

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR DAN MONITORING TEKANAN
DARAH BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

Disusun Oleh:

MUHAMMAD ABDUN SYAKUR

D041171513

*Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Makassar*



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2022**

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR DAN MONITORING TEKANAN DARAH
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

Disusun Oleh:

MUHAMMAD ABDUN SYAKUR

D041171513

Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan

Program Strata Satu (S1) Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

Makassar



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR DAN MONITORING TEKANAN DARAH
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

Disusun dan diajukan oleh :

MUHAMMAD ABDUN SYAKUR

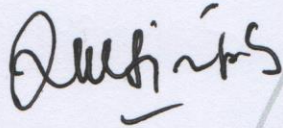
D041 17 1513

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 28 Januari 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

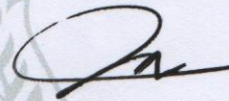
Menyetujui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

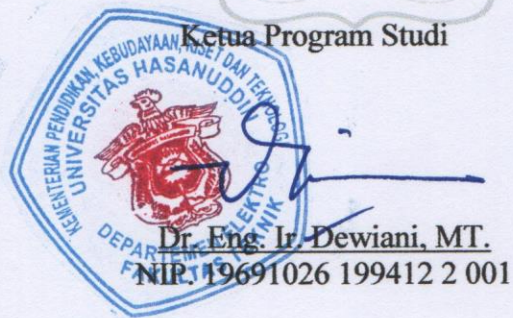


Dr. Eng. Ir. Zulfajri Basri H, M.Eng.
NIP. 19690124 199303 1 001



Dr. Eng. Wardi, S.T., M.Eng.
NIP. 19720828 199903 1 003

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.
NIP. 19691026 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Abdun Syakur

NIM : D041171513

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : SI

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Rancang Bangun Alat Ukur dan Monitoring Tekanan Darah Berbasis *Internet of Things* (IoT)”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitnya.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 28 Januari 2022

Yang Menyatakan



(Muhammad Abdun Syakur)

ABSTRAK

Hipertensi atau tekanan darah yang tinggi adalah salah satu faktor risiko terjadinya serangan jantung, gagal jantung, stroke, serta berbagai penyakit kronis lainnya. Hipertensi juga merupakan masalah kesehatan dengan prevalensi yang tinggi, sebesar 25,8%. Jika tidak mendapatkan penanganan dan terapi yang tepat, penderita hipertensi sangat berisiko memicu terjadinya penyakit lain seperti penyakit ginjal, jantung koroner, bahkan kebutaan. Maka dari itu pemantauan tekanan darah secara rutin sangat perlu untuk dilakukan agar seseorang dapat mendeteksi secara dini adanya gangguan kesehatan yang mungkin terjadi. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pembuatan alat pengukur dan monitoring tekanan darah secara IoT yang dapat diakses dan dimonitoring melalui *Blynk App* pada *smartphone* pengguna. Alat yang dibangun menggunakan sensor tekanan MPX5700AP dalam pembacaan nilai tekanan darahnya, serta menggunakan mikrokontroler ESP8266 dalam programannya. Hasil pengujian pengukuran tekanan darah didapatkan dari perbandingan pengukuran menggunakan tensimeter digital Omron HEM-8712 dimana rata-rata persentase error untuk tekanan darah Sistole yang didapatkan sebesar 4,79% (5 mmhg) dan rata-rata persentase error untuk tekanan darah Diastole yang didapatkan sebesar 2,89% (2,3 mmhg). Hal ini menunjukkan bahwa hasil rancangan alat ini memiliki akurasi yang cukup baik karena memiliki akurasi perbandingan ± 5 mmhg. Sedangkan pengujian monitoring hasil pengukuran tekanan darah melalui *Blynk App* juga berhasil dilakukan dimana fungsional sistem monitoring dalam menampilkan hasil pengukuran tekanan darah telah sesuai dengan yang diharapkan.

Kata kunci : Tekanan darah, Sensor tekanan MPX5700AP, ESP8266, *Internet of Things*, *Blynk app*

ABSTRACT

Hypertension or high blood pressure is one of the risk factors for heart attack, heart failure, stroke, and various other chronic diseases. Hypertension is also a health problem with a high prevalence, amounting to 25.8%. If they don't get proper treatment and therapy, people with hypertension are very at risk of triggering other diseases such as kidney disease, coronary heart disease, and even blindness. Therefore, it is very necessary to monitor blood pressure regularly so that a person can detect early health problems that may occur. This research focuses on the design and manufacture of an IoT blood pressure measuring device that can be accessed and monitored via the Blynk App on the user's smartphone. The tool that was built uses the MPX5700AP pressure sensor in reading the blood pressure value and uses the ESP8266 microcontroller in the program. The test results are obtained from a comparison of blood pressure measurements using an Omron HEM-8712 digital sphygmomanometer where the average percentage error for Systolic blood pressure is 4.79% (5 mmhg) and the average percentage error for Diastolic blood pressure is 2.89% (2.3 mmhg). This shows that the design results of this tool have a fairly good accuracy because it has a comparison accuracy of ± 5 mmhg. Meanwhile, the test for monitoring of blood pressure measurements through the Blynk App was also successfully carried out where the functional monitoring system is expected to display blood pressure measurements as expected.

