

Perancangan Sistem pemantau Tekanan Darah Dengan Sensor Tekanan MPX5100GP Berbasis STM32F103

Panca Muji Sulistyawan

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

Ds. Bulang, RT/RW 08/04, Gending, Kab. Probolinggo

Telp. (+62) 85330729674

Email : pancamuji123@gmail.com

Abstract – One of the problems faced by most people who are old is hypertension. By not doing regular check-ups with health workers, a person does not know how much blood pressure is in his body. Indifference to the state of blood pressure due to being lazy to check with health workers makes someone with a history of hypertension getting worse. One of the things you can do if you are lazy to check your blood pressure is to have your own blood pressure measuring device (sphygmomanometer). In this research, a blood pressure monitoring system is designed which is expected to be easy and efficient. In the design of this system using MPX5100GP pressure sensor and STM32F103 microcontroller as data processing. The working principle of this system is by installing a cuff on the patient's arm and then it will be pumped up to a certain pressure whose working principle is similar to a sphygmomanometer in general. The difference in this system is that the operation process is automatic because there is a microcontroller and the LCD will display the measurement results. The system created can be used to measure blood pressure in adults. The measurement in this system is the measurement of systolic pressure and diastolic pressure. This system also displays on the LCD whether the patient has hypertension or is normal with predetermined parameters. The overall reading results will be displayed on a 20x4 LCD which is connected to the STM32 Microcontroller using the I2C Module.

Keywords — Hypertension, blood pressure, STM32F103, sphygmomanometer, MPX5100GP.

Abstrak – Salah satu permasalahan yang dihadapi sebagian besar orang yang sudah berumur adalah Hipertensi. Dengan tidak melakukan pemeriksaan secara rutin pada tenaga kesehatan menyebabkan seseorang tidak mengetahui berapa tekanan darah dalam tubuhnya. Sikap acuh tak acuh terhadap keadaan tekanan darah dikarenakan malas untuk periksa pada tenaga kesehatan membuat seseorang yang riwayatnya terkena hipertensi akan semakin buruk. Salah satu hal yang bisa dilakukan jika malas untuk periksa tekanan darah adalah dengan cara memiliki alat pengukur tekanan darah (tensimeter) sendiri. Dalam penelitian ini dibuat perancangan sistem pemantau tekanan darah yang diharapkan dapat dengan mudah dan efisien. Pada perancangan sistem ini menggunakan sensor tekanan MPX5100GP dan mikrokontroler STM32F103 sebagai pengolah datanya. Prinsip kerja sistem ini dengan memasang manset pad alengan pasien kemudian akan dipompa hingga sampai pada tekanan tertentu yang prinsip kerjanya mirip dengan tensimeter pada umumnya. Perbedaan yang terdapat pada sistem ini adalah proses pengoperasiannya otomatis karena terdapat mikrokontroler dan

LCD akan menampilkan hasil pengukurannya. Sistem yang dibuat dapat digunakan untuk mengukur tekanan darah pada orang dewasa. Pengukuran pada sistem ini adalah pengukuran tekanan systole dan diastole. Pada sistem ini juga ditampilkan pada LCD apakah pasien mengalami hipertensi atau normal dengan parameter yang sudah ditentukan. Hasil pembacaan secara keseluruhan akan ditampilkan pada LCD 20x4 yang terhubung dengan Mikrokontroler STM32 menggunakan Modul I2C.

Kata Kunci — Hipertensi, Tekanan darah, STM32F103, Tensimeter, MPX5100GP.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, ilmu mengenai bidang teknologi saat ini sangat berkembang dengan pesat. Perkembangan teknologi saat ini tidak hanya dalam bidang pertanian ataupun bidang pendidikan, tetapi juga dalam bidang kesehatan. Perkembangan teknologi dalam bidang kesehatan diharapkan dapat mempermudah dan dapat meningkatkan kualitas kesehatan terutama dalam peralatan elektronika terkait dengan kesehatan. Semakin banyak teknologi tentang kesehatan maka akan semakin cepat juga respon terhadap penyakit ataupun masalah kesehatan pada diri seseorang. Kesehatan adalah keadaan sejahtera dari badan, jiwa, dan sosial dari diri seseorang yang merupakan aset penting bagi setiap orang. Orang yang memiliki kesehatan yang baik secara jasmani dan rohani akan dapat melakukan kegiatan sehari – hari ataupun pekerjaan dengan baik tanpa terbebani. Kesehatan dapat dikatakan sebagai salah satu faktor penentu kualitas sumber daya manusia. Kesehatan individu ataupun kesehatan masyarakat perlu dijaga, dirawat, dan diperiksakan pada tenaga kesehatan secara berkala.

