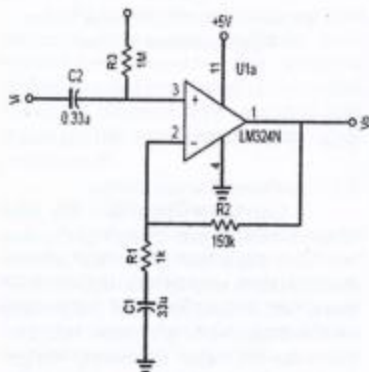
3.1. Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum dari alat yang akan dirancang dan diimplementasikan ini ialah dapat mengkalkulasi tekanan darah manusia yaitu tekanan darah sistolic dan diastolic. Data dari hasil pengukuran ditampilkan oleh program *interface* dimonitor *PC* dan terhubung dengan database. Bentuk komunikasi data yang digunakan yaitu serial dengan koneksi melalui *port serial PC*.

3.2. Desain dan Perancangan

3.2.1. Perancangan Analog Signal Processing (Amplifier dan High Pass Filter).

Fungsi utama dari ASP ini ialah memfilter sinyal yang masuk dan melakukan penguatan sesuai dengan bentuk keluaran yang diinginkan. Rangkaian filter yang berfungsi untuk melewatkan frekuensi tinggi yang merupakan kebalikan dari LPF (*Low Pass Filter*). Keluaran dari sensor terdiri dari dua sinyal yaitu sinyal *oscillation* (1 Hz) dan sinyal dari *Cuff Pressure* (0,04 Hz). Oleh karena dirancang 2-Pole *High Pass Filter* untuk menyaring sinyal dari *Cuff Pressure* sebelum kemudian dikuatkan untuk membentuk sinyal *oscillation*. Desain *High Pass Filter* diatas menggunakan IC *Op-Amp* LM324N. Berikut adalah gambar desain *High Pass Filter*:



Gambar 2. Skematik *High Pass Filter* dan *Amplifier*

3.2.2. Perancangan Rangkaian Konversi Analog to Digital

Untuk mengubah besaran analog menjadi besaran digital dibutuhkan IC ADC (*Analog to Digital Converter*). IC ADC yang digunakan dalam perancangan rangkaian konversi analog ke digital ialah IC ADC0809CNN dari National Semiconductor. IC ADC0809 mempunyai resolusi 8 bit. Untuk ADC0809 nilai resolusi tegangan dapat ditentukan dengan rumus:

$$[1/(256 - 1)] \times V_{ref}$$

V_{ref} (tegangan referensi) sendiri adalah besaran tegangan maksimal yang dapat diubah oleh ADC. Pada perancangan rangkaian ADC ini besarnya $V_{ref} = 3.8 \text{ Volt}$ sehingga besarnya V_{res} (tegangan resolusi ADC yang mewakili 1 bit data) adalah sebesar $[1/(256 - 1)] \times 3.8 = 14,90 \text{ mV}$.

Berikut adalah tabel pemilihan kanal input dari ADC0809 yang diatur oleh kaki (*pin*) A0, A1 A2:

Tabel 1. Pemilihan Kanal Input ADC0809

Selected Analog Channel	Address Line		
	A2(C)	A1(B)	A0(A)
N0	L	L	L
N1	L	L	H
N2	L	H	L
N3	L	H	H
N4	H	L	L
N5	H	L	H
N6	H	H	L
N7	H	H	H

3.2.3 Perancangan Rangkaian Downloader Mikrokontroler AT89S51

Rangkaian *downloader* berfungsi untuk memasukan program yang telah dibuat kedalam mikrokontroler. Di dalam rangkaian *downloader* terdapat dua bagian yaitu rangkaian *programmer* dan rangkaian *target*. Di dalam mikrokontroler AT89S51 terdapat fitur ISP (*In System Programmer*) bertujuan untuk mempermudah pemrograman mikrokontroler. Rangkaian *target* merupakan otak dari sistem yang akan dibuat, rangkaian *target* ini, dikemas dengan 4 buah input output dengan menggunakan konektor, yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan.

