**PROPOSAL SKRIPSI**

**SISTEM REKAM DATA SENSOR *PHOTOPLETHYSMOGRAPHY* (PPG) SECARA *WIRELESS* MENGGUNAKAN WIFI BERBASIS NODEMCU**

******

**MUHAMMAD FAUZAN ALWA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK BIOMEDIS**

**DEPARTEMEN FISIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**2023**

# **BAB I**

# **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

خَلَقَ الْاِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍۚ

“Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah” (Q.S. Al-‘Alaq : 2)

Disebutkan dalam surat al-Alaq ayat 2 bahwa darah merupakan awal mula penciptaan manusia. Hal ini berarti, darah merupakan salah satu komponen penting dari manusia. Pengamatan terhadapnya memberikan banyak *insight* terhadap keadaan manusia. Beberapa contohnya antara lain kesehatan kardiovaskular, kadar gula darah, kolesterol, dan lainnya. Oleh karenanya, perekaman satu dan/atau beberapa parameter darah dapat memberikan manfaat besar bagi penanganan kesehatan manusia.

Darah adalah suatu jaringan tubuh pada sistem pembuluh darah yang sebenarnya tertutup. Darah dibagi menjadi dua fungsi yaitu fungsi respirasi serta fungsi gizi. Fungsi respirasi merupakan fungsi pengangkut oksigen (O2) dan karbon dioksida (CO2). Fungsi gizi merupakan fungsi pengangkut zat makanan yang diabsorbsi, pada sistem ekskresi membawa sisa hasil metabolisme ke ginjal, paru-paru, kulit dan usus, mempertahankan kesetimbangan asam-basa, mengatur keseimbangan air, mengatur suhu badan, pertahanan terhadap infeksi pada sel darah putih, transpor hormon dan transpor hasil metabolisme. Dalam satu sel darah terdiri dari hemoglobin, eritrosit, hematrosit, retikulosit, laju endap darah, trombosit, dan leukosit (L. A. H. W. Endah,2010). Denyut nadi biasa dipresentasikan dalam satuan waktu yaitu, bit per menit (BPM). BPM merupakan satuan waktu yang digunakan dalam mengukur jumlah detak jantung atau denyut nadi dalam waktu satu menit (F. Rozie, F. Hadary, F. T. P. W, D. Nadi, B. Berdasarkan, and P, *Tek. Electro*, vol. 1, pp. 1–10, 2014).

Rekam medis adalah perekaman baik itu identitas, riwayat kesehatan, anamnesis, penentuan fisik, laboratorium, diagnosis segala pelayanan dan tindakan medik yang diberikan kepada pasien dan ditata serta disusun sedemikian rupa. Sejak masa pra kemerdekaan, rumah sakit di Indonesia telah melakukan kegiatan pencatatan pelayanan medis pasien, namun penataan dan pelaksanaannya masih belum mengikuti kaidah sistem informasi yang benar karena masih tergantung pada selera pemimpin masing-masing rumah sakit.

Jantung merupakan organ vital dalam tubuh manusia yang berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Jantung menyimpan informasi penting untuk mengungkapkan beberapa aspek kesehatan manusia. Agar informasi yang berkaitan dengan jantung dapat diketahui maka data yang dihasilkan jantung harus diukur. Tingkat saturasi oksigen normal (SaO2) bagi orang dewasa adalah 95 – 100% (Septia, 2016).Nilai saturasi dibawah 85% menunjukan bahwa jaringan tidak mendapatkan cukup oksigen (Smeltzer & Bare, 2002). Detak jantung normal saat beristirahat untuk orang dewasa adalah antara 50 dan 100 denyut per menit (bpm). Sementara atlet yang sangat terlatih akan memiliki detak jantung istirahat di bawah 60 bpm bahkan bisa mencapai 40 bpm.

Photoplethysmography (PPG) merupakan suatu metode *non-invasive* untuk mengetahui detak jantung manusia dengan cara mengukur perubahan volume darah pada suatu organ menggunakan LED (*Light Emitting Diode*) yang dipancarkan pada kulit pengguna secara transmisi dan reflektansi, kemudian diterima oleh photodetector (Lin, et.al., 2015). Perkembangan teknologi portable yang sangat pesat dan para peneliti juga sudah mengembangkan teknik baru untuk mengukur HR (*heart rate*) tanpa harus menggunakan sinyal ECG.Metode yang dipakai untuk mendapatkan data denyut jantung adalah dengan menggunakan data optik yang diperoleh melalui teknik pengukuran Photoplethysmograph (PPG). Sensor optik pada kamera bertugas untuk menangkap perubahan warna kulit yang disebabkan oleh perubahan volume pembuluh darah yang disebabkan oleh aktivitas jantung yang memompa darah ke seluruh tubuh (Bolkhovsky & Christopher , 2012). Agar perubahan warna kulit bisa ditangkap oleh sensor maka harus diberikan iluminasi cahaya LED (*Light Emitting Diode*) pada sebagian area kulit.

Dengan menggunakan prinsip pada teknik PPG maka terdapat kemungkinan bahwa kamera juga dapat digunakan sebagai sensor untuk menangkap perubahan warna akibat perubahan volume pada pembuluh darah. Dengan melakukan ekstraksi terhadap data video yang memuat informasi aktivitas denyut nadi maka dapat diperoleh sinyal PPG. Beat-to-beat data dari sinyal PPG memberikan informasi tentang nilai HR yang dihitung berdasarkan rata-rata jumlah denyut (pulse) dalam satu satuan waktu. Jika nilai HR dapat diketahui melalui data video yang diperoleh oleh kamera maka terdapat kemungkinan bahwa kamera dapat digunakan sebagai alat monitoring kondisi kesehatan yang mudah dan dapat digunakan oleh setiap orang.