Keywords: Blood Pressure, Pressure Sensor MPX5700AP, ESP8266, Internet of Things, Blynk app

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat Rahmat, Hidayah serta Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Rancang Bangun Alat Pengukur dan Monitoring Tekanan Darah Berbasis Internet of Things (IoT)”**.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan dukungan dan doa dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang teristimewa kepada kedua orang tua yakni Bapak Drs. Kasman Sunusi dan Ibu Hj. Ir. Suriana Laga yang selalu memberikan doa dan dukungannya bagi penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan segala hormat penulis ucapkan terima kasih atas segala bantuan baik secara materil maupun moril kepada berbagai pihak:

1. Ibu Prof. Dwia Aries Tina Pulubuhu selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Baharuddin Hamzah, S.T.,M.Arch.,Ph.D selaku Wakil Dekan Bidang Akademik, Riset dan Inovasi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. Selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

4. Bapak Dr. Eng. Ir. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng. dan Bapak Dr. Eng. Wardi, S.T., M.Eng. sebagai pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, MT. dan Ibu Merna Baharuddin, ST., M. Tel.Eng., Ph.D. MS. Selaku penguji yang telah meluangkan waktunya dalam memberi kritik dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
6. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan berbagi pengalaman yang sangat berharga selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Ibu Salmiah dan seluruh Staff Departemen Elektro Universitas Hasanuddin atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis.
8. Kepada rekan-rekan EQUAL17ER angkatan 2017 Teknik Elektro Universitas Hasanuddin yang sejak pertama menginjakkan kaki di Universitas Hasanuddin hingga saat ini berjuang bersama penulis untuk menuntut ilmu di kampus tercinta ini.
9. Teman-Teman Lab Riset Telematika (Viqhi, Iyus, Steffani dan Alya) yang selalu memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis dalam mengerjakan skripsi.
10. Sahabat-sahabat penulis Fikran Fauzy, Viqhi Muladi, Muh. Yusuf Majid, Andi Nurfaidah Utari, Suciati, Muammar Fadli Nur, Muh. Daffa Faishal, Muh. Al Khofid, Khusnul Khatimah, Min Idznullah Said, Milleneo Nurcahyo

Purnamawang, dan Imam yang selalu memberi motivasi dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.

11. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini namun tidak bisa disebutkan satu persatu pada kesempatan ini.

Akhir kata penulis mengucapkan Jazakumullahu khairan kepada seluruh pihak. Penulis menyadari skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan dan kesalahan. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun. Penulis berharap tulisan ini dapat menjadi bahan bacaan yang baik dan sumber manfaat.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Makassar, 13 Januari 2022

Muhammad Abdun Syakur

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian	4
I.4 Batasan Masalah	4
I.5 Manfaat Penelitian	4
I.6 Metode Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
II.1 Tekanan Darah.....	7
II.2 Pengukuran Tekanan Darah.....	8
II.3 Sensor Tekanan MPX5700AP	9
II.4 Mikrokontroler ESP8266.....	11
II.5 LCD 16 X 2	13
II.6 I2C (<i>Inter Integrated Circuit</i>).....	13
II.7 Motor DC.....	15
II.8 <i>Solenoid Valve</i>	16
II.9 Baterai.....	18

II.10 Arduino IDE	19
II.11 <i>Blynk App</i>	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
III.1 Jenis Penelitian	21
III.2 Waktu Penelitian	21
III.3 Lokasi Penelitian	21
III.4 Tahapan Penelitian	22
III.5 Alat dan Bahan	24
III.6 Tahapan Perancangan.....	29
III.6.1 Perancangan Umum Sistem.....	29
III.6.2 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	31
III.6.2.1 Perancangan Rangkaian Komponen Elektronika	31
III.6.2.2 Perancangan Kotak Rangkaian (<i>Box</i>)	33
III.6.3 Perancangan Perangkat lunak (<i>Software</i>)	34
III.6.3.1 Perancangan Sistem Monitoring Pada Aplikasi <i>Blynk</i>	34
III.6.3.2 Perancangan Program Pada ESP8266.....	35
III.7 Tahapan Kerja Alat	36
III.7.1 Tahapan Kerja Pengukuran Tekanan Darah	36
III.7.2 Tahapan Monitoring Tekanan Darah Melalui Aplikasi <i>Blynk</i>	40
III.8 Tahapan Pengujian	41
III.8.1 Pengujian Sensor Tekanan.....	41
III.8.2 Pengujian Pengukuran tekanan darah	43
III.8.3 Pengujian Sistem monitoring Hasil Pengukuran Tekanan Darah.....	43
III.9 Metode Pengambilan Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
IV.1 Hasil Perancangan Alat	46
IV.2 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor Tekanan	47
IV.2.1 Analisis Hasil Pengujian Sensor Tekanan	48