3.2.4 Perancangan Rangkaian Serial Mikrokontroler Dengan Komputer

Mikrokontroler AT89S51 telah memiliki fasilitas UART, sehingga dapat melakukan komunikasi secara serial dengan level RS232 antar peralatan atau dengan komputer. MAX232 merupakan IC yang difungsikan untuk merubah format TTL ke RS232 atau sebaliknya.

3.2.5. Perancangan Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya ini berfungsi mensuplai tegangan dan arus kepada seluruh rangkaian yang akan diimplementasikan. Catu daya yang dirancang mempunyai output tegangan 5 Volt sesuai dengan format TTL.

3.2.6. Hasil Akhir Skematik Rangkaian

Skematik rangkaian yang telah dibuat sebelumnya yaitu rangkaian ASP, rangkaian ADC, rangkaian serial dan rangkaian catu daya yang masing-masing terpisah dibuat kedalam satu rangkaian skematik yang sudah terhubung dengan mikrokontroler. Skematik gabungan dari beberapa rangkaian yang telah didesain sebelumnya ditampilkan pada Lampiran 1. Rancangan aplikasi ini pun dilengkapi dengan Flowchart Sistem, Flowchart Program Koneksi Serial dan Flowchart Mikrokontroler.

3.2.7. Perancangan Program Interface dengan Visual Basic 6.0

Perancangan program *interface* mengacu pada *flowchart view system* yang telah dibuat sebelumnya. Desain *form* mencakup komponen grafik seperti *MSChart*, *menu*, *menu toolbar*, *frame*, *label*, *textbox* komponen *MSComm* (*ActiveX* yang berfungsi untuk mengatur komunikasi dengan mikrokontroler), *image list* dan *status bar*. Perancangan halaman dengan *flowchart view* dapat dilihat pada desain halaman utama (*Form Utama*) dan *Form Database*.

1. Desain Form Utama

Desain *Form* utama menampilkan *Menu File*, *Menu Status*, *Menu Database* dan *Menu Help*. Dibagian bawah dari *menu* terdapat *Menu Toolbar* yaitu *Connect*, *Disconnect*, *Repeat*, *Calculate*, *Save*, *Database*, *View Data*, *Help*. Di bagian bawah dari *menu toolbar* terdapat *frame calculate* dan *frame petunjuk penggunaan* yang mempunyai komponen *label* dan *textbox* sebagai media penampil data. Di bagian bawah

dari dari *frame calculate* dan *frame pumping guide* terdapat *MSChart* yang menampilkan *oscillometric data* (*form* utama untuk metode1). Sedangkan untuk *form* dari metode2 digunakan *ActiveX CircleGauge*. Di bagian paling bawah dari *form* utama terdapat *status bar* yang menunjukkan kondisi program *connect* dan *disconnect*.

2. Desain Form Database

Desain *form database* menampilkan *header title* yang terletak di bagian paling atas. Dibagian bawah dari *header title* adalah sebuah *frame* dengan komponen *text* No_Urut, *text* Nama, *text* Alamat, *text* Umur, *text* Tanggal. *Text-text* ini terhubung dengan *database* lewat koneksi *ADO Data Control*. Dibagian kanan adalah tabel data dengan komponen *DataGrid* yang dapat menampilkan data lewat koneksi *ADO Data Control*. Pada bagian bawah terdapat tiga tombol yaitu Tambah, Simpan dan Hapus. Berikut adalah tampilan dari *form database* :

3.2.8. Perancangan Database dengan Microsoft Access.

Perancangan *database* yang terkoneksi dengan aplikasi ini dimaksudkan untuk menyimpan menampilkan data hasil pengukuran tekanan darah. Atribut-atribut yang digunakan diantaranya yaitu No_Urut, Nama, Alamat, Umur, Tanggal, Sistolic, Diastolic. Atribut No_Urut dijadikan *primary key*.

3.3. Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahap meletakkan konsep supaya siap

Untuk digunakan. Pada tahap ini terdapat beberapa hal yang harus dilakukan yaitu *material collectin*, dan *Assembling*

3.3.1. Material Collecting

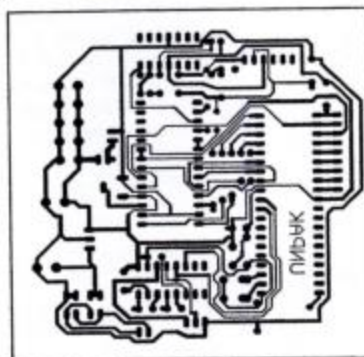
Material collecting dikerjakan parallel dengan tahap assembly. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan seperti komponen-komponen elektronik, *software compiler*, *software downloader*.