*Microcontroller* merupakan sebuah komputer berwujud kecil dan dikemas dalam bentuk chip IC (*Integrated Circuit*) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. IC *microcontroller* biasanya terdiri dari integrasi antara satu atau lebih inti prosesor (CPU), memori (ROM dan RAM) serta perangkat *OUTPUT* dan *INPUT* yang dapat diprogram. *Microcontroller* biasanya diaplikasikan pada produk atau perangkat yang dikendalikan secara otomatis, salah satunya adalah sistem kontrol perangkat medis. Arduino Nano termasuk ke dalam sebuah mikrokontroler Atmega328 sebagai komponen utamanya yang bersifat open source. Arduino Nano adalah sebuah papan elektronik yang memiliki ukuran lebih kecil dari arduino jenis lainnya, namun mempunyai keunggulan fungsional yang sama dengan lainnya. Bagian hardware arduino ini mempunyai prosesor Atmel AVR dan juga *software* menggunakan bahasa pemrograman C yang dituangkan dalam software Arduino IDE (integrated Development Environment) dengan bantuan libraries yang terdapat pada Arduino. Pada port arduino Nano, tidak disertakan port DC power namun dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel Mini-B USB (A. Dimas et al., 2017).

*internet of things* merupakan suatu konsep atau program di mana suatu benda atau objek ditanamkan teknologi-teknologi seperti sensor dan *software* sehingga memiliki kemampuan untuk mentransmisikan atau mengirimkan data, mengendalikan dan menghubungkan, melalui perangkat lain tanpa menggunakan bantuan perangkat komputer dan manusia selama masih terhubung ke internet.

Pada penelitian sebelumnya, kebanyakan alat pengukur saturasi oksigen dalam darah menggunakan metode PPG transmisi dan masih sedikit yang berbasis *internet of think* (IOT). Seperti pada penelitian Umi Salamah. Pada penelitian ini, peneliti membuat modul manual menggunakan LED merah serta infrared sebagai sumber cahaya dan juga menggunakan photodiode sebagai sensor cahaya. Dalam penelitian tersebut, peneliti harus menggunakan modul amplifier agar sinyal yang dihasilkan sesuai dengan hasilnya (U. Salamah and K. Oksigen, 2016).Pada penelitian milik Septia Khairunnisa dan kawan-kawan dari Poltekkes Surabaya, oximeter berbasis arduino dibuat dengan menggunakan modul LED merah dan infrared yang diolah menggunakan rangkaian demultiplexer serta di interfacekan menuju PC menggunakan modul wifi ESP 8232. Namun, penelitian ini memiliki kekurangan yaitu banyaknya perangkat yang digunakan serta mahalnya biaya yang dibutuhkan (F. Teknik and U. T. Madura,pp. 106–110.). Pada penelitian milik Candra Rizki Nugroho dari Uin Syarif Hidayatullah Jakarta, peneliti sudah malakukan pengukuran sensor PPG berbasis IOT serta sudah melakukan visualisasi data menggunakan aplikasi tetapi masih belum ada penyimpanan data dalam penelitian tersebut (Candra Riski Nugroho, 2019)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa tinggi akurasi dari pembacaan sensor PPG secara wireless serta melakukan penyempurnaan dari penelitian - penelitian sebelumnya dalam penyimpanan data sensor sehingga pasien memiliki riwayat rekam sensor rutin untuk membantu diagnosis dokter.

Jeffrey B. Bolkhovsky dan Christopher G. Schully (2012) melakukan penelitian tentang korelasi antara nilai HR yang diperoleh dari dua smartphone yang berbeda (Droid dan iPhone 4s) dengan nilai HR yang diperoleh dari sinyal ECG. Analisis dilakukan menggunakan metode Pearson Correlation. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier antara pengukuran HR berbasis sinyal PPG smartphone dengan pengukuran HR berbasis sinyal ECG. Hasil penelitian menyatakan bahwa smartphone dapat digunakan sebagai alat pengukuran HR secara real-time. (Bolkhovsky & Christopher , 2012)

Rong-Chao Peng, dkk (2014) melakukan penelitian tentang ekstraksi Heart Rate Variability (HRV) dari sinyal berbasis PPG pada smartphone. Penelitian tersebut mengeksplorasi 16 parameter HRV yang mencakup domain waktu, domain frekuensi, dan non-linier parameter. Dari 30 sampel yang diuji diperoleh hasil bahwa 14 parameter HRV dari sinyal PPG memiliki nilai korelasi yang tinggi (r > 0.7, P < 0.001) terhadap data yang diperoleh dari sinyal ECG. Penelitian menggunakan red-channel video untuk memperoleh sinyal PPG. Hasil pengamatan menyatakan bahwa nilai pixel pada G-channel dan B-channel cenderung nol dan perubahan warna pada R-channel terlihat jelas dibandingkan dengan channel G dan B. (Peng, et al., 2015)

Penelitian ini difokuskan untuk membandingkan hasil pembacaan sinyal dari beberapa jenis sensor sehingga didapatkan hasil akurasi tertinggi dalam pencatatan sensor PPG secara *wireless, database* yang paling efektif dalam penyimpanan data secara wireless dibuktikan dengan kecepatan penyimpanan dan transfer data dalam jumlah besar, serta sistem yang paling baik dalam visualisasi data untuk proses rekam medis.