IV.3 Hasil Pengujian Alat Pengukur dan Monitoring Tekanan Darah.....	49
IV.3.1 Hasil Pengujian Pengukuran Tekanan Darah	50
IV.3.1.1 Analisis Hasil Pengujian Pengukuran Tekanan Darah	51
IV.3.2 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Pengukuran Tekanan Darah	52
IV.3.2.1 Analisis Hasil Pengujian Sistem Monitoring Pengukuran Tekanan Darah.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
V.1 Kesimpulan.....	55
V.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skematik sensor tekanan MPX5700AP	10
Gambar 2.2 Mikrokontroler ESP8266	12
Gambar 2.3 LCD 16X2	13
Gambar 2.4 Serial komunikasi I2C	14
Gambar 2.5 Simbol dan komponen motor DC.....	15
Gambar 2.6 Prinsip kerja Solenoid Valve.....	17
Gambar 2.7 Solenoid Valve 6V DC.....	17
Gambar 2.8 Baterai primer dan baterai sekunder.....	18
Gambar 2.9 Tampilan awal software Arduino IDE	19
Gambar 2.10 Tampilan icon aplikasi Blynk	20
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian	22
Gambar 3.2 Gambaran umum sistem.....	30
Gambar 3.3 Rancangan elektronika Alat pengukur dan monitoring tekanan darah ...	31
Gambar 3.4 Rancangan Box alat pengukur dan monitoring tekanan darah.....	33
Gambar 3.5 Tampilan interface sistem monitoring Alat pada Blynk app.....	35
Gambar 3.6 Diagram alir tahapan pengukuran tekanan darah pada Alat	37
Gambar 3.7 Tahapan monitoring tekanan darah melalui aplikasi Blynk.....	40
Gambar 3.8 Skema pengujian dan kalibrasi sensor tekanan	42
Gambar 4.1 Rangkaian internal alat hasil rancangan.....	46
Gambar 4.2 Tampilan luar alat hasil rancangan.....	47

Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian sensor tekanan MPX5700AP.....	48
Gambar 4.4 Hasil Monitoring menggunakan aplikasi Blynk	52
Gambar 4.5 Grafik riwayat pengukuran tekanan darah dalam mode Landscape	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rentang tekanan darah normal berdasarkan faktor usia	8
Tabel 2.2 Karakteristik dari Sensor Tekanan MPX5700AP	11
Tabel 2.3 Karakteristik dari mikrokontroler ESP8266 dan Arduino uno	12
Tabel 3.1 Alat dan bahan untuk membuat Alat pengukur dan monitoring tekanan darah	24
Tabel 4.1 Perbandingan data hasil pengukuran tekanan darah Sistole dan Diastole ..	50
Tabel 4.2 Selisih waktu pengiriman data hasil pengukuran tekanan darah	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data Pengujian.....	62
Lampiran B Dokumentasi Penelitian	66
Lampiran C Kode Program ESP8266	68

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Hipertensi atau tekanan darah yang tinggi adalah salah satu faktor risiko terjadinya serangan jantung, gagal jantung, stroke, aneurisma arterial, dan merupakan penyebab utama terjadinya gagal jantung kronis [1]. Berdasarkan riskesdas tahun 2013, hipertensi merupakan masalah kesehatan dengan *prevalensi* yang tinggi, sebesar 25,8%. Jika tidak mendapatkan penanganan dan terapi yang tepat, penderita hipertensi sangat beresiko mengalami penyakit ginjal, jantung koroner, kebutaan dan stroke [2].

Pemeriksaan tekanan darah perlu dilakukan secara berkala untuk mengetahui kondisi dini penyakit dan menjadi tolak ukur bagi pasien dalam mencari bantuan medis. Pemeriksaan *vital sign* seperti tekanan darah dapat dilakukan dengan menggunakan tensimeter analog atau digital [3].

Tensimeter analog bekerja secara manual yang artinya untuk dapat mengetahui tekanan darah secara tepat bergantung pada keahlian si pemakai. Tensimeter analog bekerja menggunakan metode korotkoff dimana untuk menentukan sistole dan diastole pasien melalui bunyi detak jantung (korotkoff sound) dengan bantuan Alat stetoskop. Tensimeter digital merupakan jenis tensimeter modern yang digunakan untuk menampilkan tekanan darah manusia secara digital. Tensimeter digital bekerja berdasarkan metode oscillometry dimana untuk menentukan sistole diastole pasien

menggunakan sensor tekanan sebagai transduser yang akan mendeteksi tekanan darah dan perubahan sinyal osilasi akibat detak jantung [4].

Seiring berjalannya waktu perkembangan teknologi di bidang *Internet of things* (IoT) membuat informasi antar berbagai perangkat pintar dapat dihubungkan dari mana saja dengan media internet sebagai media koneksinya [5]. Telemedika (*Telemedicine*), merupakan suatu bidang ilmu yang memanfaatkan teknologi di bidang teknik elektro dan komputer untuk pelayanan kesehatan jarak jauh. Salah satu aplikasi dalam bidang telemedika adalah Telemonitoring atau monitoringan jarak jauh [6].

Pengembangan tensimeter yang terintegrasi dengan perangkat *display* secara *mobile* memudahkan pemeriksaan dan monitoringan secara mandiri sehingga dapat membantu kegiatan keperawatan atau penyembuhan pada pasien di rumah [2].