Tekanan darah merupakan hasil dari aktivitas pemompaan jantung yang berlangsung secara kontraksi dan relaksasi (Asmara et al., 2009). Nilai dari tekanan darah pada seseorang jika ingin diketahui dapat diukur menggunakan alat yang dinamakan tensimeter atau sphygmomanometer. Pengukuran tekanan darah bisa dikatakan hal yang biasa dilakukan banyak orang, tetapi juga ada orang yang acuh terhadap salah satu pemeriksaan kesehatan ini. Pemeriksaan tekanan darah sangat penting mengingat bahwa berbagai penyakit dapat terjadi

akibat tekanan darah yang tidak normal. (Yazid & Harjoko, 2011). Pengukuran tekanan darah dilakukan karena banyak manfaatnya, diantara lain untuk mengetahui apakah seseorang mempunyai riwayat hipertensi serta untuk memperkirakan risiko kardiovaskular jangka panjang dan pemeriksaan ini sebagai salah satu penanganan awal untuk mendeteksi itu pada diri seseorang. Pada saat tekanan puncak terjadi kontraksi pada ventrikel, maka disebut dengan tekanan sistolik. Sedangkan tekanan diastolik terjadi saat mengalami tekanan terendah saat jantung beristirahat. Tekanan darah dapat digambarkan sebagai rasio tekanan sistolik terhadap tekanan diastolik dengan nilai rata-rata tekanan darah normal biasanya 120/80 mmHg.

Jika dilihat dari Data *World Hypertension League Brochure* (2003) menunjukkan bahwa hipertensi diderita lebih dari 1,5 miliar jiwa di seluruh dunia, ini menandakan bahwa hipertensi merupakan salah satu masalah kesehatan yang harus diwaspadai. Faktor utama dalam meningkatnya tekanan darah adalah mengkonsumsi garam berlebih baik itu pada makanan ataupun lainnya. Data dari University of Aucland New Zealand menunjukkan bahwa sekitar 80% penyakit hipertensi terjadi pada negara berkembang dan salah satunya adalah Indonesia (Ratnawati, 2011). Pada alat pengukuran tekanan darah biasanya menunjukkan dua nilai, yaitu nilai *systole* dan nilai *dyastole*. Sedangkan saat melakukan pemeriksaan tekanan darah dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu metode *invasive* dan *non-invasive*. Metode *invasive* yaitu metode yang menggunakan kanula atau jarum yang dimasukkan ke dalam pembuluh darah yang dihubungkan dengan manometer, sedangkan metode *noninvasive* menggunakan tekanan udara yang dimasukkan pada manset seperti pada tensimeter analog. Saat ini ada yang namanya tensimeter digital. Tensimeter ini lebih mudah digunakan dibandingkan dengan tensimeter merkuri.

Alat yang dapat digunakan sebagai referensi pembanding pada pengukuran adalah tensimeter dengan tipe merkuri. *Sphygmomanometer* merkuri merupakan alat ukur yang paling standar yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi (Nelson Debralee. RDH. MA.,2008). Pada saat ini tensimeter tipe merkuri sudah jarang ditemui karena penggunaannya sudah dibatasi, hal ini dikarenakan penggunaan merkuri mempunyai efek samping dan dapat membahayakan lingkungan (Nainggolan Parlindungan Fernando, 2015). Pada penelitian ini dilakukan dengan merancang sebuah sistem pemantau Tekanan Darah Dengan Sensor Tekanan MPX5100GP Berbasis STM32F103 yang perancangannya terdiri dari mikrokontroler STM32F103, LCD 20x4 I2C, sensor MPX5100GP, *air Pump*, manset (*handcuff*), rangkaian penguat instrumentasi, dan *power supply*. Perancangan sistem ini diharapkan dapat memompa dan mengukur tekanan darah secara otomatis serta dapat membaca hasil pengukuran tekanan darah secara praktis dilengkapi dengan informasi nilai sistolik dan diastolik tekanan darah. Selain itu, perancangan sistem ini dapat menampilkan klasifikasi hipertensi pada LCD.

