

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kadar Gula Darah

Kadar gula darah adalah banyaknya zat gula atau glukosa di dalam darah. Meskipun senantiasa mengalami perubahan, kadar gula darah perlu dijaga dalam batas normal agar tidak terjadi gangguan di dalam tubuh. Kadar gula darah dipengaruhi oleh asupan nutrisi dari makanan atau minuman, khususnya karbohidrat, serta jumlah insulin dan kepekaan sel-sel tubuh terhadap insulin. Kadar gula darah yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan memberikan dampak buruk bagi kesehatan, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. (Marianti, 2019)

Seusai makan, sistem pencernaan Anda akan memecah karbohidrat menjadi gula atau glukosa yang bisa diserap oleh aliran darah. Zat tersebut sangat penting untuk sumber energi sel-sel tubuh Anda. Darah mengalirkan zat gula ini menuju sel-sel tubuh guna menjadikannya energi. Namun, zat gula ini harus melewati sebuah ‘pintu’ untuk memasuki sel-sel tersebut. Hormon yang berperan dalam membuka ‘pintu’ itu adalah insulin. Insulin dihasilkan oleh pankreas. Setelah memasuki sel, zat gula ini akan dibakar menjadi energi yang bisa Anda pakai. Gula yang lebih akan disimpan di hati untuk dipakai di kemudian hari. (Noya, 2018)

Berikut kisaran kadar gula darah normal pada tubuh:

- Sebelum makan: sekitar 70-130 mg/dL
- Dua jam setelah makan: kurang dari 140 mg/dL
- Setelah tidak makan (puasa) selama setidaknya delapan jam: kurang dari 100 mg/dL
- Menjelang tidur: 100 – 140 mg/dL



2.2 Kolesterol

Kolesterol adalah lemak yang berguna bagi tubuh. Namun bila kadarnya di dalam tubuh terlalu tinggi, kolesterol akan menumpuk di pembuluh darah dan mengganggu aliran darah. Kelebihan kolesterol total darah dapat mengakibatkan gangguan pembuluh jantung, stroke dan yang paling fatal dapat mengakibatkan kematian. Kolesterol merupakan zat yang diproduksi secara alami oleh organ hati, tetapi juga bisa ditemukan dalam makanan yang berasal dari hewan, seperti daging dan susu. Kolesterol diperlukan oleh tubuh untuk membentuk sel-sel sehat, memproduksi sejumlah hormon, dan menghasilkan vitamin D. Meskipun penting bagi tubuh, kolesterol dapat mengganggu kesehatan jika kadarnya terlalu tinggi.

Berikut ini jenis-jenis kolesterol yang ada dalam darah. (Willy, 2019)

1) Kolesterol baik

Semakin tinggi tingkat kolesterol baik atau HDL, maka akan semakin baik untuk kesehatan. Ini karena HDL melindungi dari penyakit jantung. Tingkat HDL minimal 60 mg/dL atau lebih dapat membantu mengurangi risiko penyakit jantung. Sebaliknya, tingkat HDL kurang dari 40 mg/dL justru menaikkan risiko penyakit jantung.

2) Kolesterol jahat

Karena sifatnya yang jahat, LDL atau kolesterol jahat sebaiknya berada pada tingkat yang rendah atau dapat ditoleransi tubuh, yaitu kurang dari 100 mg/dL. Jumlah LDL 100-129 mg/dL dapat dikatakan sebagai ambang batas toleransi. Jika melebihi jumlah tersebut kolesterol jahat dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti ateroma, penyakit jantung, dan stroke.

Jumlah LDL 130-159 mg/dL dapat dikatakan memasuki ambang batas tinggi, dan jika jumlahnya telah mencapai 160-189 mg/dL sudah masuk level tinggi. Sedangkan jumlah LDL 190 mg/dL dan selebihnya, sudah berada pada level sangat tinggi.

3) Trigliserida

Lemak ini juga dapat meningkatkan risiko penyakit jantung. Jadi, semakin rendah tingkat trigliserida, maka akan semakin baik untuk kesehatan. Jumlah trigliserida 150-199 mg/dL dapat dikatakan berada pada ambang batas tinggi,



dan jumlah 200 mg/dL atau lebih termasuk tingkat trigliserida tinggi. Sebagian orang memerlukan perawatan jika memiliki kadar trigliserida pada kedua level tersebut.