Beberapa penelitian terkait telah mengembangkan sistem monitoringan tekanan darah dari berbagai jenis termasuk *sphygmomanometer* elektronik, *sphygmomanometer* konvensional dan *sphygmomanometer* aneroid. Baharuddin [7] menyebutkan dua metode yang dapat digunakan untuk mengukur tekanan darah, metode pertama menggunakan stetoskop dan metode kedua adalah tipe otomatis yaitu dengan menggunakan teknologi tinggi. Ling [8] mengusulkan perangkat monitoring tekanan darah yang dapat terhubung ke komputer dan merekam informasi tetapi tidak menerapkan IoT pada sistemnya. Sistem monitoringan perawatan kesehatan pintar yang diusulkan oleh [9] memantau denyut jantung pasien dan menggunakan Node MCU yang terhubung ke WiFi untuk mengirimkan informasi kesehatan pasien dan

memberikan peringatan dengan mengirimkan informasi hanya melalui email. Priyanka [10] telah mengembangkan sistem monitoringan kesehatan denyut jantung menggunakan *Arduino* dan *Blynk*. Juga Norlezhah [11] mengembangkan sistem monitoringan tekanan darah dengan menggunakan *Raspberry Pi* dan mengirimkan informasi pengukuran melalui telegram dan email.

Berdasarkan penelitian diatas serta mengingat pentingnya dilakukan monitoringan tekanan darah secara berkala membuat penulis mengusulkan **“RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR DAN MONITORING TEKANAN DARAH BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*”** dimana Alat monitoring tekanan darah dalam penelitian ini dapat mendukung monitoringan kesehatan berbasis IoT yang memudahkan penggunaanya dalam memantau riwayat pengukuran tekanan darahnya melalui perangkat *mobile*, bersifat *low cost*, serta *friendly use*.

I.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan menjadi objek penelitian dengan berlandaskan latar belakang dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun Alat pengukur dan monitoring tekanan darah berbasis IoT?
2. Bagaimana pengujian dan Analisis pada Alat pengukur dan monitoring tekanan darah berbasis IoT?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini antara lain:

1. Merancang dan membangun Alat pengukur dan monitoring tekanan darah berbasis IoT.
2. Menguji dan Menganalisis Alat pengukur dan monitoring tekanan darah berbasis IoT.

I.4 Batasan Masalah

Guna mendapatkan hasil akhir yang terperinci dan terfokus, maka permasalahan yang dibahas akan dibatasi dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jenis sensor yang digunakan pada rancang bangun Alat pengukur dan monitoring tekanan darah ini adalah sensor tekanan MPX5700AP.
2. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah ESP8266.
3. Pengujian alat dilakukan dengan melihat perbandingan keluaran pengukuran tekanan darah dengan tensimeter digital Omron HEM-8712 serta melihat apakah sistem monitoring berjalan dengan baik atau tidak.
4. Aplikasi IoT yang digunakan adalah *Blynk app*.
5. Pemompaan *Manset cuff* dilakukan sampai tekanan 160 mmhg

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat seperti yang diuraikan sebagai berikut :

1. Bagi masyarakat, mahasiswa, dan staf akademik penelitian ini diharapkan kedepannya bermanfaat dalam memantau tekanan darahnya secara lebih mudah melalui perangkat *mobile*.
2. Bagi institute Universitas Hasanuddin, penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan referensi ilmiah dalam pengembangan Alat pengukur dan monitoring tekanan darah berbasis IoT.
3. Bagi peneliti, penelitian ini bermanfaat untuk menambah wawasan juga sebagai sumber data dalam pembuatan Alat pengukur dan monitoring tekanan darah berbasis IoT.

I.6 Metode Penelitian

Untuk menghasilkan tugas akhir yang komprehensif, maka dalam penelitian ini digunakan metode sebagai berikut:

1. Studi literatur

Tahapan awal dari penelitian ini yaitu mencari sumber-sumber referensi dan materi pendukung membentuk landasan teori yang konkrit berdasarkan literatur terkait, sebelum melakukan implementasi dan pengujian secara langsung.

2. Pengujian dan analisis

Tahap kedua dari penelitian ini yaitu pengujian dan analisis yang dimaksudkan untuk memperoleh data aktual yang didapatkan dari hasil monitoringan serta observasi secara langsung.

3. Diskusi dan konsultasi

Tahap ketiga dari penelitian ini melakukan dialog secara langsung maupun tidak langsung kepada pembimbing dan pihak berkompeten di bidang terkait untuk mendapatkan pengetahuan mengenai penelitian yang dijalankan.