Dengan perancangan sistem yang dibuat dengan sedemikian rupa, penulis berharap perancangan sistem ini dapat diterapkan secara luas pada masyarakat dan ada penyempurnaan - penyempurnaan terhadap penelitian ini dan penulis berharap sistem ini akan mempunyai kegunaan yang lebih efektif dan informatif.

II. DASAR TEORI

1. STM32F103

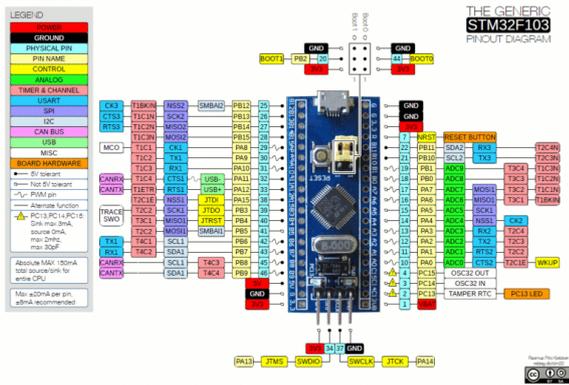
Mikrokontroler merupakan sebuah IC (*Integrated Circuit*) atau chip yang memiliki semua komponen pembentuk komputer seperti CPU (*Central Processing Unit*), *Clock*, ROM (*Read Only Memory*), RAM (*Random Access Memory*), I/O (*input/output*), bahkan beberapa mikrokontroler dilengkapi dengan ADC (*Analog-to-Digital Converter*) yang sudah terintegrasi di dalamnya dengan ukuran yang relatif kecil. STM32F103 adalah sebuah mikrokontroler ARM Cortex-M yang diproduksi oleh STMicroelectronics dengan arsitektur processor 32-bit RISC (*Reduced instruction Set Computer*).

Mikrokontroler STM32 dikembangkan oleh Advanced RISC Machine (ARM) yang dulunya dikenal dengan Acorn RISC Machine. Terdapat beberapa seri processor ARM Cortex dari yang memiliki fungsi sederhana hingga yang saat ini banyak digunakan pada *smartphones* mulai dari seri terkecil ARM Cortex-M, ARM Cortex-R hingga ARM Cortex-A. Ada juga seri ARM Secure Core dan ARM Machine Learning (ARM, 2018). Arsitektur RISC terdiri dari file register besar yang sama, memuat dan menyimpan arsitektur, mode pengalaman sederhana dan bidang instruksi panjang yang sama. Karena karakteristik tersebut ARM mempunyai kinerja tinggi, kode yang simpel, konsumsi daya rendah dan ukuran yang kecil. Gambar mikrokontroler STM32F103 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mikrokontroler STM32F103

STM32F103 memiliki beberapa konfigurasi pin yang digunakan sesuai kebutuhan dari pengguna. Konfigurasi pin pada mikrokontroler STM32F103 dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi Pin STM32F103

Untuk spesifikasi dari mikrokontroler STM32F103 yang mencakup *clock speed*, *flash memory*, dan lainnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi STM32F103.

Spesifikasi	Keterangan
<i>Clock Speed</i>	72.0 MHz
<i>FLASH Memory Size</i>	65536 B
<i>Lead-Free Status</i>	Lead Free
<i>Lifecycle Status</i>	Active
<i>Mounting Style</i>	Surface Mount
<i>Number of Bits</i>	32
<i>Operating Temperature</i>	-40.0 °C hingga 85.0 °C
<i>Packaging</i>	LQFP
<i>Number of Pins</i>	48
<i>RAM Memory Size</i>	20480 B
<i>REACH SVHC Compliance</i>	No SVHC
<i>RoHS</i>	Compliant
<i>Supply Voltage (DC)</i>	3.60 V (maks.), 2.00 V (min.)

