

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Studi Literatur

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan studi literatur yang merupakan pencarian referensi-referensi dari teori yang bersangkutan dengan judul, baik dari buku, jurnal maupun dari sumber-sumber lain. Perancangan alat ukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah bertujuan untuk mendeteksi penyakit jantung dan mengetahui kadar oksigen dalam darah agar masyarakat tidak lalai dalam menjaga kesehatan tubuh oleh karena itu.

Pada perancangan sistem ini, penelitian-penelitian yang telah dibuat sebelumnya memiliki persamaan dan perbedaan antara satu dengan yang lainnya, baik itu dari jenis – jenis dan ada peneliti yang menggunakan mikrokontroler AT89S51, mikrokontroler dan mikrokontroler ATmega16 sebagai *input/output* dari semua sistem. Jenis - jenis sensor yang digunakan juga beragam, seperti sensor *ultrasonik*, sensor inframerah, dan sensor suara.

Penelitian terkait untuk mengukur detak jantung telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, salah yaitu alat pengukur jumlah detak jantung berdasar aliran ujung darah dengan menggunakan *fingertip* pulse sensor Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengukur jumlah detak jantung berdasar aliran darah ujung jari menggunakan *fingertip* pulse sensor yang diharapkan dapat memudahkan tenaga medis atau pasien secara mandiri dalam mendeteksi kesehatan jantung sistem pada alat ini yaitu Rangkaian tersusun atas blok sensor, blok pengkondisi sinyal, blok pemroses menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan blok penampil Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengukur jumlah detak jantung berdasar aliran darah ujung jari menggunakan *fingertip* pulse sensor yang diharapkan dapat memudahkan tenaga medis atau pasien secara mandiri dalam mendeteksi kesehatan jantung Berdasarkan hasil pengujian terhadap 5 responden, alat yang dirancang mempunyai prosentasi *error* sebesar 3,51% ( kusuma, 2014).

(Hakim,2017). juga telah melakukan Penelitian yang berjudul yaitu aplikasi rancangan alat pendeteksi detak jantung manusia menggunakan AVR 16 berbasis *global system for mobile*. Alat pendeteksi detak jantung berbasis mikrokontroller ATmega16

merupakan suatu alat pendeteksi detak jantung manusia dengan menggunakan sensor suara, mikrokontroler ATmega16 dan dengan media telepon seluler. Sensor akan mendeteksi detak jantung manusia lalu mengubah sinyal suara menjadi sinyal listrik berupa sinyal analog, kemudian mikrokontroler ATmega16 akan menterjemahkan sinyal analog menjadi sinyal digital sehingga dapat ditampilkan pada LCD dan dikirim melalui media telepon seluler. Telepon seluler penerima adalah telepon seluler yang dimiliki dokter. Jadi, dokter dapat mengetahui detak jantung seorang pasien yang sedang ditanganinya walaupun ia sedang jauh dari pasiennya. Dengan menggunakan telepon seluler dokter akan menerima laporan dari alat ini yang telah di setting dengan program dari *software Basic Compiler* untuk mengetahui keadaan detak jantung pasien dalam *bentuk short message service (SMS)*

(Hanapi,2011). dalam penelitiannya merancang alat untuk memperagakan irama denyut jantung alat ini bertujuan untuk memberikan informasi yang diperoleh dari alat tersebut dapat merangsang kesadaran pemakai untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut di pusat kesehatan. Sistem kerja alat ini yaitu elektroda digenggam melalui telapak tangan dan konduktor stainless steel sebagai referensi diinjak. Sinyal jantung dideteksi dengan rangkaian pendeteksi denyut jantung yang terdiri dari rangkaian penguat biopotensial, 50 Hz *notch filter*, rangkaian *threshold*, komparator dan rangkaian *monostable*. Mikrokontroler ATMEGA16 berfungsi untuk menghitung dan menampilkan kecepatan denyut jantung pada *seven segment*.