4) Kolesterol total

Kolesterol total merupakan gabungan dari jumlah kolesterol baik, kolesterol jahat, dan trigliserida dalam setiap desiliter darah. Biasanya, dengan melihat kadar kolesterol total dan HDL saja sudah dapat menggambarkan kondisi umum kadar kolesterol Anda. Namun, jika kolesterol total berjumlah 200 mg/dL atau lebih, atau HDL kurang dari 40 mg/dL, Anda perlu melakukan pemeriksaan kolesterol lengkap yang mencakup LDL dan trigliserida.

Kadar Kolestrol Normal

- 1) Kolesterol total < 200 mg/dl
- 2) Kolesterol HDL 35 – 65 mg/dl
- 3) Kolesterol LDL < 150 mg/dl
- 4) Trigliserida < 200 mg/dl
- 5) Ratio kolesterol total : kolesterol HDL < 5

2.3 Asam Urat

Penyakit asam urat merupakan kondisi yang bisa menyebabkan gejala nyeri yang tak tertahankan, pembengkakan, serta adanya rasa panas di area persendian. Semua sendi di tubuh berisiko terkena asam urat, tetapi sendi yang paling sering terserang adalah jari tangan, lutut, pergelangan kaki, dan jari kaki. Umumnya, penyakit asam urat dapat lebih mudah menyerang laki-laki, khususnya mereka yang berusia di atas 30 tahun.

Pada wanita, penyakit asam urat ini dapat muncul setelah terkena menopause. Rasa sakit yang dialami pengidap asam urat, dapat berlangsung selama rentang waktu 3-10 hari dengan perkembangan gejala yang begitu cepat dalam beberapa jam pertama. Sering kali orang salah kaprah dan menyamakan penyakit asam urat



dengan rematik. Padahal, rematik adalah istilah yang menggambarkan rasa sakit pada persendian atau otot yang mengalami peradangan (Karina, 2018).

Kadar Asam Urat Normal

- 1) Laki laki: 3.4-7.0 milligrams per deciliter (mg/dL) atau 202-416 micromoles per liter (mcmol/L)
- 2) Wanita : 2.4-6.0 mg/dL atau 143-357 mcmol/L
- 3) Anak anak : 2.0-5.5 mg/dL atau 119-327 mcmol/L

2.4 Sensor *Pulse*

Pulse sensor adalah sensor yang dapat menghitung denyut jantung manusia yang diproduksi oleh *fungky corporation*. Sensor *Pulse* menggunakan *infrared* dan *photodiode*. *Infrared* akan memancarkan sinyal yang menembus kulit pada tangan yang kemudian akan ditangkap oleh *photodiode*. Konsepnya adalah *infrared* dan *photodiode* akan menangkap perubahan volume darah pada jari tangan pada saat jantung memompa darah keseluruh tubuh. dari sinilah data denyut jantung akan didapatkan untuk kemudian diproses (Karina, 2018)

Pulse sensor 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 *photoplethysmograph* (PPG) PPG dalam dunia medis digunakan untuk pengukuran respiratory rate (pernafasan) dan *heart rate* (denyut jantung) (Asyhari, 2018)

Sensor *Pulse* bekerja dengan cara memanfaatkan cahaya. Saat sensor ini diletakkan dipermukaan kulit, sebagian besar cahaya diserap atau dipantulkan oleh organ dan jaringan (kulit, tulang, otot, darah), namun sebagian cahaya akan melewati jaringan tubuh yang cukup tipis. Ketika jantung memompa darah melalui tubuh, dari setiap denyut yang terjadi, timbul gelombang pulsa (jenis seperti gelombang kejut) yang bergerak di sepanjang arteri dan menjalar ke jaringan kapiler di mana sensor pulsa terpasang. Sensor *Pulse* dirancang untuk



mengukur *inter beat* interval (IBI). IBI adalah selang waktu pada denyut jantung dalam mili detik dengan waktu momen sesaat dari jantung berdetak. BPM berasal setiap detak dari rata-rata setiap 10 kali IBI. Jadi, ketika mikrokontroler Arduino dinyalakan dan berjalan dengan sensor pulsa yang disambungkan ke pin analog 0, terus-menerus (setiap 2ms) membaca nilai sensor berdasarkan denyut jantung yang terukur. Pengukuran denyut nadi bisa menjadi hal yang sangat berguna, Sejak lama dokter telah menggunakan metode pengukuran denyut nadi untuk menentukan stres, relaksasi, tingkat kebugaran fisik, dan kondisi medis. (Rozie, Hadary, & Pontia , 2016)

Adapun spesifikasi dari sensor *Pulse* diantaranya :

- Tegangan pada +5 volt atau +3,3 volt
- arus senilai 4mA pada 5 volt,
- diameter *module* 16mm
- tebal *module* 3 mm
- memiliki tiga pin koneksi yaitu GND, VCC, analog signal out.