3.3.2. Assembly

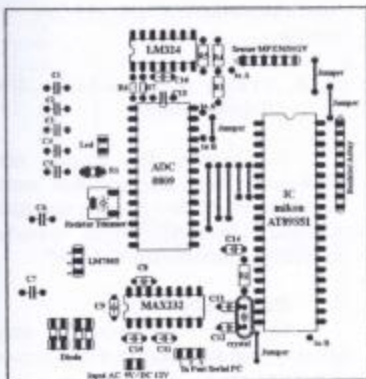
Tahap *assembly* merupakan tahap dimana seluruh objek yang merupakan hasil dari perancangan dibuat kedalam bentuk yang siap untuk digunakan.

1. PCB Rangkaian Gabungan

Pembuatan jalur PCB dilakukan untuk menempatkan komponen elektronik supaya terhubung satu dengan lainnya. Berikut adalah jalur PCB hasil konversi dari skematik akhir pada desain dan perancangan :



Gambar 3. Jalur PCB Tampak Bawah



Gambar 4. Jalur PCB Tampak Atas

Adapun bentuk jadi dari PCB yang telah diimplementasikan terlihat seperti gambar pada lampiran 2.

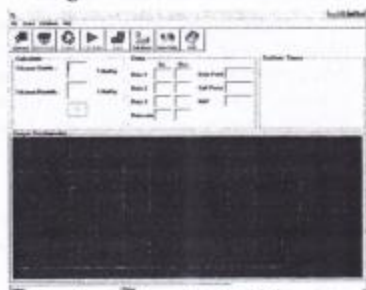
2. Pembuatan Program Assembler

Program yang diintegrasikan kedalam mikrokontroler pada penelitian ini dibuat dengan bahasa *assembler*.

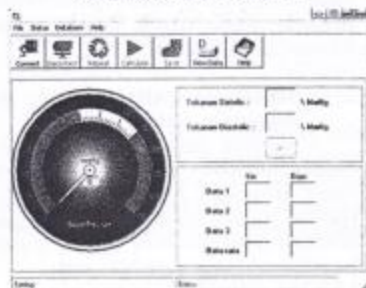


Gambar 5. Tampilan Dari AT89S PC BASED PROGRAMMER

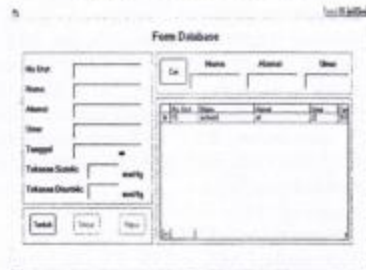
3. Hasil Pembuatan Program Interface dengan Visual Basic 6.0



Gambar 6. Tampilan Dari Program Interface Untuk Metode 1



Gambar 6. Tampilan Dari Program Interface Untuk Metode 2



Gambar 39. Tampilan Dari Form

3.3.3. Kalibrasi atau Perhitungan Sensitivitas Sensor dan ADC

Perhitungan pengambilan data tekanan darah merupakan hal penting dalam menguji keakuratan alat yang telah didesain sekaligus diimplementasikan. Adapun tahapan perhitungan yang harus dilakukan ialah:

1. Sensitivitas Sensor

Sensitivitas sensor MPX5050GP sesuai dengan *datasheet* adalah 90 mV/Kpa. Berarti untuk untuk 1 Pascal = 0,09 mV. Karena besaran yang akan diukur adalah tekanan darah maka harus dikonversi tekanan dalam satuan Pascal menjadi satuan mmHg (satuan untuk tekanan darah manusia).