(Raden,2016). telah melakukan penelitian tentang perancangan alat ukur detak jantung yaitu Monitoring Heart Rate di lengkapi sensor suhu ke personal komputer menggunakan bluetooth. Pada penelitian ini bertujuan untuk memantau kondisi tubuh pada pasien. Alat ini menggunakan finger sensor yang memanfaatkan perubahan aliran pembuluh darah pada jari telunjuk, sedangkan untuk parameter suhu tubuh menggunakan sensor LM – 35 yang dapat memantau suhu tubuh mulai 30 – 40 ° C. Pada prosesnya mikrokontroler yang menggunakan At 8535 hanya berfungsi sebagai akuisisi data ADC, dimana pengolahan data sepenuhnya terletak pada PC di aplikasi dellpi, dan pengiriman data menggunakan bluetooth HC – 05 dimana hanya mampu mengirimkan data sejauh 5 meter.

(Wulansari,2010). telah melakukan penelitian tentang mengukur oksigen dalam darah dengan judul Pendeteksi Kadar Haemoglobin Dalam Darah Secara Non-Invasive Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. Pengukuran kadar haemoglobin ini menggunakan

sensor Oksimetertipe DS-100A buatan Nellcor. Mikrokontroler ATmega 8535 digunakan untuk memproses data sedangkan LCD digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor tersebut. Hasil pengujian yang dilakukan, dapat dilihat secara langsung melalui LCD. Hasil pengujian haemoglobin dengan alat yang dibuat mempunyai tingkat kesalahan sebesar 1%. Hasil ini dapat dijadikan peringatan dini jika Haemoglobin terlalu rendah.

(Yanuardy,2016). telah melakukan mengukur kadar oksigen dalam darah yaitu Rancang bangun pulse oximetry digital berbasis mikrokontroler atmega16 alat ini bertujuan mengukur saturasi oksigen darah dengan observasi absorpsi gelombang optik yang melewati kulit dan berinteraksi dengan sel darah merah. Dengan membandingkan absorpsi cahaya, alat tersebut dapat menentukan kadar saturasi oksigen dalam darah. Cara kerja alat ini Mikrokontroler ATmega 16 digunakan untuk memproses data sedangkan LCD digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor tersebut. Data dari sensor deteksi tersebut dikirim ke mikrokontroler kemudian langsung dapat ditampilkan ke LCD. Di mikrokontroler, data tersebut diolah kemudian diproses untuk mendapatkan data oksigen saturasi (SpO<sub>2</sub>). Hasil pengujian haemoglobin dengan alat yang dibuat mempunyai tingkat kesalahan sebesar 1,5% dibandingkan dengan dengan alat ukur standar.

Penelitian selanjutnya (Galuh, 2017). juga merancang alat ukur oksigen dalam darah dengan judul Perancangan alat ukur saturasi oksigen dalam darah tampil lcd grafik alat ini bertujuan dapat memudahkan *user* (perawat atau dokter) dalam memantau kondisi pasien. Alat ukur saturasi oksigen dalam darah menggunakan perbedaan panjang gelombang dari cahaya LED merah dan infrared yang ditangkap oleh photodiode. Perancangan alat ukur ini menggunakan finger sensor, rangkaian pengkondisian sinyal analog, mikrokontroler dan LCD Grafik. Data dari finger sensor masuk ke rangkaian pengkondisian sinyal, kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk diolah sehingga menghasilkan presentase nilai SPO<sub>2</sub> yang kemudian ditampilkan pada LCD Grafik.

Penelitian alat ukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah nantinya akan memiliki kesalahan system pengukuran atau disebut juga error dapat dibagi menjadi dua yaitu error yang muncul selama proses pengukuran Dan error yang muncul kemudian akibat sinyal pengukuran dipengaruhi gangguan atau noise selama pengiriman sinyal dari titik pengukuran ke beberapa tempat lain Namun demikian, kuantifikasi nilai pengukuran dan pernyataan rentang eror tetap merupakan besaran statistik. Karena sifat alami eror acak dan fakta bahwa penyimpangan yang besar pada besaran terukur terjadi dari waktu ke waktu, cara terbaik yang dapat dilakukan adalah menyatakan pengukuran dalam istilah



statistik: misalkan menyatakan 95% atau 99% tingkat kepercayaan bahwa pengukuran berada pada nilai tertentu di dalam rentang eror, katakanlah,  $\pm 1\%$ . (Kalibrasi, 2018).