Gambar 2.1 *Pulse* Sensor

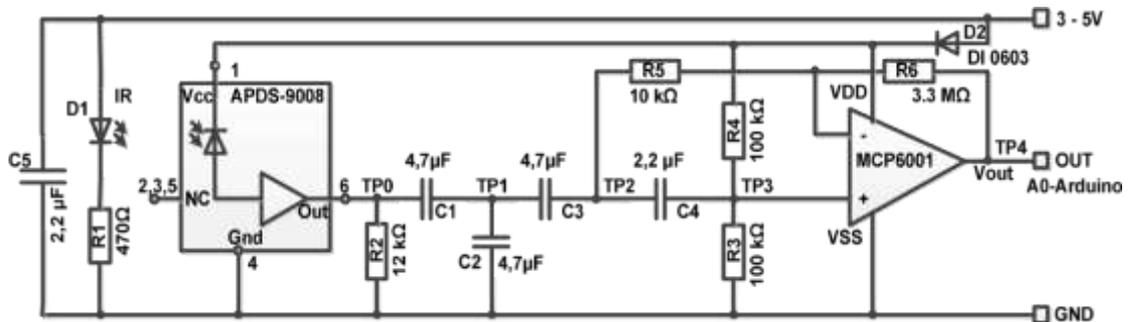
Sumber : (Rozie, Hadary, & Pontia , 2016)

Fungsi pin sensor *Pulse*

- Red *wire* untuk VCC
- Black *Wire* untuk Ground
- Purple *Wire* untuk Analog *Input*.



Di dalam modul sensor *Pulse* telah diintegrasikan sejumlah fungsi komponen yaitu sensor *infrared* , detektor cahaya, rangkaian filter, rangkaian penguat sinyal dan komponen proteksi



Gambar 2.2. Skematik diagram modul *Pulse* heart rate sensor

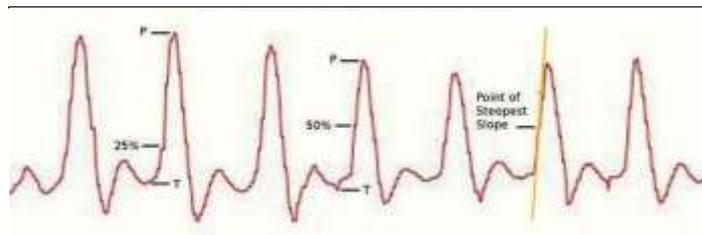
(Sumber: Murphy, 2012)

Tabel 2.1 . Keterangan Masing-masing Komponen Sensor *Pulse*

| Komponen | Nilai | Keterangan |
|----------------|-------|---|
| APDS-9008 | | Sensor |
| MCP6001 | | Op Amp |
| RevMntLED | | <i>Reverse Mount LED</i> |
| Schottkey | | <i>Powerline Diode</i> |
| CAP 4.7uF 0603 | 4.7uF | <i>Capacitor, Surface Mount Multi-Layer Ceramic</i> |
| CAP 0.1uF 0603 | 2.2uF | <i>Capacitor, Surface Mount Multi-Layer Ceramic</i> |
| R 470 0603 | 470K | SMT Resistor |
| R 100 0603 | 12K | SMT Resistor |
| R 13K 0603 | 100K | SMT Resistor |
| R 13K 0603 | 10K | SMT Resistor |
| R 13K 0603 | 3.3M | SMT Resistor |



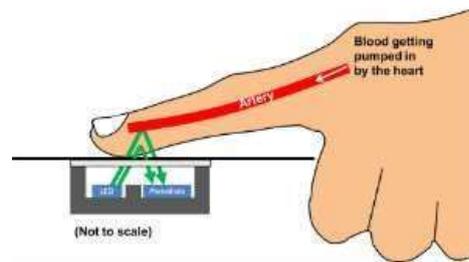
Pulse heart rate sensor pada dasarnya menggunakan prinsip kerja *photoplethysmography*, dimana merupakan metoda optis yang relatif sederhana dan murah untuk mendeteksi secara *non-invasive* perubahan volume darah setiap jantung berdetak pada jaringan pembuluh darah (Allen, 2007). Sinyal yang dihasilkan oleh sensor menghasilkan gelombang yang dinamakan *photoplethysmography* (PPG) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. PPG dalam dunia medis digunakan untuk pengukuran respiratory rate (pernafasan) dan *heart rate* (detak jantung). Saat jantung memompa darah ke seluruh tubuh, setiap denyut yang terjadi disertai dengan munculnya gelombang pulsa seperti gelombang kejut yang merambat melalui arteri hingga ke lapisan kapiler tangan (jemari) tempat *Pulse heart rate* sensor dipasang. (Rachmat & Ambaransari, 2018)