2. Sensor Tekanan MPX5100GP

Sensor tekanan MPX5100 merupakan sensor tekanan yang peka terhadap tekanan rendah, hanya dengan perubahan kecil pada tekanan seperti tiupan saja dapat mempengaruhi tegangan *output* yang dihasilkan. Sensor ini menggunakan bahan *Silicon Stress Stain Gauge*. MPX5100GP adalah salah satu sensor tekanan *Strain gauge* jenis piezoresistif transduser berbahan silikon yang terintegrasi dalam sebuah chip, bekerja pada tekanan 0 kPa sampai 100 kPa (0 psi sampai 14,5 psi) atau 15 kPa sampai 115 kPa (2,18 psi sampai 16,68 psi) dengan tegangan *output* 0,2 volt sampai 4,7 volt.

Sensor tekanan ini didesain untuk aplikasi range yang lebar, terutama bekerja pada *mikrokontroler* atau *mikroprosesor* dengan sinyal analog maupun sinyal digital, sensor ini terbuat dari elemen transduser tunggal yang dikombinasikan menggunakan teknik *micromachining*

dengan logam film tipis dan diproses secara bipolar untuk menghasilkan *output* sinyal analog level tinggi yang akurat dan proporsional untuk aplikasi tekanan. Gambar 3 menunjukkan sensor tekanan MPX5100GP.



Gambar 3. Sensor Tekanan MPX5100GP

Pin pada sensor tekanan ini ada sebanyak 6 buah pin. Konfigurasi pin pada sensor tekanan MPX5100GP dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konfigurasi Pin Sensor MPX5100GP.

Pin	Fungsi
1	Vout
2	Gnd
3	Vs
4	N/C
5	N/C
6	N/C

3. LCD 20x4

LCD merupakan perangkat keras yang berfungsi sebagai penampil hasil pengolahan data. LCD (Liquid Crystal Display) juga biasa dipakai untuk menampilkan karakter berupa teks. Sedikitnya diperlukan 10 bit yang diperlukan untuk menjalankan modul LCD. Pin-pin tersebut dapat dihasilkan melalui *mikrokontroler* atau interfacing melalui port-port dikomputer (PPI atau LPT). Dari 10 bit tersebut 2 pin digunakan untuk mengendalikan status (RS dan E) dan 8 bit untuk instruksi atau data karakter. Untuk aplikasi LED back-light (lampu latar) diaktifkan dengan menghubungkan A ke $V_{cc} = 5$ volt dan K dihubungkan ke ground. Gambar 4 menunjukkan sebuah modul LCD untuk tipe LCD 20x4 yaitu LCD dengan 4 baris dan 20 kolom.



Gambar 4. Modul LCD 20x4.

4. Air Pump

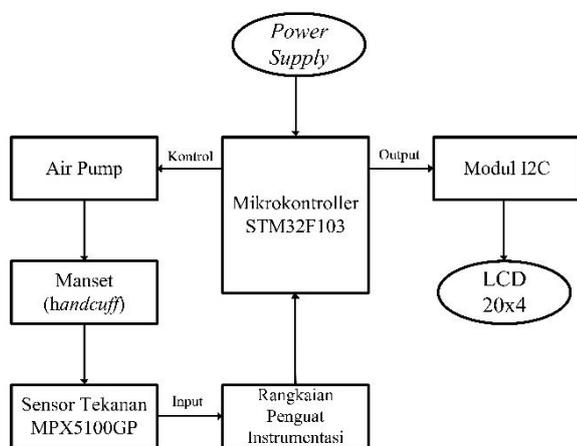
Air pump atau pompa udara yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Motor DC dan *solenoid*. Motor DC adalah motor yang menggunakan sumber tegangan DC dan digunakan untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Komponen ini bekerja dengan prinsip elektromagnet. (Kadir, 2013). *Solenoid* adalah alat yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik atau arus listrik menjadi gerakan mekanis linear. *Solenoid* disusun dari kumparan dengan inti besi yang dapat bergerak.



Gambar 5. Air Pump DC.