Berdasarkan penelitian di atas tentang alat ukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah hanya sebatas mengukur saja dan tidak bisa menyimpan data saat pengukuran oleh karena itu peneliti tertarik mengembangkan penelitian tentang rancang bangun alat ukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah menggunakan sensor pulse dan sensor max 30100 berbasis arduino uno

## 2.2. Mikrokontroler

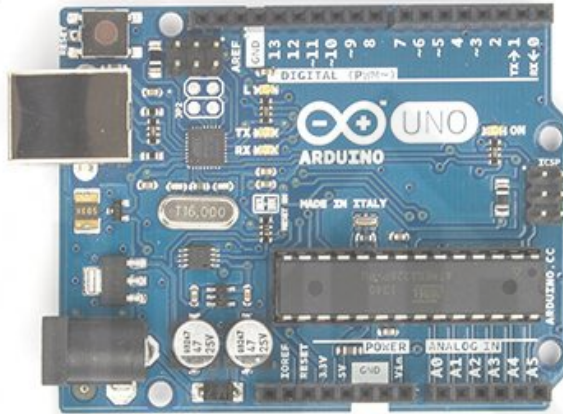
### 2.2.1 Definisi Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah mikrokomputer *chip*-tunggal yang dirancang secara spesifik untuk aplikasi-aplikasi kontrol dan bukan untuk aplikasi-aplikasi serbaguna. Perangkat ini seringkali digunakan untuk memenuhi suatu kebutuhan kontrol tertentu, seperti mengendalikan sebuah penggerak motor. Mikrokomputer *chip*-tunggal, di lain pihak, biasanya melaksanakan beragam fungsi yang berbeda dan dapat mengendalikan beberapa proses dalam waktu yang bersamaan. Aplikasi-aplikasi yang tipikal meliputi kontrol perangkat-perangkat *peripheral* seperti motor, penggerak, *printer*, dan komponen-komponen subsistem minor. Contoh yang tipikal adalah Z86E, 8051, 68705, dan 89C51. Sebuah mikrokomputer *chip*-tunggal adalah sebuah sistem komputer lengkap (terdiri dari CPU, RAM, dan ROM, dll.) dalam sebuah kemasan VLSI. Sebuah mikrokomputer *chip*-tunggal membutuhkan sangat sedikit komponen-komponen rangkaian eksternal untuk menyediakan seluruh fungsi yang terkait dengan sebuah sistem komputer lengkap (namun biasanya dengan kemampuan *input* dan *output* yang terbatas). Mikrokomputer *chip*-tunggal dapat diprogram dengan menggunakan memori-memori *programmable* yang *built-in* atau melalui *chip-chip* memori eksternal. Aplikasi-aplikasi tipikal dari mikrokomputer *chip*-tunggal meliputi printer komputer, pengendali instrumen, dan perangkat tampilan. Salah satu contoh yang tipikal adalah Z84C

### 2.2.2 Arduino Uno

Arduino merupakan platform dalam pembuatan *prototype* elektronik yang bersifat *open-source* baik pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang mudah digunakan (fleksibel). *Hardware*-nya menggunakan prosesor Atmel AVR ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin *input/output* digital (6 diantaranya dapat

digunakan sebagai *output* PWM), 6 pin *input* analog, sebuah koneksi menggunakan USB dan sebuah tombol reset. Bahasa pemrograman Arduino mirip dengan bahasa C yang disediakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) dan dalam lingkup pengembangan berdasarkan *Processing* (Arduino, 2017).