Gambar 2.3 Contoh Bentuk Sinyal *Photoplethysmography*

Sumber : (Rachmat & Ambaransari, 2018)

Photodiode yang sudah terintegrasi dalam komponen APDS 9008 digunakan sebagai penangkap gelombang cahaya yang dipancarkan oleh Infra Red (IR). Metoda pengukuran detak jantung pada pembuluh darah jari tangan pada sistem ini menggunakan metoda refleksi, dimana IR sebagai sumber cahaya dipasangkan sejajar dengan *Photodiode* sebagai sensor cahaya, seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Sinyal atau perubahan yang diterima oleh *Photodiode* adalah pantulan cahaya dari IR. *Photodiode* mengubah besarnya intensitas cahaya yang diterima menjadi arus listrik. Besar kecilnya cahaya yang diterima berdasarkan pantulan cahaya dari IR yang dipancarkan ke pembuluh darah pada jari tangan.



Gambar 2.4. Metoda pendeteksian detak jantung dengan metode refleksi

Sumber : (Rachmat & Ambaransari, 2018)

Arus listrik yang dihasilkan oleh komponen APDS-9008 kemudian diubah menjadi tegangan listrik di titik TP0 dengan menggunakan sebuah resistor $12\text{ k}\Omega$. Tegangan listrik ini kemudian disaring untuk menghilangkan tegangan DC dan diperkecil tegangannya dengan menggunakan kapasitor C1 dan C2. Sinyal ini kemudian dihubungkan rangkaian *differensiator* op-amp dengan frekuensi *cut-off* $3,38\text{ Hz}$ yang dihasilkan oleh kapasitor C3 dan R5. Rangkaian *differensiator* ini akan berfungsi ganda yaitu sebagai *differensiator* dan sebagai penguat inverting. Rangkaian akan berfungsi sebagai *differensiator* jika frekuensi sinyal *Input* pada TP1 lebih kecil dari frekuensi *cut-off* atau rangkaian akan berfungsi sebagai penguat inverting jika frekuensi sinyal *Input* pada TP1 lebih besar dari frekuensi *cut-off*. Sinyal pada TP1 kemudian dihubungkan dengan komponen C4 dan resistor R3 untuk difilter kembali dengan frekuensi *cut-off* $0,72\text{ Hz}$. Dengan kata lain, rangkaian ini akan menfilter sinyal sesuai dengan detak jantung manusia pada umumnya yaitu lebih kurang 43 sampai dengan $200\text{ beat per minute}$ (bpm).

Komponen resistor R3 dan R4, berfungsi juga sebagai pembagi tegangan untuk menghasilkan tegangan bias untuk sinyal TP1 sehingga memiliki sinyal dengan tegangan *offset* sebesar setengah dari tegangan catu daya (V_{cc}) yang diberikan. Sinyal tersebut kemudian dikondisikan dengan rangkaian *differensiator* op-amp sesuai dengan frekuensi sinyal *Input* yang mengalir pada rangkaian. Jika rangkaian *differensiator* ini berfungsi sebagai penguat, maka akan menghasilkan penguat inverting dengan penguatan sebesar 330 kali. Tegangan keluaran (V_{out})



dari modul ini berupa level tegangan DC yang memenuhi persyaratan untuk diproses lebih lanjut oleh modul pemroses sinyal Arduino Mega melalui pin *Input* analog (A0).

Modul sensor ini juga dilengkapi dengan pengamanan berupa diode D2 untuk mencegah terbaliknya polaritas catu daya yang diberikan agar menghindari kerusakan pada komponen. Diode D2 akan bersifat *forward* bias jika polaritas catu daya dalam posisi yang benar, sedangkan Diode D2 akan bersifat reverse bias jika polaritas catu daya dalam posisi yang salah. (Rachmat & Ambaransari, 2018)

2.5 Mikrokontroler

2.5.1 Pengertian Mikrokontroler

Menurut Setiawan (2011:1) Mikrokontroler adalah suatu IC dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*), EEPROM/ EPROM/ PROM/ ROM, I/O, Serial & Parallel, Timer, Interrupt Controller.