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Berapa tingkat akurasi tertinggi dalam pencatatan sensor PPG secara *wireless*?
2. *Hardware* apa yang paling cepat dalam penyampaian sinyal PPG secara *wireless*?
3. *Database* apa yang paling efektif dalam penyimpanan data PPG secara *wireless*?
4. Sistem apa yang paling baik dalam manajemen dan visualisasi data sensor PPG?
5. Bagaimana rancang bangun ppg wireless dan penyimpanan datanya (1)

### **1.3 Batasan Masalah**

1. Sistem rekam data membandingkan antara pembacaan alat *oximeter* yang dijual di pasaran dengan *prototype* yang dibuat.
2. Sistem rekam data hanya mengambil informasi tentang tingkat saturasi oksigen dan detak jantung per menit.
3. Kondisi pasien saat pengambilan data memiliki penyakit terkait kadar saturasi oksigen dan detak jantung yang tidak normal berdasarkan uji klinis.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Mendapatkan hasil akurasi tertinggi dalam pencatatan sensor PPG secara *wireless.*
2. Mengetahui *hardware* yang paling cepat dalam pembacaan sensor PPG secara *wireless.*
3. Mengetahui *Database* apa yang paling efektif dalam penyimpanan data PPG secara *wireless.*
4. Mengetahui Sistem apa yang paling baik dalam manajemen dan visualisasi data sensor PPG.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memiliki beberapa manfaat sebagai berikut :

1. Sebagai media penunjang bagi peneliti dalam mengembangkan perangkat pembacaan sensor medis secara *wireless*.
2. Sebagai dasar penelitian selanjutnya untuk dapat dikembangkan sebagai alat IoT sensor medis.
3. Sebagai media untuk membantu masyarakat dalam merekam riwayat kesehatan sehingga dapat mengurangi resiko kesalahan diagnosis yang ditimbulkan akibat tidak adanya rekaman riwayat kesehatan yang valid.

# **BAB II**

# **TINJAUAN PUSTAKA**

### 2.1 Darah

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, darah merupakan cairan yang terdiri dari plasma, sel-sel merah dan putih yang mengalir dalam pembuluh darah manusia atau binatang. Darah adalah salah satu jaringan tubuh dan termasuk dalam sistem pembuluh darah yang sebenarnya tertutup. Darah dapat dibagi menjadi dua fungsi, yaitu sebagai fungsi respirasi dan fungsi gizi. Fungsi respirasi merupakan fungsi pengangkut oksigen (O2) dan karbon dioksida (CO2). Fungsi gizi merupakan fungsi pengangkut zat makanan yang diabsorbsi, pada sistem ekskresi darah akan membawa sisa hasil metabolisme menuju ginjal, paru-paru, kulit dan usus, mempertahankan kesetimbangan asam dan basa, mempertahankan keseimbangan air, mengatur suhu badan, pertahanan terhadap infeksi pada sel darah putih, transpor hormone dan transpor hasil metabolisme. Viskositas darah adalah ukuran dari resistensi darah mengalir. Viskositas atau kekentalan () sebenarnya merupakan gaya gesek internal antara molekul serta partikel yang menyusun suatu fluida dalam pembuluh darah yang berbentuk silinder. Faktor utama yang menentukan viskositas darah adalah hematokrit, agregasi sel darah merah, dan viskositas plasma (Kesmarky G, 2008). Hematokrit memiliki dampak yang besar terhadap kekentalan darah. Satu peningkatan unit hematokrit dapat menyebabkan peningkatan hingga 4% pada kekentalan darah (Baskurt OK, 2003). Hubungan ini menjadi semakin sensitif seperti hematokrit meningkat. Ketika hematokrit naik ke 60 atau 70%, yang sering terjadi di polisitemia, viskositas darah dapat menjadi besar seperti 10 kali dari air, dan aliran melalui pembuluh darah adalah sangat terbelakang karena peningkatan resistensi terhadap aliran. Faktor - faktor lain yang mempengaruhi viskositas darah termasuk suhu, di mana peningkatan hasil suhu menyebabkan penurunan viskositas.Dalam satu sel darah terdiri dari hemoglobin, eritrosit, hematrosit, retikulosit, laju endap darah, trombosit, dan leukosit (L. A. H. W. Endah,2010). Hemoglobin merupakan molekul dalam darah yang mengandung oksigen. Pada saat di paru-paru, hemoglobin akan mengikat oksigen melalui persamaan kimia. Hemoglobin terbentuk dari 4 rantai polipeptida (rantai asam amino), yaitu 2 rantai alfa dan 2 rantai beta. Setiap rantai polipeptida mengandung grup prostetik yang dikenal sebagai molekul heme, ini yang menyebabkan warna darah menjadi merah. Secara reversible, molekul heme bisa dikombinasikan dengan satu molekul oksigen atau karbon dioksida. Satu sel hemoglobin mengikat 4 molekul oksigen per tetramer (satu per subunit heme) dan kurva saturasi oksigen berbentuk sigmoid (S. Khairunnisa, I. D. Gede, H. Wisana, I. Priyambada, C. Nugraha, and J. T. Elektromedik, 2014). Hemoglobin dipompa oleh jantung dan diedarkan ke seluruh tubuh melalui arteri. Setiap kali jantung memompa akan tercipta suatu gelombang pada arteri yang disebut dengan denyut nadi. Denyut nadi mudah diraba pada bagian-bagian tertentu pada tubuh, tepatnya pada arteri yang melintasi sebuah tulang dekat permukaan kulit (A. F. T. Sanga and D). Denyut nadi biasanya dipresentasikan dalam satuan waktu yaitu, beats per minute (BPM). BPM merupakan satuan waktu yang digunakan dalam mengukur jumlah denyut nadi/detak jantung dalam waktu satu menit (F. Rozie, F. Hadary, F. T. P. W, D. Nadi, B. Berdasarkan, and P, *Tek. Electro*, vol. 1, pp. 1–10, 2014).