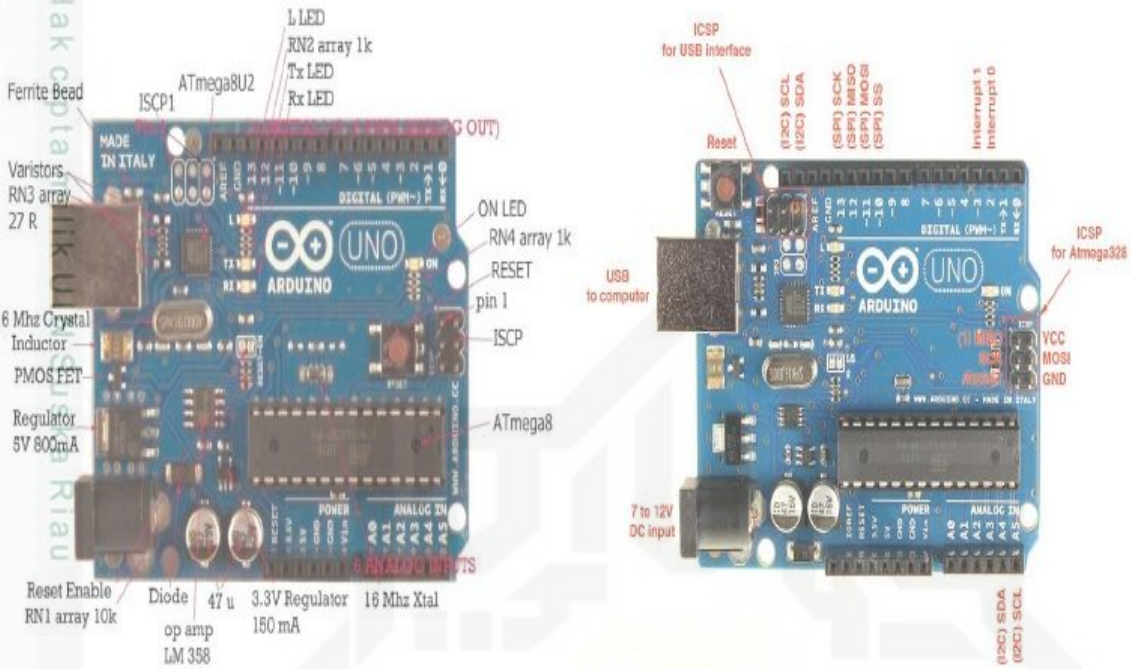
**Gambar 2.1** Board Arduino Uno (Arduino, 2017).

### 2.2.3 Spesifikasi Arduino Uno

Berikut merupakan karakteristik dari Arduino Uno (Arduino, 2017):

- a. Mikrokontroler AT 328
- b. Tegangan untuk operasi 5V
- c. Tegangan masukan (direkomendasikan) 7V – 12V
- d. Tegangan masukan (limit) 6V - 20V
- e. 14 pin I/O Digital (6 diantaranya sebagai *output* PWM)
- f. 6 pin *input* analog
- g. Arus DC per I/O 40mA
- h. Arus pada pin tegangan 3,3V 50mA
- i. Memori *flash* 32 KB
- j. SRAM 2KB
- k. EEPROM 1KB
- l. Kecepatan *clock* 16MH

## 2.2.4 Komponen Arduino



Gambar 2.2 Komponen Arduino (Arduino, 2017).

### a) Daya

Arduino Uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (Universal Serial Bus) atau melalui *power supply* eksternal. Jika Arduino Uno dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka Arduino Uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. *Power supply* eksternal (yang bukan melalui USB) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan ke soket *power* pada Arduino Uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dihubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor *POWER*. Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk *board* Uno adalah 7-volt sampai dengan 12 *volt*, jika diberi daya kurang dari 7-volt kemungkinan pin 5-volt Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12-volt, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak *board* Uno. Pin listrik adalah sebagai berikut (Arduino, 2017):

1. VIN: Tegangan masukan kepada *board* Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5-volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).
2. 5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.
3. 3V. Sebuah pasokan 3,3-volt dihasilkan oleh regulator on-board.
4. GND. *Ground* pin.



b) **Memori**

ATMega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM *library*) (Arduino, 2017).

c) **Input dan Output**

Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, dan `digitalRead ()`, beroperasi dengan daya 5 *volt*. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal *pull-up resistor* (secara *default* terputus) dari 20-50 k Ohm. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus (Arduino, 2017):

1. Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan *chip* serial ATMega8 U2 USB-to-TTL.
2. Eksternal *interrupt*: 2 dan 3. Pin ini dapat di konfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai.
3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan *output* PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite ()`.
4. SPI: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI Library*.
5. LED: 13. Ada *built-in* LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai *HIGH*, LED *on*, ketika pin bernilai *LOW*, LED *off*. Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10-bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus.
6. I2C: A4 (SDA) dan A5 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan *Wire*.
7. Aref. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference ()`.
8. *Reset*. Bawa baris ini *LOW* untuk me-*reset* mikrokontroler.

**d) Komunikasi**

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi *serial*, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8 U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai *port virtual com* untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* "8 U2 menggunakan *driver* USB standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan sebuah *file* inf. Perangkat lunak Arduino terdapat *monitor serial* yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari *board* Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI (Arduino, 2017).