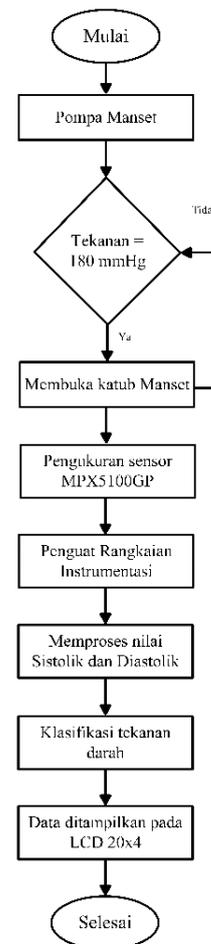
III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah pengumpulan data dan *study* literatur sebanyak mungkin tentang topik terkait yaitu perancangan sistem pemantau tekanan darah dengan sensor tekanan MPX5100GP berbasis STM32F103. Pada perancangan sistem ini terdapat beberapa bagian utama, yaitu blok power supply yang terdiri dari rangkaian catu daya dengan sumber tegangan dari baterai 9 VDC. Blok inputan terdiri dari sensor tekanan dan rangkaian penguat instrumentasi. Untuk blok pemrosesan menggunakan modul STM32F103. Blok outputan terdiri dari penampil data yaitu Modul I2C dan LCD 20x4. Blok diagram perancangan sistem pemantau tekanan darah dengan sensor tekanan MPX5100GP berbasis STM32F103 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 6. Blok Diagram Perancangan Sistem pemantau tekanan darah dengan sensor tekanan MPX5100GP berbasis STM32F103.

Pada Gambar 6. Blok Perancangan Sistem pemantau tekanan darah dengan sensor tekanan MPX5100GP berbasis STM32F103 dimana pada bagian power supply terdapat rangkaian catu daya dengan tegangan 9 VDC dari baterai. Tegangan 9 VDC dari baterai akan disalurkan pada mikrokontroller STM32F103 yang selanjutnya akan disalurkan pada keseluruhan sistem sebagai sumber daya utama. Pada perancangan sistem terdapat beberapa komponen utama. Selanjutnya, kerja alat ini dimulai dari mikrokontroller yang mengontrol *airpump*. *Airpump* akan memompakan udara secara perlahan ke dalam manset, sementara sensor MPX5100GP yang berfungsi mendeteksi tekanan udara di dalam manset akan secara terus menerus memantau tekanan udara hingga tercapai tekanan yang diinginkan, yakni sekitar 180 mmHg. Ketika tekanan udara sudah mencapai tekanan yang diinginkan maka aliran darah akan terhenti untuk sementara karena manset menekan kuat pembuluh darah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Flowchart Perancangan Sistem

. Kemudian setelah itu valve secara otomatis membuka tekanan udara pada manset yang dilakukan secara perlahan turun. Sensor MPX5100GP adalah salah satu sensor tekanan

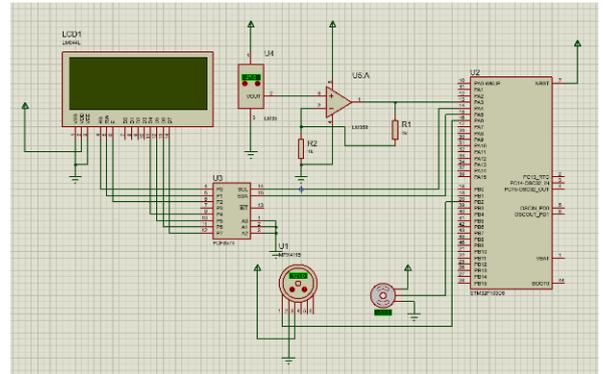
yang dapat membaca tekanan udara dalam suatu sistem. Pada dasarnya sensor tekanan MPX5100GP adalah sebuah sensor tekanan yang sudah dilengkapi dengan rangkaian pengkondisian sinyal dan temperature kalibrator yang membuat sensor ini tetap stabil meski keadaan temperatur berubah dengan cepat. Untuk akurasi sendiri sensor ini menggunakan teknik *micro machine, thin film metallization* dan proses bipolar semikonduktor. Sensor MPX5100GP adalah monolitik silikon sensor tekanan yang dirancang dengan sedemikian rupa untuk dapat digunakan berbagai aplikasi untuk sebuah sistem mikrokontroler ataupun mikroprosesor yang menggunakan input A/D. Pada saat tekanan udara turun, maka manset menekan pembuluh darah juga akan turun. Saat pembuluh darah tidak tertekan dan terjadi denyut untuk pertama kalinya, tekanan pada manset akan sedikit berubah dan perubahan tekanan tersebut akan terdeteksi oleh sensor MPX5100GP, yang kemudian akan diidentifikasi sebagai tekanan sistolik. Kemudian tekanan diastolik didapatkan dari seiring dengan turunnya tekanan udara pada manset, karena denyut yang terdeteksi oleh sensor akibat tekanan udara akan menghilang secara perlahan.