### 2.2 Rekam Medis

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, rekam medis adalah rekaman mengenai hasil pengobatan terhadap pasien. Dalam pengertian sederhana, rekam medis hanya merupakan dokumen dan catatan mengenai keadaan pasien, tapi ketika dikaji lebih dalam rekam medis mempunyai makna yang lebih luas, yaitu segala informasi menyangkut seorang pasien yang akan dijadikan dasar untuk menentukan tindakan lebih lanjut dalam upaya pelayanan maupun tindakan medis lainnya yang diberikan kepada seseorang pasien yang datang ke rumah sakit (Protap RM, 1999: 56). Menurut UU Praktik Kedokteran dalam penjelasan pasal 46 ayat (1) yang dimaksud dengan rekam medis adalah berkas yang berisi catatan dan dokumen tentang identitas pasien, pemeriksaan, pengobatan, tindakan dan pelayanan lain yang telah diberikan kepada pasien. Pengertian rekam medis diperkuat melalui Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No. 269/2008, bahwa jenis data rekam medis dapat berupa teks (baik yang terstruktur maupun naratif), gambar digital (jika sudah menerapkan radiologi digital), suara (misalnya suara jantung), video maupun yang berupa biosignal seperti rekaman EKG.

#### 2.2.1 Kegiatan Rekam Medis

Dari pengertian rekam medis secara luas diatas, maka dapat dijelaskan bahwa rekam medis bukan hanya sebagai kegiatan pencatatan tetapi juga berbagai kegiatan, seperti berikut ini, kegiatan Rekam Medis berdasarkan SK Dirjen Yanmed No. YM.00.03.2.2.1296 tahun 1996, yaitu :

1. Penerimaan pasien
2. Pencatatan
3. Pengelolaan data medis
4. Penyimpanan rekam medis
5. Pengambilan kembali (retrieval)

Dari penjelasan di atas maka secara garis besar kegiatan rekam medis terdiri dari 3 kegiatan yaitu:

1. Pencatatan, yaitu pencatatan identitas pasien dilakukan di tempat pendaftaran atau tempat penerimaan pasien baik dirawat jalan, UGD maupun rawat inap dan dikerjakan oleh petugas rekam medis. Pencatatan Anamnesa, pemeriksaan fisik, diagnosis, pemeriksaan penunjang, terapi dan tindakan medis dilakukan di tempat pelayanan kesehatan rawat jalan, UGD, dan Rawat Inap serta ruang pemeriksaan penunjang
2. Pengelolaan dokumen atau pengarsipan, yaitu upaya mengelola rekam medis agar isinya lengkap, mudah disimpan dan mudah diambil kembali jika dibutuhkan, pengelolaan ini berkaitan dengan tempat penyimpanan rekam medis, sistem penomoran, alat–alat yang digunakan, Assembling, Analisa kuantitatif dan analisa kualitatif Pengolahan data, yaitu kegiatan mengumpulkan, menghitung dan menganalisa data–data dari kegiatan maupun data–data medis dan non medis yang ada direkam medis sehingga menjadi sebuah laporan atau informasi yang dibutuhkan baik oleh pihak intern maupun pihak ekstern.

#### 2.2.2 Rekam Medis Elektronik

Pada dasarnya sebuah rekam medis berisi data riwayat kesehatan pasien dari mulai dia lahir hingga saat ini, namun karena sistem yang ada di Indonesia pada saat sekarang ini terkait informasi kesehatan belum terintegrasi serta belum didukung sepenuhnya oleh Teknologi Informasi, maka data-data pasien tersebut masih terpisah-pisah dan terbagi tergantung pada tempat dimana pasien mendapatkan pelayanan kesehatan pertama kali. Jadi seandainya seorang pasien jatuh sakit di kota lain, maka pasien tersebut akan dibuatkan rekam medis baru oleh rumah sakit dimana pasien berobat dan riwayat kesehatannya akan diulang ditanyakan oleh dokter. Melihat pentingnya sebuah rekam medis, maka sudah saatnya semua rumah sakit di Indonesia membangun Rekam Medis Elektronik (RME) dan akan lebih berdaya guna jika semua rekam medis itu terkoneksi didalam jaringan komputer seluruh rumah sakit di Indonesia. Sebenarnya Rekam Medis Elektronik (RME) bukan merupakan wacana baru bagi penyelenggara pelayanan kesehatan seperti rumah sakit. Beberapa rumah sakit bahkan berani menyatakan telah mengimplementasikan RME di dalam manajemennya. Bagi rumah sakit yang belum memiliki RME umumnya berargumentasi sudah berkeinginan untuk memiliki RME tetapi masih terbentur beberapa kendala organisasi seperti: biaya, budaya kerja, teknis dan sumber daya. Pada dasarnya RME adalah penggunaan perangkat teknologi informasi untuk pengumpulan, penyimpanan, pengolahan serta pengaksesan data yang tersimpan pada rekam medis pasien di rumah sakit dalam suatu sistem manajemen basis data yang menghimpun berbagai sumber data medis. Bahkan beberapa rumah sakit modern telah menggabungkan RME dengan aplikasi Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) yang merupakan aplikasi induk yang tidak hanya berisi RME tetapi sudah ditambah dengan fitur-fitur seperti administrasi, billing, dokumentasi keperawatan, pelaporan dan dashboard scorecard. RME juga dapat diartikan sebagai lingkungan aplikasi yang tersusun atas penyimpanan data klinis, sistem pendukung keputusan klinis, standarisasi istilah medis, entry data terkomputerisasi, serta dokumentasi medis dan farmasi. RME juga bermanfaat bagi paramedis untuk mendokumentasikan, memonitor, dan mengelola pelayanan kesehatan yang diberikan pada pasien di rumah sakit. Secara hukum data dalam RME merupakan rekaman legal dari pelayanan yang telah diberikan pada pasien dan rumah sakit memiliki hak untuk menyimpan data tersebut. Menjadi tidak legal, bila oknum di rumah sakit menyalahgunakan data tersebut untuk kepentingan tertentu yang tidak berhubungan dengan pelayanan kesehatan pasien. Rekam Medis Elektronik (RME) berbeda dengan Rekam Kesehatan Elektronik (RKE). RKE merupakan kumpulan dari RME pasien yang ada di masing-masing rumah sakit (pusat pelayanan kesehatan). RKE dapat diakses dan dimiliki oleh pasien serta datanya bisa digunakan di pusat pelayanan kesehatan lain untuk keperluan perawatan berikutnya. RKE baru bisa terwujud jika sudah ada standarisasi format data RME pada masing-masing rumah sakit sehingga data-data tersebut bisa diintegrasikan. Untuk mewujudkan RKE dibutuhkan suatu sistem yang terintegrasi dan disepakati bersama oleh masing-masing pusat pelayanan kesehatan pada suatu wilayah tertentu atau bahkan yang lebih luas dari itu misalkan bersifat nasional.