4. Penarikan kesimpulan

Tahap akhir dari penelitian ini yaitu menarik kesimpulan dari analisis data yang dilakukan mengenai semua permasalahan yang dibahas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tekanan Darah

Tekanan darah didefinisikan sebagai tekanan pada aliran darah dalam pembuluh nadi arteri. Tekanan darah merupakan sumber kekuatan pendorong pada darah agar dapat beredar ke seluruh tubuh untuk memberikan darah segar yang mengandung oksigen serta nutrisi pada organ-organ tubuh [12]. Tekanan darah dihitung dalam milimeter air raksa (mmhg) dan terbagi dari dua nilai, yaitu tekanan darah diastolik dan sistolik [13]. Tekanan darah sistolik merupakan tekanan darah yang terukur pada saat ventrikel kiri jantung dalam keadaan berkontraksi (sistole). Darah mengalir dari jantung ke pembuluh darah sehingga pembuluh darah teregang maksimal. Tekanan darah sistolik normal pada orang dewasa adalah 120 mmHg. Kemudian tekanan darah diastolik merupakan tekanan darah yang terjadi pada saat jantung berelaksasi (diastole). Pada saat diastol, tidak ada darah mengalir dari jantung ke pembuluh darah sehingga pembuluh darah dapat kembali ke ukuran normalnya sementara darah didorong ke bagian arteri yang lebih distal. Pada orang dewasa normal, rata - rata tekanan darah diastol adalah 80 mmHg [14].

Berdasarkan data WHO (*world health organization*) batasan normal tekanan darah seseorang adalah kurang dari 130 mmhg pada tekanan sistolik nya dan 85 mmhg pada tekanan diastoliknya. Apabila tekanan darah sudah melebihi batasan yang sudah disebutkan (untuk orang dewasa diatas 18 tahun) maka dapat dinyatakan sebagai

keadaan hipertensi [15]. Tekanan darah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah usia. Tekanan darah anak-anak dan bayi lebih rendah daripada tekanan darah orang dewasa. Selain itu, tekanan darah juga dipengaruhi oleh aktivitas keseharian yang dilakukan, pola makan, gaya hidup, lingkungan, hingga faktor psikologis seseorang. Tekanan darah akan mengalami peningkatan saat melakukan aktivitas dan akan menurun saat beristirahat di malam hari [14].

Tabel 2.1 Rentang tekanan darah normal berdasarkan faktor usia [14]

Usia	Sistolik (mmhg)	Diastolik (mmhg)
1 - 12 bulan	75 - 100	50 - 75
1 - 5 tahun	80 - 110	55 - 79
6 - 13 tahun	90 - 115	60 - 80
14 - 19 tahun	106 - 120	73 - 81
20 - 24 tahun	108 - 132	75 - 83
25 - 29 tahun	109 - 133	76 - 84
30 - 34 tahun	110 - 134	77 - 85
35 - 39 tahun	111 - 135	78 - 86
40 - 44 tahun	112 - 137	79 - 87
45 - 49 tahun	114 - 139	80 - 88
50 - 54 tahun	115 - 142	81 - 89
55 - 59 tahun	118 - 144	82 - 90
60 - 64 tahun	121 - 147	83 - 91

II.2 Pengukuran Tekanan Darah

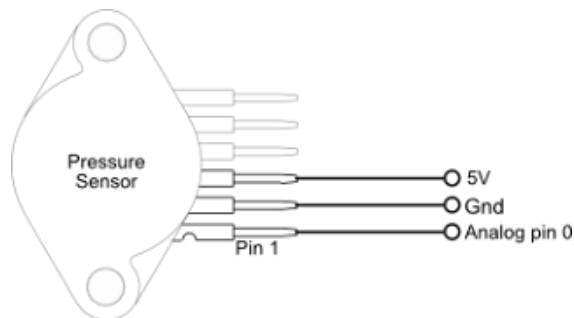
Prinsip pengukuran tekanan darah dilakukan pada saat kondisi lengan tangan dalam keadaan santai serta posisi tubuh dalam keadaan duduk ataupun berbaring. Pada saat posisi duduk, hasil pengukuran tekanan darah akan lebih tinggi dibandingkan dengan posisi berbaring, walaupun terdapat selisihnya relatif kecil [13].

Pengukuran tekanan darah dilakukan menggunakan tensimeter [2]. Ada tiga tipe tensimeter yaitu tipe aneroid, digital, dan air raksa. Tensimeter aneroid adalah yang paling umum digunakan, dimana tensimeter ini menyeimbangkan tekanan darah dengan tekanan dalam kapsul metal tipis yang menyimpan udara. Tensimeter digital merupakan Alat pengukur tekanan darah terbaru dan lebih mudah digunakan dimana hasil data dikonversikan oleh mikroprosesor menjadi bacaan tekanan darah. Tensimeter air raksa terdiri dari manset yang bisa digembungkan dan dihubungkan dengan tabung panjang berisi air raksa dan sudah jarang digunakan di Indonesia [16]. Saat ini, tensimeter digital lebih dipilih karena kemudahan penggunaan serta akurasi yang baik [2]. Beberapa literatur menekankan pentingnya mengukur tekanan darah pada kedua lengan yaitu lengan kanan dan lengan kiri. Ketentuan ini sangat beralasan karena tekanan darah dipengaruhi oleh banyak faktor seperti curah jantung, tahanan pembuluh darah perifer, elastisitas arteri, dan volume darah. Perbedaan tekanan darah sistol dan diastol untuk masing-masing lengan kanan dan kiri normalnya sebesar 5 - 10 mmhg. Apabila selisihnya lebih dari 10 mmhg maka ada indikasi bahwa terdapat kelainan pada vaskuler. Pengukuran tekanan darah sebaiknya dilakukan pada kedua lengan. Namun, apabila akan digunakan satu lengan saja, sebaiknya digunakan lengan sebelah kiri [14].