Sebelum data yang terdeteksi oleh sensor MPX5100GP dimasukkan ke Mikrokontroler, maka akan dikuatkan terlebih dahulu dengan menggunakan rangkaian penguat instrumentasi. Karena sinyal keluaran dari sensor masih sangat kecil dan masih banyak derau maka disini peran dari rangkaian penguat instrumentasi agar sinyal data dari sensor yang akan diproses oleh STM32F103 dapat terbaca dengan baik. Blok diagram STM32F103 yakni sebagai pusat pengolahan data berupa sinyal tegangan analog yang akan diubah menjadi data digital dengan ADC (*Analog to Digital Converter*), dimana pada AVR ATmega 32 sudah terdapat ADC internal pada Port A. Pada perancangan sistem ini juga terdapat klasifikasi berdasarkan tekanan diastolik dan sistolik yang dihasilkan. Kemudian semua data mulai dari tekanan sistolik, tekanan diastolik, klasifikasi akan ditampilkan menggunakan LCD 20x4. Layar LCD ini berfungsi menampilkan data berupa karakter atau tulisan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan Rangkaian Sistem

Pada perancangan sistem dibuat sebuah rangkaian dari sistem pada aplikasi *Proteus* agar rangkaian dapat diimplementasikan secara luas. Rangkaian terdiri dari mikrokontroler STM32F103, LCD 20x4, rangkaian penguat sitrumentasi, modul I2C dan sensor tekanan MPX5100GP. Rangkaian perancangan sistem ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Perancangan Sistem Pemantau Tekanan Darah dengan Sensor Tekanan MPX5100GP berbasis STM32F103.

Pada saat tekanan udara turun maka manset yang menekan pembuluh darah juga ikut menurun. Pada saat pembuluh darah tidak tertekan dan terjadi denyut untuk pertama kalinya, tekanan pada manset akan sedikit berubah dan perubahan tekanan tersebut akan terdeteksi oleh sensor MPX5100GP, yang kemudian akan diidentifikasi sebagai tekanan sistolik. Kemudian tekanan diastolik didapatkan dari seiring dengan turunnya tekanan udara pada manset, karena denyut yang terdeteksi oleh sensor akibat tekanan udara akan menghilang secara perlahan. Pada tangkaiannya juga terdapat STM32F103 sebagai mikrokontroler tempat memproses dan mengolah data serta terdapat LCD 20x4 sebagai uoutput data yang menampilkan data dalam bentuk tulisan atau karakter. Data disini adalah data sistolik, data diastolik dan data hasil klasifikasi.

2. Perbandingan Sensor Tekanan Darah Dengan Tegangan

Pada rangkaian terdapat perbandingan antara sensor tekanan dengan tegangan pada sistem yang disesuaikan sebagai input data yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Tekanan Sensor Dengan Tegangan

Tekanan (mmHg)	Tegangan (mV)
0	35
20	40
40	46
60	50
80	56
100	60
120	65
140	72
160	76
180	81
200	86
220	91

3. Klasifikasi Tekanan Darah

Untuk klasifikasi penentuan tekanan darah dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Tekanan Darah

Tekanan Darah	Sistolik (mmHg)	Diastolik (mmHg)
Darah rendah atau hipotensi	< 90	< 60
Normal	90 - 120	60 - 80
Pre hipertensi	120 - 140	80 - 90
Darah tinggi atau hipertensi (stadium1)	140 - 160	90 - 100
Darah tinggi atau hipertensi (stadium1)	> 160	> 100

Data yang diperoleh dari mikrokontroler STM32F103 akan diklasifikasikan menurut data dari tekanan sistolik dan diastolik dari pembacaan sensor. Terdapat beberapa klasifikasi dalam perancangan sistem ini sebagai berikut :