### 2.3 *Photoplethysmograph* (PPG)

Photoplethysmography (PPG) adalah Salah satu metode yang saat ini sedang populer untuk mengetahui informasi yang terkait dengan jantung atau sistem kardiovaskular. PPG merupakan teknik optik sederhana dan murah yang dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan volume darah pada lapisan mikrovaskuler jaringan. Photoplethysmography juga merupakan metode non- invasif yang mudah diaplikasikan dan simpel.beberapa komponen optoelektronik dibutuhkan untuk memunculkan sinyal PPG, yaitu photodetector dan light emitting diode (LED). Photodetector adalah alat untuk mendeteksi perubahan perfusi kecil pada pembuluh darah yang diterangi oleh LED sebagai sumber cahaya. Perfusi diukur sebagai kecepatan pengiriman darah ke jaringan (Tjahjadi, Ramli and Murfi, 2020). Prinsip dasar PPG adalah mendeteksi perbedaan laju absorpsi cahaya yang disebabkan oleh perubahan aliran darah di pembuluh mikrovaskuler yang ditangkap oleh photodioda (PD) (Lin et al., 2015).

#### 2.3.1 PPG *Waveform*

Bentuk gelombang PPG sering disebut dengan komponen 'AC' dan biasanya memiliki frekuensi dasar yang biasanya bernilai sekitar 1 Hz, tergantung pada detak jantung seperti pada gambar 2.1. Komponen AC ini bersifat *superimposed* pada komponen quasi yang besar yang berhubungan dengan jaringan dan volume darah. Sedangkan komponen DC bervariasi secara perlahan karena respirasi, aktivitas vasomotor, dan gelombang vasokonstriktor (Allen, 2014).



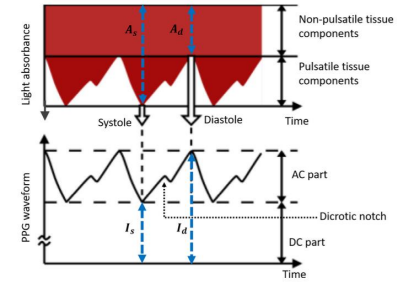
**Gambar 2.1** Komponen pulsatil (AC) dari sinyal PPG dan elektrokardiogram (EKG) terkait (Allen, 2014)

#### 2.3.2 Fisiologi PPG

*Photoplethysmography* menggunakan absorptivitas cahaya yang dihasilkan dari variasi fisiologis jaringan selama siklus jantung berjalan. Siklus jantung ini terdiri dari kondisi sistolik dan diastolik. Dalam keadaan sistolik, darah akan dipompa ke seluruh tubuh termasuk ke dalam jaringan perifer, sehingga tekanan darah sistolik akan meningkat dan menghasilkan absorbansi cahaya dalam jaringan dibandingkan dengan keadaan diastolik. Secara umum, perubahan relatif dalam absorbansi cahaya ini menimbulkan bentuk gelombang pulsatile PPG yang sinkron dengan setiap detak jantung (Moyle, 2003).

Intensitas PPG yang direkam (I) memiliki hubungan yang terbalik dengan absorbansi cahaya (A). Berdasarkan efek absorbansi cahaya, intensitas PPG dapat dibagi menjadi komponen DC dan AC. Komponen DC nonpulsatile dihasilkan karena adanya penyerapan cahaya di bagian jaringan nonpulsatile seperti otot, tulang, dan sebagainya. Sedangkan komponen AC pulsatile didapat dari penyerapan cahaya dalam arteri yang berdenyut dan bervariasi bersamaan dengan detak jantung. Dalam komponen AC terdapat dua fase dimana, fase tepi naik (*anacrotic*) yang berhubungan dengan kondisi sistolik dan fase tepi jatuh (*catacrotic*) yang berhubungan dengan kondisi diastolik. Dalam sinyal PPG didapati pula *dicrotic notch* yang merupakan penanda akhir dari fase sistolik dan awal dari diastolik (Kyriacou and Chatterjee, 2022).

Absorbansi cahaya pada komponen jaringan pulsatile menghasilkan bagian AC dalam bentuk gelombang PPG. Absorbansi dalam komponen jaringan nonpulsatile berkontribusi pada bagian DC yang bervariasi secara perlahan dari bentuk gelombang PPG. Absorbansi di bagian sistolik dan diastolik dilambangkan sebagai As dan Ad, sedangkan intensitas cahaya yang sesuai dilambangkan sebagai Is dan I. Korespondensi kualitatif antara A dan I yang ditunjukkan dalam gambar 2.2 (Tamura *et al.*, 2014).