II.3 Sensor Tekanan MPX5700AP

Sensor tekanan MPX5700AP adalah jenis sensor dengan port tunggal, Sensor tekanan terintegrasi dalam paket SIP 6 pin yang merupakan seri *Manifold Absolute*

Pressure (MAP) yaitu sensor tekanan yang dapat membaca tekanan udara dalam suatu *manifold*. Sensor MPX5700AP dilengkapi oleh rangkaian pengkondisian sinyal dan temperature kalibrator. Sensor tekanan MPX5700AP ini merupakan jenis *Piezoelectric Pressure Sensor* yang bekerja dengan mengonversi tekanan menjadi potensial elektrik. Jenis sensor *Piezoelectric* ini dikenal karena akurasi yang tinggi dalam mengukur tekanan, sehingga sensor MPX5700AP ini memiliki 2,5% kesalahan maksimum pengukuran lebih dari 0 ° C hingga 85 ° C. Tekanan berkisar dari 15Kpa ke 700Kpa, pasokan rentang tegangan dari 4.75VDC ke 5.25VDC, sensitivitas 1.0 kPa (kiloPascal) setara dengan 0.145 psi, dan operasi rentang suhu dari -40 ° C sampai 125 ° C [17].



Gambar 2.1 Skematik sensor tekanan MPX5700AP [17]

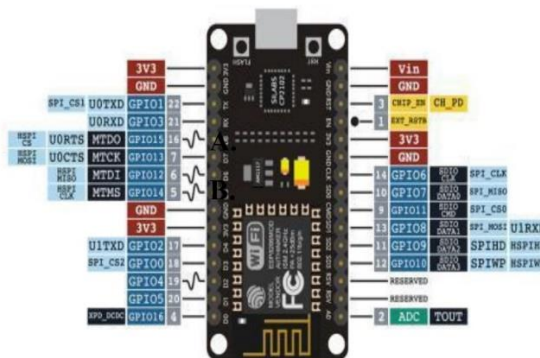
Sensor MPX5700AP ini telah terintegrasi dengan pengkondisi sinyal dan op-amp internal, sehingga outputnya dapat langsung dihubungkan dengan konverter analog ke digital. Selain itu sensor tekanan MPX5700AP ini juga merupakan jenis sensor yang dirancang untuk tujuan luas tetapi umumnya bekerja pada mikrokontroler atau mikroprosesor dengan input analog ke digital. Karakteristik dari sensor MPX5700AP dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Karakteristik dari Sensor Tekanan MPX5700AP[18]

Karakteristik	Simbol	Min	Type	Max	Satuan
nilai tekanan	Pop	15	-	700	kPa
tegangan masukan	Vs	4,75	5	5,25	Vdc
arus masukan	Io	-	7	10	mAdc
ketelitian (0-85°C)	-	-	-	±2.5	%Vfss
kepekaan	V/P	-	6.4	-	mV/kPa
waktu reaksi	tR	-	1	-	ms

II.4 Mikrokontroler ESP8266

ESP8266 adalah mikrokontroler yang dirancang untuk Sistem Ekspresif. ESP8266 merupakan solusi untuk penggunaan jaringan Wi-Fi, dimana mikrokontroler ini dapat terhubung ke Wi-Fi yang ada dan juga mampu menjalankan aplikasi secara mandiri. Dapat terkoneksi dengan PC menggunakan kabel micro USB dan terdapat 17 GPIO, dengan konsumsi arus 10uA ~ 170mA dan RAM 32K + 80K. ESP8266 ini dirancang untuk perangkat lokasi nirkabel, sinyal sistem pemosisian nirkabel, kontrol nirkabel industri, dll. ESP8266 ini digunakan untuk memproses dan mentransfer informasi ke server web sehingga ponsel cerdas dapat mengakses informasi [19]. Gambar 2.2 menunjukkan pinout dari ESP8266.



Gambar 2.2 Mikrokontroler ESP8266 [20]

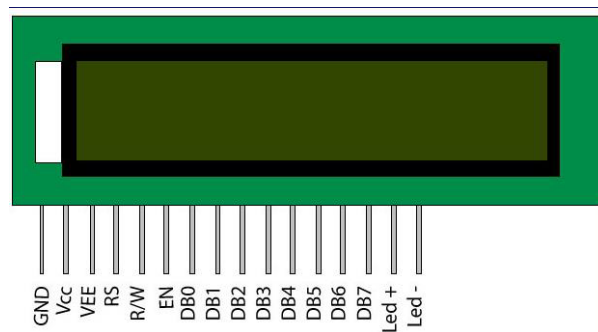
Mikrokontroler ESP8266 ini juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain contohnya seperti Arduino uno, Adapun perbandingan karakteristik keduanya dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Karakteristik dari mikrokontroler ESP8266 dan Arduino uno [21][22]