**e) Pemrograman**

Arduino memiliki bahasa pemrograman tersendiri yaitu bahasa Arduino, merupakan pengembangan dari bahasa C yang disederhanakan dan dipermudah dengan *libraries*. Untuk meng-*compile* dan meng-*upload* program ke *board* Arduino dapat menggunakan *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) (Arduino, 2017).



**Gambar 2.3** Tampilan *Software* Arduino (Arduino, 2017)



### 2.3 Pulse Sensor

*Pulse sensor amped* (atau disebut *pulse sensor* saja) pada dasarnya adalah sebuah *photoplethysmograph* yang bekerja berdasarkan tanggapan terhadap perubahan intensitas cahaya relatif. Jika jumlah intensitas cahaya yang mengenai *pulse sensor* tetap maka nilai sinyal akan berada di sekitar 512 (nilai tengah rentang ADC 10 bit). Makin besar intensitas cahaya makin tinggi nilai ADC. Sebuah *pulse sensor* Sinyal yang dihasilkan oleh sensor menghasilkan gelombang yang dinamakan photoplethysmogram (PPG) PPG dalam dunia medis digunakan untuk pengukuran respiratory rate (pernafasan) dan heart rate (denyut jantung) (Helmy hardian,2016).



**Gambar 2.4** Pulse Sensor

Sumber: (helmy hardian,2016).

### 2.4 Sensor Max 30100

Sensor Max30100 adalah suatu metode non-invasive untuk mengukur persentase hemoglobin (Hb) yang saturasi dengan oksigen di dalam darah. Metode ini menggunakan perbedaan panjang gelombang dari cahaya merah (660 nm) dan cahaya inframerah (940 nm) yang ditangkap oleh sensor deteksi setelah melewati pembuluh balik dan pembuluh kapiler pada ujung jari telunjuk



**Gambar 2.5** Modul Max30100Sumber

(guruh harianto,2016).

Sensor max30100 menggunakan cahaya dalam analisis spektral untuk pengukuran saturasi oksigen, yaitu deteksi dan kuantifikasi komponen (hemoglobin) dalam larutan. Saturasi oksigen adalah persentase total hemoglobin yang membawa atau mengandung oksigen. Sensor yang umumnya ditempatkan jari atau daun telinga. Sebuah fotodetektor pada sisi lain mengukur intensitas cahaya yang berasal dari transmisi sumber cahaya yang menembus jari. Transmisi cahaya melalui arteri adalah denyutan yang diakibatkan pemompaan darah oleh jantung. Sensor max30100 menggunakan LED merah dan inframerah bersama-sama dengan fotodetektor untuk mengatur arus di dalam rangkaian relatif terintegrasi untuk penyerapan cahaya yang melalui jari. Pengurangan cahaya dapat dibagi dalam tiga bagian besar : pengurangan cahaya akibat darah arteri, pengurangan cahaya akibat darah vena, dan pengurangan darah akibat jaringan. Pengurangan cahaya akibat darah vena dapat menyebabkan beberapa sinyal akibat perubahan di dalam aliran darah dan juga perubahan akibat level oksigen darah. Pengurangan cahaya yang disebabkan aliran darah vena dan jaringan menciptakan suatu sinyal yang relatif stabil dan sinyal ini disebut dengan komponen DC. (Guruh Hariyanto,2016).

## 2.5 LCD 20X4

*Liquid Crystal Display (LCD) 20x4 Liquid Crystal Display 20x4* merupakan sebuah teknologi layar digital yang menghasilkan citra pada sebuah permukaan yang rata dengan memberi sinar pada kristal cair dan *filter* berwarna, yang mempunyai struktur molekul polar, diapit dua elektroda yang transparan. Bila medan listrik diberikan, molekul menyesuaikan posisinya pada medan yang akan membentuk susunan kristalin yang mempolarisasi cahaya yang melaluinya. Teknologi ini merupakan pengolahan kristal cair berupa cairan kimia, yang molekul-molekulnya dapat diatur sedemikian rupa bila diberi medan elektrik seperti molekul-molekul metal bila diberi medan magnet (Sulistiyo,2017).



**Gambar 2.6** LCD 20x4

Sumber: (sulistiyo 2017)