2. Sensitivitas ADC (*Analog to Digital Converter*)

Resolusi dari ADC0809 sesuai dengan *datasheet* adalah 8 bit berarti *range* data dari ADC0809 yaitu 255 (jumlah kemungkinan nilai). Tegangan referensi yang diberikan yaitu 3,8 Volt berarti resolusi tegangan ADC yaitu:

$$[1 / (255 - 1)] \times V_{ref}$$

$$V_{res} = 1 / 255 \times 3,8 \text{ Volt}$$

$$V_{res} = 14,90 \text{ mV}$$

Dengan kata lain jika diberikan input ADC sebesar 14,90 mV maka Output ADC adalah 1 digit angka (0000 0001 dalam biner). Karena sensor MPX5050GP mempunyai tegangan *offset* sebesar 0,20 V maksimum, 0,14 V (dari pengukuran langsung) jadi rentang ADC sebesar 255 berubah menjadi:

$$0 \text{ mmHg} = [0,14 \text{ V} / 14,90 \text{ mV}] = 9$$

$$300 \text{ mmHg} = [3,8 \text{ V} / 14,90 \text{ mV}] = 255$$

Jadi resolusi ADC = $255 - 9 = 246$ berarti untuk satu digit output ADC mewakili

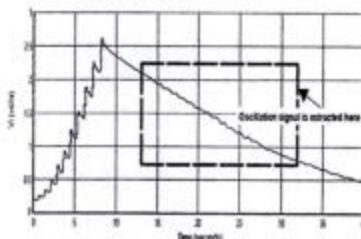
nilai tekanan darah sebesar $300 / 246 = 1,22 \text{ mmHg}$.

3.3.4. Proses Pengambilan Data Tekanan Darah

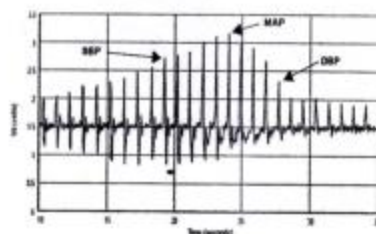
Pengambilan data tekanan darah dilakukan dengan menggunakan metode *Oscillometric Method* (metode utama) dan Metode Alternatif (untuk menutupi kekurangan metode utama).

1. *Oscillometric Method*

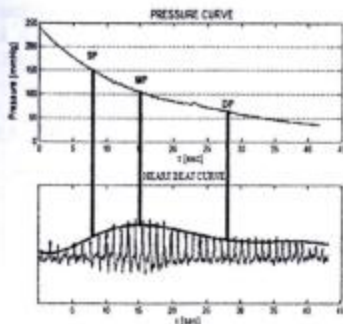
Gambar 7 menunjukkan sinyal tekanan yang dihasilkan dari *Cuff Pressure* dan sinyal osilasi.



Gambar 7. Tampilan Sinyal Output Sensor (*Pressure Curve*)



Gambar 8. Tampilan Sinyal Osilasi (Detak Jantung) dari *Output Amplifier*



Gambar 9. Hubungan Antara Pressure Curve dan Heart Beat Curve

2. Metode Alternatif

Metode ini diambil karena terdapat kekurangan pada metode yang utama yaitu pada saat menentukan data diastolic. Metode ini menentukan data tekanan darah sistolik dan diastolik dengan bantuan osiloskop untuk mengetahui detak jantung. Oleh karena itu metode ini tidak *full automatic* tetapi *semi automatic* (mendengarkan detak jantung dengan osiloskop). Pengguna cukup menekan tombol A pada keyboard ketika mulai mendengar bunyi detak jantung pertamakali (data sistolic) dan bunyi detak jantung yang terakhir (data diastolic) pada saat tekanan kain *cuff* mulai diturunkan.

3.4. Uji Coba

Tahap selanjutnya setelah tahap implementasi adalah tahap uji coba. *Hardware* atau alat yang telah dibangun diuji coba dengan dijalankan serta dikoneksikan dengan *PC*. Terdapat dua jenis tahapan uji coba yang dijalankan yaitu uji coba fungsional dan uji coba validasi (keakuratan).