- Jika tekanan sistolik kurang dari 90 mmHg dan tekanan diastolik kurang dari 60 mmHg maka digolongkan darah rendah atau hipotensi.
- Jika tekanan sistolik berkisar antara 90- 120 mmHg dan tekanan diastolik berkisar antara 60 – 80 mmHg maka digolongkan tekanan darahnya normal.
- Jika tekanan sistolik berkisar antara 120- 140 mmHg dan tekanan diastolik berkisar antara 80 – 90 mmHg maka digolongkan pre hipertensi.
- Jika tekanan sistolik berkisar antara 140 - 120 mmHg dan tekanan diastolik berkisar antara 90 – 100 mmHg maka digolongkan tekanan darahnya tinggi atau hipertensi (stadium 1).
- Jika tekanan sistolik lebih dari 160 mmHg dan tekanan diastolik lebih dari 100 mmHg maka digolongkan tekanan darahnya tekanan darahnya tinggi atau hipertensi (stadium 2).

Klasifikasi ini diharapkan dapat menjadi acuan awal untuk mengetahui tekanan darah seseorang dari hipotensi, normal, dan juga hipertensi. Kemudian data hasil pengukuran sistolik dan diastolic serta hasil klasifikasi akan ditampilkan pada LCD 20x4.

V. KESIMPULAN

Dari perancangan sistem , pengujian dan analisa yang telah dibuat, maka terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil dan dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancangan sistem Pemantau Tekanan Darah dengan Sensor Tekanan MPX5100GP berbasis STM32F103 berhasil dibuat dan diharapkan bisa diimplementasikan secara luas dan dapat dikembangkan sesuai dengan kreatifitas tentang topik terkait.
2. Klasifikasi terdiri dari 5 klasifikasi berdasarkan nilai sistolik dan nilai sistoliknya adalah darah rendah atau hipotensi, normal, pre hipertensi, darah tinggi atau hipertensi (stadium 1) dan darah tinggi atau hipertensi (stadium 2)
3. Klasifikasi dari nilai sistolik dan diastolik dapat menjadi acuan awal untuk mengetahui apakah seseorang tekanan darahnya rendah atau hipotensi, normal, ataupun tekanan darah tinggi atau hipertensi.
4. Data sistolik, diastolik dan hasil klasifikasi akan ditampilkan secara langsung pada LCD 20x4 setelah dilakukan pengukuran.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Zuhdi, J. Ardhuha, and M. Taufik, "Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia Keunggulan Pengukuran Tekanan Darah Menggunakan Tensimeter Digital Dibandingkan dengan Tensimeter Pegas," pp. 4–7, 2020.

[2] R. W. Arsianti, "Rancang Bangun Alat Ukur Ankle Brachial Indeks untuk Deteksi Peripheral Artery Disease," vol. 16, no. 3, 2020, doi: 10.17529/jre.v16i3.17877.

[3] F. M. Kandou, D. Bahrun, M. Kes, S. R. U. A. Sompie, and I. B. S. Narasiang, "Rancang Bangun Alat Ukur Tekanan Darah Manusia Menggunakan Sensor 2SMPP Yang Dapat Menyimpan Data," pp. 57–64, 2014.

[4] A. Maharani, A. Muid, and N. Nurhasanah, "Rancang Bangun Alat Pengukur Volume Paru-paru Berbasis Sensor Tekanan Gas MPX5700DP dan Arduino Uno," *Prism. Fis.*, vol. 7, no. 3, p. 231, 2020, doi: 10.26418/pf.v7i3.37023.

[5] metode penelitian Nursalam, 2016 and A. . Fallis, "Deteksi Dini Tingkat Tekanan Darah Pada Perokok Usia Muda," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.

[6] M. K. Zaman, "Jurnal Pengabdian Kesehatan Komunitas (Journal of Community Health Service)," *J. Pengabd. Kesehat. Komunitas*, vol. 01, no. 1, pp. 20–31, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.htp.ac.id/index.php/jpkk/article/view/716/309>.

[7] A. Yuniarti, D. A. Navastara, J. T. Informatika, and F. T. Informasi, "Pulse Transit Time Menggunakan," 2016.