Menurut Fauzi (2011:1) Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya.

Berdasarkan definisi yang dikemukakan di atas dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler adalah suatu IC yang didesain atau dibentuk dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*), EEPROM/EPROM/PROM/ROM, I/O, Serial & Parallel, Timer, Interrupt Controller dan berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik serta umumnya dapat menyimpan program didalamnya.

2.5.2 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah sebuah *Board* Arduino yang menggunakan ic Mikrokontroler ATmega 2560. *Board* ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 digital *Input / Output*, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai *Output*



PWM, 16 buah analog *Input*, 4 UART. Arduino Mega 2560 di lengkapi kristal 16. Mhz Untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan *Power* dari USB ke PC / Laptop atau melalui Jack DC pakai adaptor 7-12 V DC. (Purbaya, 2017)



Gambar 2.6 Arduino Mega

Sumber : (Purbaya, 2017)

2.5.2.1 Spesifikasi Arduino Mega

Berikut merupakan karakteristik dari Arduino Mega :

- | | |
|----------------------------------|---|
| a) Mikrokontroler | ATmega2560 |
| b) Tegangan Operasional | 5V |
| c) Tegangan <i>Input</i> (rek) | 7-12V |
| d) Tegangan <i>Input</i> (limit) | 6-20V |
| e) Pin Digital I/O | 54 (of which 15 provide PWM <i>Output</i>) |
| f) Pin Analog <i>Input</i> | 16 |
| g) Arus DC per Pin I/O | 20 mA |
| h) Arus DC untuk Pin 3.3 V | 50 mA |
| i) Memori Flash | 256 KB of which 8 KB used by bootloader |
| j) SRAM | 8 KB |
| k) EEPROM | 4 KB |
| l) Clock Speed | 16 MHz |
| m) LED_BUILTIN | 13 |
| n) Panjang | 101.52 mm |