3.4.1. Uji Coba Fungsional

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada masing-masing rangkaian yaitu rangkaian mikrokontroler, ADC, rangkaian ASP (*Analog Signal Processing*), konversi tegangan MAX232 dan rangkaian catu daya. Berikut adalah hasil tabel uji coba secara fungsional:

Tabel 2. Hasil Uji Coba Fungsional

Rangkaian	Hasil
Mikrokontroler	Berfungsi
ADC	Berfungsi
ASP	Berfungsi
Konversi Tegangan Max232	Berfungsi
Catu daya	Berfungsi

Rangkaian yang telah diuji coba kemudian dikoneksikan dengan *PC* lewat *port serial PC*. Berikut tabel hasil pengukuran langsung dari alat yang sudah terhubung dengan program *interface* pada *PC*:

Tabel 3. Tabel Pengukuran Langsung

Input (Potentiometer) Volt	Output (ADC) Biner	Output Interface (Conversion) Volt	Output Interface (Calibration)
0,014	0000 0010	0,020	2
0,029	0000 0011	0,039	3
0,044	0000 0011	0,044	3
0,059	0000 0100	0,044	4
0,074	0000 0101	0,049	5
0,089	0000 0111	0,089	7
0,104	0000 1001	0,149	10
0,119	0000 1001	0,1639	10
0,134	0000 1001	0,1639	10
0,149	0000 1011	0,1639	11
1,000	0100 0111	0,9994	67
1,500	0110 0011	1,500	98
2,000	1000 0111	1,9995	130
2,500	1010 1111	2,500	167
3,000	1100 1111	3,000	199
3,500	1110 1111	3,500	238
3,800	1111 1111	3,7994	253

3.4.2. Uji Coba Validasi Keakuratan)

Pada tahap ini alat yang telah dibangun dan telah diuji coba secara fungsional diuji kembali dari keakuratan data yang dihasilkan. Uji coba validasi (keakuratan) dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dengan alat tensimeter yang lain.

Tabel 4. Tabel Hasil Perbandingan

No	Tensimeter Manual ALRK2 (mmHg)	Tensimeter Basis Kontroler (mmHg)
1	118/78	119/80
2	107/84	118/70
3	120/77	124/72
4	113/78	121/81
5	110/76	118/71
6	123/82	119/70
7	114/80	121/75
8	112/86	125/82
9	121/77	119/73
10	119/81	115/69

Tabel 5. Hasil Perhitungan Statistik

Variable	N	Mean	Median	StDev
Sistolik Manual	10	115,70	116,00	5,25
Diastolik Manual	10	79,90	79,00	3,31
Sistolik Otomatis	10	119,90	119,00	2,96
Diastolik Otomatis	10	74,30	72,50	4,95

Pada uji coba diatas rata-rata tekanan sistolik dan diastolik untuk sepuluh kali pengukuran adalah 120/74 mmHg. *Standard deviasi* (tingkat *error*) pengukuran tekanan sistolik 2,96 sedangkan untuk diastolik adalah 4,95, maka :

$$\text{Tekanan Sistolik} = (120 \pm 2,96)$$

$$\text{Tekanan Diastolik} = (74 \pm 4,95)$$

$$\text{Ketelitian Pengukuran Sistolik}$$

$$= 12,96 / 120$$

$$= 0,975 \text{ mmHg}$$

$$\text{Ketelitian Pengukuran Diastolik}$$

$$= 14,95 / 74$$

$$= 0,93 \text{ mmHg}$$

Sedangkan untuk keakuratan/ keakurasian dari alat diperoleh dengan membandingkan dengan alat yang sudah ada (tensimeter manual sebagai alat pembanding). Pengukuran dilakukan berulang-ulang pada *sample* yang sama seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Adapun rumus untuk menentukan keakuratan adalah sebagai berikut :

$$\text{Keakuratan} = (1 | HT / H |) * 100\%$$

H pada rumus menyatakan nilai harapan dari alat pembanding (nilai rata-rata). Sedangkan untuk T adalah nilai terukur dari alat yang diimplementasikan. Jadi nilai keakuratan dari alat yang diimplementasikan adalah :