**Gambar 2.2** Skema bentuk gelombang PPG yang dihasilkan karena absorbansi cahaya dalam jaringan, sebagai fungsi waktu (Tamura *et al.*, 2014).

### 2.4 *Microcontroller*

Mikrokontroler memiliki pengertian sebagai sebuah Integrated Circuit (IC) yang dapat diprogram berulang kali baik ditulis ataupun dihapus, (Agus Bejo, 2007). mikrokontroler merupakan sebuah prosesor dengan memori dan banyak komponen lain yang terintegrasi menjadi satu chip. Ukuran microcontroller yang kecil menggambarkan mengapa mikrokontroler menjadi sangat berguna. Pengurangan ukuran PCB dapat menghemat waktu, ruang, dan uang. Mikrokontroler telah berisi semua komponen yang memungkinkan mikrokontroler beroperasi secara mandiri, serta telah dirancang secara khusus untuk tugas pemantauan dan atau pengendalian. Karena itu, selain prosesor itu termasuk memori, berbagai pengontrol antarmuka, satu atau lebih banyak pengatur waktu, pengontrol interupsi, dan pin I/O tujuan umum yang terakhir tapi pasti tidak kalah pentingnya yang memungkinkannya untuk langsung berinteraksi dengan lingkungannya. Mikrokontroler juga termasuk operasi bit yang memungkinkan Anda mengubah satu bit dalam satu byte tanpa menyentuh bit lainnya.

#### 2.4.1 Node MCU

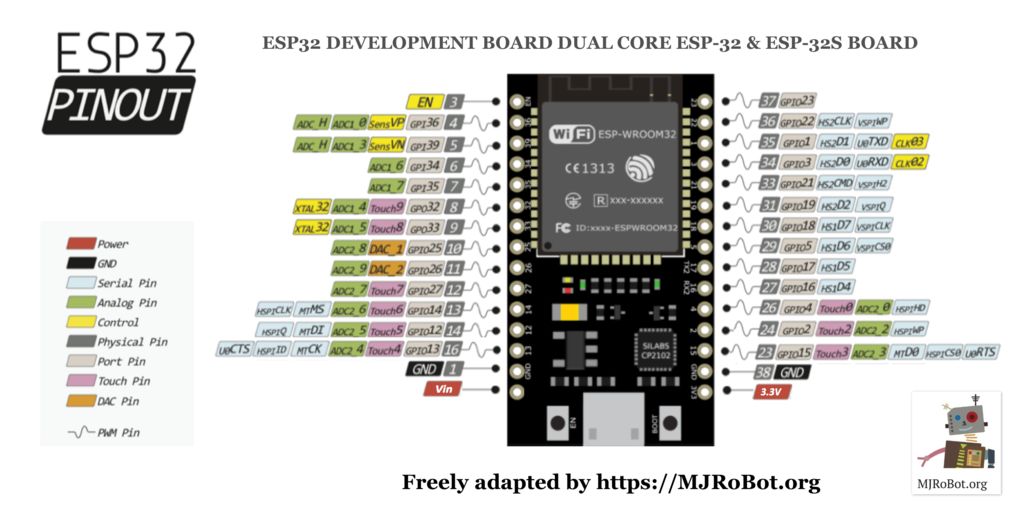
NodeMCU merupakan sebuah platform IoT yang bersifat open source. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip (SoC) ESP8266-12 buatan Espressif System, juga firmware yang digunakan yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua (NodeMCU Team “https://nodemcu.readthedocs.io/en/master/”, 2018). Istilah NodeMCU sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras development kit. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board Arduino-nya ESP8266. NodeMCU sudah menggabungkan ESP8266 ke dalam sebuah board yang kompak dengan berbagai fungsi layaknya mikrokontroler ditambah juga dengan kemampuan akses terhadap Wifi juga chip komunikasi USB to Serial sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data micro USB. Secara umum ada tiga produsen NodeMCU yang produknya kini beredar di pasaran: Amica, DOIT, dan Lolin/WeMos. Dengan beberapa varian board yang diproduksi yakni V1, V2 dan V3. Generasi kedua atau V2 adalah pengembangan dari versi sebelumnya (V1), dengan chip yang ditingkatkan dari sebelumnya ESP-12 menjadi ESP-12E dan IC USB to Serial diubah dari CHG 340 menjadi CP2102. Berikut ini adalah tampilan NodeMCU v1.0 yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** NodeMCU Devkit v1.0 (Arifaldy Satriadi, Wahyudi, dan Yuli Christiyono, Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, 2019)

#### 2.4.2 ESP32

Pada tahun 2016, perusahaan semikonduktor dibalik produksi ESP8266 yang bernama Espressif meluncurkan produk terbarunya yaitu ESP32. ESP32 memberikan perbaikan di semua lini dari ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan ditambah dengan BLE (Bluetooth Low Energy) dalam chip sehingga sangat mendukung dan dapat menjadi pilihan bagus untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. CPU yang dimilikinya mirip dengan yang dimiliki ESP8266 yaitu Xtensa® LX6 32-bit, namun dengan inti ganda. ESP 32 memiliki ROM 128KB serta RAM 416 KB dan juga Flash Memory (untuk menyimpan program dan data) sebesar 64MB. Berikut adalah *pin mapping* dari ESP32.