Mikrokontroler	ESP-8266 32 bit	Arduino uno Atmega 328
Tegangan Pengoperasian	3.3 VDC	5 VDC
Tegangan input yang disarankan	7 - 12 VDC	7 - 12 VDC
Jumlah pin I/O digital	16 pin digital (semua pin menyediakan keluaran PWM)	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	1 pin	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	12mA	40mA
Memori Flash	4MB	32KB sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	64KB	2KB
EPROM	512B	1KB
Clock Speed	80MHz	16MHz
Wifi	IEEE 802.11 b/g/n	-

II.5 LCD 16 X 2

Layar LCD adalah sebuah media penampil data yang efektif dan efisien pada penggunaannya. Layar LCD dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD, dan mikrokontroler yang menempel pada bagian belakang panel LCD yang berfungsi untuk mengatur titik-titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca. Modul LCD 16x2 ini memiliki fasilitas *backlighting* dengan 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kontrol, dan jalur-jalur catu daya. Dengan fasilitas pin yang tersedia maka LCD 16x2 dapat digunakan secara maksimal untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh mikrokontroler secara ringkas [23].



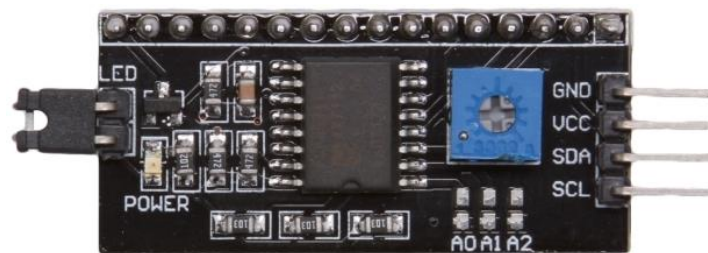
Gambar 2.3 LCD 16X2 [23]

II.6 I2C (*Inter Integrated Circuit*)

Komunikasi serial I2C terdiri dari 4 pinout yaitu VCC, GND, SCA, dan SCL. Karena hanya memerlukan 2 kabel/saluran, sehingga sering juga disebut sebagai TWI/*Two Wire Interface*. Jika anda menggunakan metode komunikasi dengan I2C,

anda tidak perlu repot untuk mengatur baudrate baik pada bagian pengirim data maupun pada bagian penerima data. Beberapa kelebihan penggunaan I2C yakni hanya memerlukan 2 saluran bus, tidak memerlukan *setting baudrate* dalam pengoperasiannya, Komunikasi bisa dilakukan dengan lebih dari 2 perangkat elektronika dalam 2 bus dan untuk membedakan setiap *slave* digunakan pengalamatan yang berbeda-beda, dan Terdapat hubungan *master* dan *slave* dalam setiap komunikasi. Proses pertukaran data sepenuhnya diatur oleh *master*.

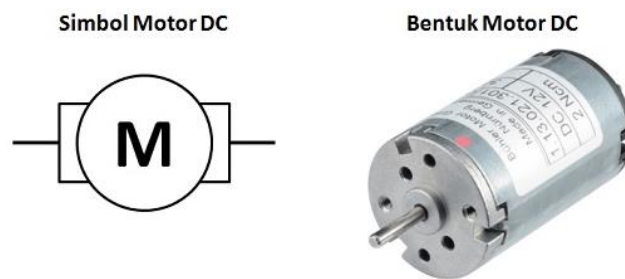
2 saluran/bus dalam komunikasi serial ini dikenal dengan sebutan SCL dan SDA. SCL/*Serial clock* ini berfungsi untuk menyelaraskan data antara master dan slave. Sedangkan SDA/*Serial Data* ini berfungsi sebagai saluran data, sehingga cocok jika digunakan dalam proyek yang tidak memerlukan kabel jumper yang banyak. Karena yang kita tau bahwa penggunaan kabel jumper di rangkaian LCD Display 16x2 sangat banyak [23].



Gambar 2.4 Serial komunikasi I2C [24]

II.7 Motor DC

Motor Listrik DC atau *DC Motor* merupakan perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC atau *DC Motor* ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalik [25].



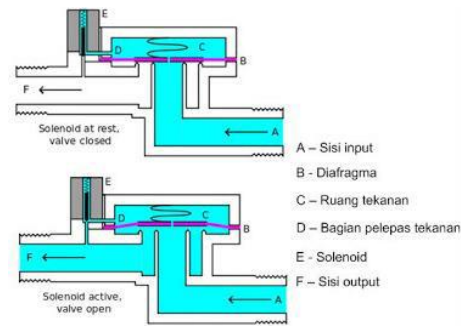
Gambar 2.5 Simbol dan komponen motor DC [25]

Motor Listrik DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan Motor Listrik DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V. Apabila tegangan yang diberikan ke Motor Listrik DC lebih rendah dari tegangan operasionalnya maka akan dapat memperlambat rotasi motor DC tersebut sedangkan tegangan yang lebih tinggi dari

tegangan operasional akan membuat rotasi motor DC menjadi lebih cepat. Namun ketika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut turun menjadi dibawah 50% dari tegangan operasional yang ditentukan maka Motor DC tersebut tidak dapat berputar atau terhenti. Sebaliknya, jika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut lebih tinggi sekitar 30% dari tegangan operasional yang ditentukan, maka motor DC tersebut akan menjadi sangat panas dan akhirnya akan menjadi rusak [25].