$$\text{Keakuratan Nilai Sistolik}$$

$$= (1 | 116120 / 116 |) * 100\%$$

$$= 0,97$$

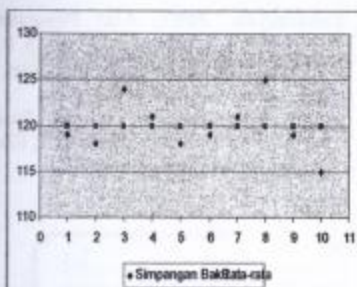
$$\text{Error} = 0,03$$

$$\text{Keakuratan Nilai Diastolik}$$

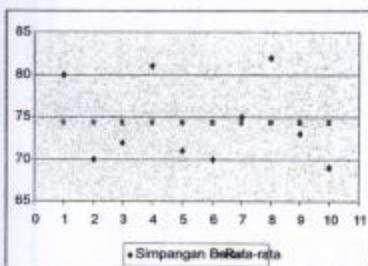
$$= (1 | 8074 / 80 |) * 100\%$$

$$= 0,93$$

$$\text{Error} = 0,07$$



Gambar 10. Grafik Standar Deviasi Data Sistolik



Gambar 11. Grafik Standar Deviasi Data Diastolik

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Hasil uji coba yang dilakukan secara fungsional dapat disimpulkan bahwa hasil dari perancangan masing-masing rangkaian dan perancangan program *interface* yang kemudian diimplementasikan berfungsi dengan baik. Program *interface* telah dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler sehingga program *interface* mampu

mengirim dan menerima data dari mikrokontroler dan menampilkannya dalam bentuk grafik *chart*.

Sedangkan hasil uji coba validasi dapat disimpulkan bahwa alat yang telah diimplementasikan mempunyai tingkat ketelitian alat murni sebesar 1,22 mmHg. Sedangkan tingkat ketelitian pengukuran untuk nilai sistolik sebesar 0,975 mmHg dan untuk tingkat ketelitian pengukuran nilai diastolik sebesar 0,93 mmHg. Tingkat *error* pengukuran untuk nilai sistolik sebesar 2,96 dan tingkat *error* pengukuran nilai diastolik sebesar 4,95.

Keakuratan atau keakuratan dari alat yang telah diimplementasikan dan kemudian dibandingkan dengan alat pembanding (alat manual) untuk nilai sistolik sebesar 0,97 dengan *error* sebesar 0,03. Sedangkan untuk keakuratan nilai diastolik sebesar 0,93 dengan tingkat *error* sebesar 0,07.

4.2. Saran

Alat pengukur tekanan darah yang telah diimplementasikan masih mempunyai keterbatasan yakni alat tersebut masih menggunakan *valve* (klep) yang manual sehingga pemakai harus cermat dalam melakukan pengukuran tekanan dalam proses pengukuran tekanan darah. Dengan kata lain alat ini harus digunakan oleh pemakai yang sudah terbiasa. Tingkat *error* yang disebabkan oleh penurunan tegangan catu daya, sistem pengkabelan yang kurang baik serta prosedur pengukuran tekanan darah yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran dapat diminimalisasi dengan cara melakukan kalibrasi ulang. Data hasil pengukuran dapat dianalisis atau diolah lebih lanjut untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Delta-Electronic. 2007, *Tutorial Mikrokontroler AT8951*, <http://www.delta-electronic.com>, Surabaya.
- Freescall Semiconductor. 2005, *Digital Blood Pressure Meter*, <http://www.freescall.com>.
- InfoMedika. 2007, *Bagaimana tekanan Darah Diukur*, <http://Infomedika.blogspot.com>.
- InnovativeElectronic. 2007, *Tutorial Mikrokontroler*, <http://www.innovativeelectronic.com>, Surabaya.
- KMK. 2007, *Seputar Mikrokontroler*, <http://www.kelas-mikrokontrol.com>.
- LAMEL. 2007, *Pemrograman Mikrokontroler AT89S51 Dengan C/C++ dan Assembler*, ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Mayditia, Hasan. 2006, *Modul Praktikum Interfacing Komunikasi Serial UART Komputer Dengan Mikrokontroler*, Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA Universitas Pakuan Bogor.
- MyTutorialCafe. 2007, *Tutorial Mikrokontroler AT89S51*, <http://www.mytutorialcafe.com>.
- National Semiconductor. ADC0808/0809, <http://www.National.com>.
- Rendrasyah. 2007, *Alat Pengukur Tekanan Darah*, <http://rendrasyah.wordpress.com>.
- Suhata, ST. 2004, *VB Sebagai Pusat Kendali Peralatan Elektronik*, Elex Media Komputindo, Jakarta.

Lampiran.
Skematik Akhir Alat Pengukuran Tekanan darah berbasis Mikrocontroller AT 89551