**Gambar 2.3** *pin mapping* ESP32 ([Tedy Tri Saputro](https://embeddednesia.com/v1/author/admin/), 2014)

### 2.5 *Database*

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia pangkalan data atau basis data (*database*) adalah kumpulan informasi yang disimpan dalam komputer secara sistematik sehingga dapat diperiksa menggunakan suatu program komputer untuk memperoleh kembali informasi dari basis data tersebut. Database adalah sebuah tempat penyimpanan yang besar dimana terdapat kumpulan data yang tidak hanya berisi data operasional tetapi juga deskripsi data, Database ini akan menjadi sumber data yang digunakan secara bersama dalam perusahaan (Connolly & Begg, 2015). Database adalah kumpulan data yang saling terhubung secara logis dan deskripsi dari data tersebut, dirancang untuk menemukan informasi yang dibutuhkan oleh sebuah organisasi. Dalam merancang database, salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah efisiensi. Banyaknya data yang redundansi dapat mengurangi efisiensi pada database sehingga perlu dilakukan normalisasi. Database ini digunakan tidak hanya oleh satu orang maupun satu departemen, database dapat digunakan oleh seluruh departemen dalam perusahaan.

#### 2.5.1 DBMS

Database Management System (DBMS) adalah sistem perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk mendefinisikan, membuat, memelihara, dan mengontrol akses ke database. (Database) Program Aplikasi adalah program komputer yang berinteraksi dengan database dengan mengeluarkan permintaan yang sesuai (biasanya pernyataan SQL) ke DBMS (Connolly & Begg, 2015).

Menurut penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa database adalah sebuah kumpulan dari data dan deskripsinya yang secara logika berhubungan satu sama lain yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan informasi sebuah organisasi. Sedangkan Database Management System adalah sebuah sistem perangkat lunak yang memperbolehkan pengguna untuk mendefinisikan, membuat, menjaga, dan mengawasi akses ke database. Contoh dari DBMS adalah Oracle dan MySQL. Di Oracle dan MySQL, kita dapat membuat database karena sudah disiapkan toolsnya.

#### 2.5.2 SQL

SQL (Structured Query Language) pada awalnya disebut dengan SEQUEL dikembangkan di IBM oleh Donald D. Chamberlin dan Raymond F. Boyce pada tahun 1970 (Donald D. Chamberlin and R.F. Boyce, 1974). SQL digunakan untuk memanipulasi dan menarik data yang tersimpan pada IBM database management system yang disebut dengan System R. SQL ini dikembangkan setelah mempelajari model rasional dari manajemen basis data yang ditemukan oleh E. F Codd di awal tahun 1970 (Codd, E.F., 1970).

Basis data SQL mempunyai karakteristik ACID (Atomic, Consistent, Isolation dan Durability) (Vatika Sharma and M. Dave, 2012). Atomic adalah apabila ada sebuah transaksi yang terdiri dari dua atau lebih komponen informasi, semua komponennya harus disimpan atau semua komponennya tidak disimpan. Tidak ada sebagian saja komponen yang disimpan atau tidak disimpan. Consistent adalah data yang disimpan tidak boleh melanggar integritas basis data. Perubahan data yang mengalami gangguan dibatalkan untuk memastikan basis data berada dalam kondisi sama seperti sebelum ada perubahan. Isolation adalah sebuah transaksi tidak dipengaruhi oleh transaksi lain yang sedang berjalan. Hal ini untuk mencegah terjadinya benturan data antar transaksi. Durability adalah apabila transaksi sudah disimpan di basis data secara permanen, untuk seterusnya transaksi tersebut ada di basis data meskipun terjadi kegagalan sistem. Basis data SQL memiliki kelebihan yaitu dapat memproses query yang kompleks dalam waktu yang relatif lebih singkat dan mendukung konsistensi (Dave, 2012). Selain itu basis data SQL dapat melakukan subquery, joins dan grouping/aggregation (Lawrence, 2014). Basis data SQL dirancang untuk berjalan pada satu server sehingga apabila basis data memerlukan tempat penyimpanan data yang besar maka diperlukan server dengan ukuran besar. Basis data SQL mempunyai kekurangan dalam mendistribusikan data dan beban secara merata terhadap sebanyak mungkin server (Cattell, 2010).

#### 2.5.3 NOSQL

Seiring dengan perkembangan teknologi, di awal abad 21, muncul teknologi baru yang dikenal dengan NoSQL (no SQL atau Not only SQL atau bukan relasional). Teknologi NoSQL ini terutama dipicu oleh oleh kebutuhan- kebutuhan perusahaan Web 2.0 yang mengacu pada website dengan titik berat pada isi yang dibuat oleh user (user-generated content), penggunaan yang mudah (ease of use) dan sesuai dengan sistem yang digunakan oleh end user (Mohan, 2013). Walaupun kedua technologi ini sudah banyak digunakan, namun belum ada studi literatur untuk membahas manfaat dan kelemahan basis data SQL dan NoSQL.

Basis data NoSQL mempunyai karakteristik BASE (Basically, Available, Soft state and Eventual Consistency) yang merupakan kebalikan dari ACID pada basis data SQL. Setelah transaksi yang konsisten, keadaan (state) yang didapat adalah keadaan sementara (soft state) bukan keadaan tetap (solid state). Fokus utama dari BASE adalah ketersediaan permanen. Karakteristik berikutnya adalah CAP (Consistency, Availability dan Partition) yang mempunyai tiga prinsip utama: 1) Data tersedia pada semua mesin harus sama di semua aspek dan update harus dilakukan terhadap semua mesin. 2) Data harus tersedia secara permanen dan harus dapat diakses setiap saat. 3) Pada saat terjadi kegagalan mesin atau kesalahan lainnya, basis data tetap bekerja dengan baik tanpa ada pekerjaan yang berhenti. Basis data NoSQL tidak menggunakan model data relasional, dapat menyimpan data dalam ukuran besar dan juga memperbolehkan data untuk disimpan didalam record yang tidak mempunyai skema yang sudah tertentu. Basis data NoSQL dibagi dalam beberapa jenis basis data:

1. Basis data Key-value adalah kombinasi antara key dan value yang merupakan basis data inti dari semua basis data NoSQL.
2. Basis data Document Store adalah basis data yang menggunakan record sebagai dokumen. Record ini menyimpan dokumen tidak berstruktur (unstructured) atau semi terstruktur (semi structured documents). Setiap dokumen terdiri dari satu set key dan value, hampir sama dengan basis data Key-value.
3. Basis data berbentuk kolom adalah basis data yang berorientasi kolom. Terdiri dari 2 jenis basis data yaitu tempat penyimpan data dengan kolom lebar (wide-column data store) dan Basis data berorientasi kolom.
4. Basis data grafis terdiri dari node, properties (karakteristik) dan edge (Dave, 2012).

Basis data NoSQL memiliki kelebihan dapat memproses data terstruktur, semi terstruktur dan tidak terstruktur dalam jumlah besar yang sering disebut sebagai Big Data dengan kecepatan tinggi, menggunakan skema yang fleksibel dan basis data terdistribusi (distributed database). Namun basis data SQL juga memiliki kelemahan yaitu untuk memproses operasi yang kompleks membutuhkan waktu yang lama dan tidak mempunyai dukungan untuk konsistensi (Suliyanti, 2019). Selain itu basis data NoSQL tidak dapat memproses *subqueries, joins and grouping/aggregation*.

### 2.6 *Website*

Secara bahasa,website terdiri dari dua kata yaitu *web* dan *site.* Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia web adalah sistem untuk mengakses, memanipulasi, dan mengunduh dokumen hipertaut yang terdapat dalam komputer yang dihubungkan melalui internet. Sedangkan situs dalam Kamus Bahasa Indonesia adalah tempat yang tersedia untuk lambang suatu inskripsi.

Pada dasarnya website atau situs dapat diartikan sebagai kumpulan halaman yang menampilkan informasi data teks, data gambar diam atau gerak, data animasi, suara, video dan atau gabungan dari semuanya, baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk satu rangkaian bangunan yang saling terkait dimana masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman (hyperlink).

#### 2.6.1 Frontend

front end adalah segala sesuatu yang menghubungkan antara user dengan sistem back end. Biasanya merupakan sebuah user interface dimana user akan berinteraksi dengan sistem (Arhandi, 2016). Pekerjaan yang sering muncul sebagai seorang front end developer adalah desainer user interface dan desainer user experience. Seorang front end developer hanya berfokus ke interface sistem, desain grafis dan membuat tampilan atau desain yang nyaman digunakan oleh pengguna. Seorang front end developer tidak bertugas untuk program atau aplikasi. Dan biasanya bahasa pemrograman yang digunakan dalam pengembangan front end adalah html.

#### 2.6.2 Backend

Back end atau sering disebut server side pada dasarnya adalah tempat dimana proses sebuah aplikasi atau sistem berjalan, proses di back end biasanya untuk menambahkan,mengubah atau menghapus data (Arhandi, 2016). Back end biasanya tidak langsung berinteraksi kepada user, yaitu seperti database dan server. Biasanya orang yang bekerja sebagai back end developer adalah programmer atau developer yang fokus pekerjaannya pada keamanan, desain sistem, dan manajemen data pada sistem. Back end developer dibutuhkan dalam pengembangan sistem atau aplikasi dinamis yang memiliki data yang selalu berubah ubah, contoh website dinamis antara lain facebook dan google. Seorang back end developer biasanya harus menguasai bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk mengelola database, mengolah file dan I/O seperti PHP, ASP, dan NodeJs.

# **BAB III**

# **METODE PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih tiga bulan di Laboratorium Instrumentasi Medis dan Laboratorium Komputer, Teknik Biomedis, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

Untuk menunjang pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan, dibutuhkan alat dan bahan antara lain :

1. Laptop Lenovo ThinkPad X270 dengan sistem operasi Linux Ubuntu dan RAM 8 GB
2. Sensor Photoplethysmography (PPG) max 30100 dan 30102
3. Arduino Uno R3 Compatible Atmega328P & Wifi ESP8266 NodeMCU Wemos
4. Arduino IDE
5. Software Docker
6. Software SmartGit
7. Software SQLYog
8. software firebase
9. Software Visual Studio Code
10. Software Google chrome

### **3.3 Prosedur penelitian**

Prosedur penelitian terdiri atas beberapa tahapan. Secara garis besar digambarkan dengan diagram blok rancangan tahapan pada gambar 3.1

# **DAFTAR PUSTAKA**

Arhandi, P. P. (2016). Kesehatan Dengan Menggunakan Metode Back End Dan. *Teknologi Informasi*, *7*(1), 39–48.

Cattell, R. (2010). Scalable SQL and NoSQL data stores. *SIGMOD Record*, *39*(4), 12–27. https://doi.org/10.1145/1978915.1978919

Dave, M. (2012). SQL and NoSQL Databases. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*.

Lawrence, R. (2014). Integration and virtualization of relational SQL and NoSQL systems including MySQL and MongoDB. *Proceedings - 2014 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, CSCI 2014*, *1*(July), 285–290. https://doi.org/10.1109/CSCI.2014.56

Mohan, C. (2013). History repeats itself: Sensible and NonsenSQL aspects of the NoSQL hoopla. *ACM International Conference Proceeding Series*, 11–16. https://doi.org/10.1145/2452376.2452378

Suliyanti, W. N. (2019). Studi Literatur Basis Data SQL dan NoSQL. *Kilat*, *8*(1), 48–51. https://doi.org/10.33322/kilat.v8i1.460