II.8 Solenoid Valve

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan/solenoida. Banyak sekali jenis-jenis dari *solenoid valve*, karena *solenoid valve* ini didesain sesuai dari kegunaannya. Mulai dari 2 saluran, 3 saluran, 4 saluran dan sebagainya. Contohnya pada *solenoid valve* 2 saluran atau yang sering disebut katup kontrol arah 2/2. Memiliki 2 jenis menurut cara kerjanya, yaitu NC dan NO. Jadi fungsinya hanya menutup/ membuka saluran. karena hanya memiliki 1 lubang *inlet* dan 1 lubang *outlet*. Prinsip kerja dari *solenoid valve* ini dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut. [26].



Gambar 2.6 Prinsip kerja *Solenoid Valve* [26]

Solenoid valve akan bekerja bila kumparan/*coil* mendapatkan tegangan arus listrik yang sesuai dengan tegangan kerja (kebanyakan tegangan kerja *solenoid valve* adalah 100/200VAC dan tegangan kerja pada tegangan DC adalah 6/24VDC). Sehingga kumparan tersebut akan menjadi medan magnet dan menggerakkan pin pada bagian dalamnya. Saat pin tersebut ditarik naik maka udara akan mengalir dari ruang C menuju ke bagian D dengan cepat. Sehingga tekanan di ruang C turun dan tekanan gas yang masuk mengangkat diafragma. Sehingga katup utama terbuka dan gas mengalir langsung dari A ke F [26].



Gambar 2.7 *Solenoid Valve* 6V DC [27]

II.9 Baterai

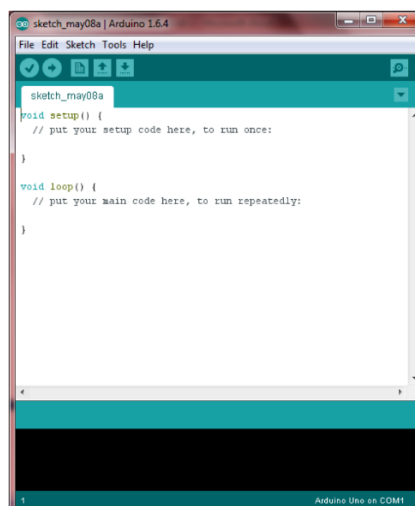
Baterai merupakan perangkat yang dapat mengkonversi energi kimia yang terkandung pada bahan aktif komponen penyusun baterai menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi. Reaksi reduksi adalah reaksi penambahan elektron dan penurunan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron dan penambahan bilangan oksidasi. Terdapat dua klasifikasi baterai, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer adalah baterai yang tidak dapat diisi ulang dan hanya dapat digunakan sekali pakai, sedangkan baterai sekunder adalah baterai yang dapat digunakan berkali-kali karena dapat diisi ulang (*rechargeable*). Kemampuan baterai sekunder untuk diisi ulang dikarenakan reaksi elektrokimianya yang bersifat *reversible* sehingga baterai sekunder dapat mengonversi energi kimia menjadi energi listrik pada proses discharging dan mengkonversi energi listrik menjadi energi kimia pada proses charging [28].



Gambar 2.8 Baterai primer dan baterai sekunder [29]

II.10 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak bawaan arduino yang biasanya digunakan sebagai awal dari pemrosesan program tertentu. *Software* ini berfungsi sebagai pembuat program, pembuka program, serta proses-proses editing hingga penyelesaian error sehingga perangkat keras dapat berjalan dengan baik. Tampilan IDE disebut sebagai *sketch*, merupakan source code yang didalamnya berisi program-program tertulis dengan algoritma dan logika yang akan dijalankan melalui ikon *button compile and run*. Dengan Software arduino ini, semua “pemrograman mikrokontroler akan secara otomatis diterjemahkan ke dalam pemrograman bahasa C. Dalam penggunaannya, pengguna juga dimudahkan dengan berbagai *examples* untuk bermacam-macam jenis program dengan sensor berbeda serta *libraries* dari setiap sensor yang memiliki program bawaannya tersendiri [30].



Gambar 2.9 Tampilan awal *software* Arduino IDE [31]

II.11 *Blynk App*

Blynk merupakan sebuah platform untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) bertujuan untuk kendali module Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan module sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini adalah wadah kreatifitas dalam membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode *drag and drop widget*. Dari platform aplikasi inilah dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem IoT.



Gambar 2.10 Tampilan *icon* aplikasi *Blynk* [32]

Aplikasi *Blynk* memiliki 3 komponen utama yaitu Aplikasi, Server, dan Libraries. *Blynk* server berfungsi untuk menangani semua komunikasi di antara smartphone dan hardware. *Widget* yang tersedia pada *Blynk* diantaranya adalah *Button*, *Value Display*, *History Graph*, *Twitter*, dan *Email*. *Blynk* tidak terikat dengan beberapa jenis mikrokontroler namun harus didukung hardware yang dipilih. NodeMCU dikontrol dengan Internet melalui WiFi, chip ESP8266, *Blynk* akan dibuat online dan siap untuk IoT [32].