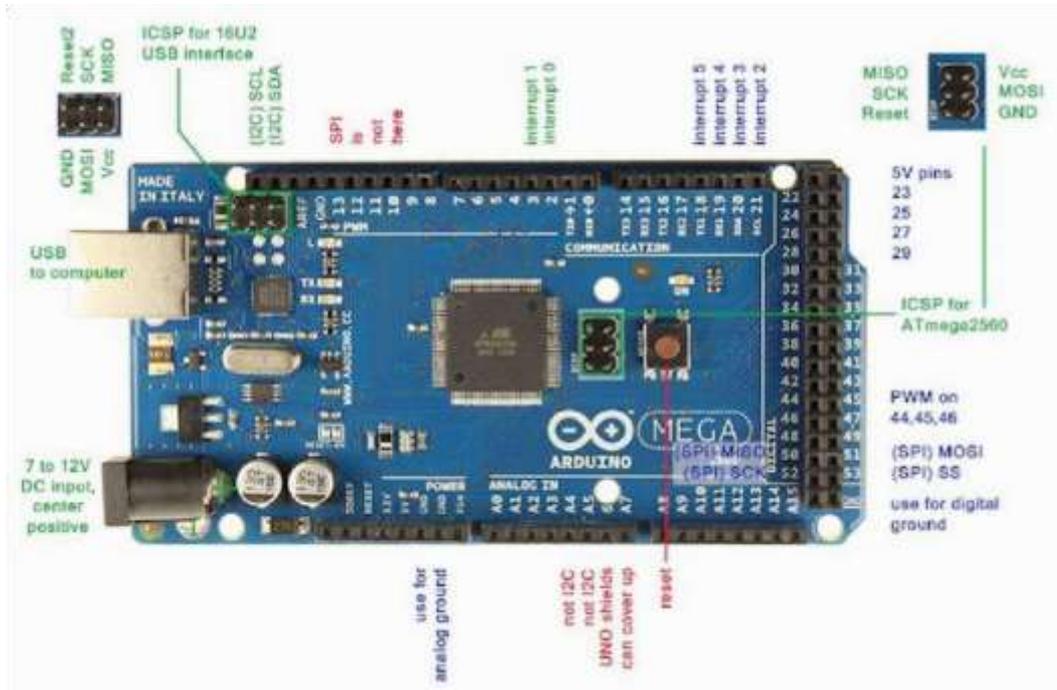


- | | |
|----------|---------|
| o) Lebar | 53.3 mm |
| p) Berat | 37 g |

2.5.2.2 Pin Out Arduino Mega

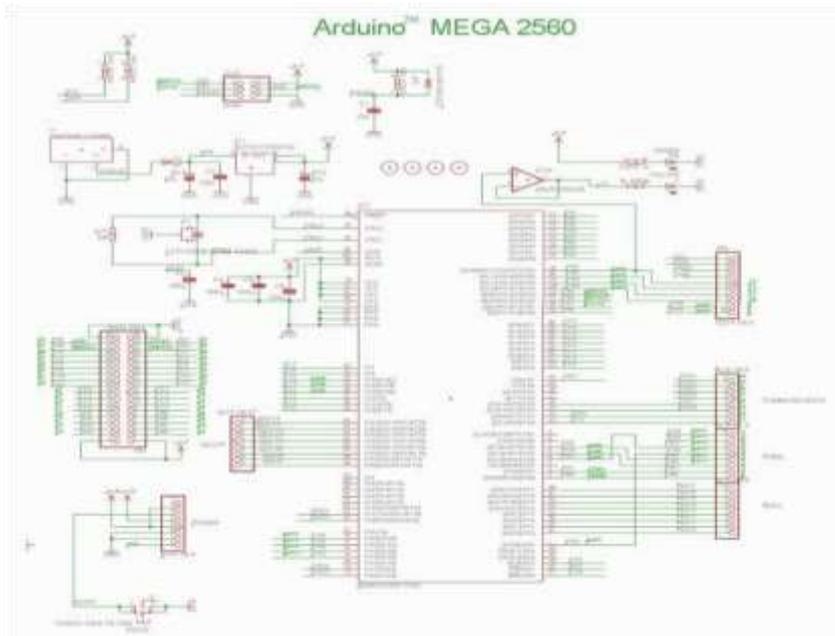
Pin digital Arduino Mega2560 ada 54 Pin yang dapat di gunakan sebagai *Input* atau *Output* dan 16 Pin Analog berlabel A0 sampai A15 sebagai ADC, setiap Pin Analog memiliki resolusi sebesar 10 bit. Arduino Mega 2560 di lengkapi dengan pin dengan fungsi khusus, sebagai berikut :

- a) Serial 4 buah : Port Serial : Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX) ;Port Serial 1 : Pin 19 (RX) dan Pin 18 (TX); Port Serial 2 : Pin 17 (RX) dan Pin 16 (TX); Port Serial 3 : Pin 15 (RX) dan Pin 14 (TX). Pin Rx di gunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin (Tx) untuk mengirim data serial TTL
- b) External Interrupts 6 buah : Pin 2 (Interrupt 0), Pin 3 (Interrupt 1), Pin 18 (Interrupt 5), Pin 19 (Interrupt 4), Pin 20 (Interrupt 3) dan Pin 21 (Interrupt 2)
- c) PWM 15 buah : 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 dan 44,45,46 pin-pin tersebut dapat di gunakan sebagai *Output* PWM 8 bit
- d) SPI : Pin 50 (MISO), Pin 51 (MOSI), Pin 52 (SCK), Pin 53 (SS) ,Di gunakan untuk komunikasi SPI menggunakan *SPI Library*
- e) I2C : Pin 20 (SDA) dan Pin 21 (SCL) , Komunikasi I2C menggunakan *wire Library*
- f) LED : 13. Buit-in LED terhubung dengan Pin Digital 13



Gambar 2.7 Pin Out Arduino Mega

(Sumber : *image.2020*)



Gambar 2.8 Schematic Arduino Mega

(Sumber : www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560)



2.5.3 Catu Daya

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan Catu daya Eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (*nonUSB*) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya *plug* pusat-positif 2.1 mm ke dalam *Board* penghubung listrik. *Lead* dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin GND dan Vin dari konektor *Power*. (Purbaya, 2017)

Bord dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6-20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 Volt dan *Board* mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan bias panas dan merusak *Board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7-12 Volt. Pin catu daya adalah sebagai berikut :

- 1 VIN. Tegangan *Input* ke papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya diatur lainnya). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- 2 5V. Catu daya yang diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lain di papan tulis. Hal ini dapat datang baik dari VIN melalui *regulator onBoard*, atau disediakan oleh USB atau suplai 5V diatur lain.
- 3 3V3. Sebuah pasokan 3,3 volt yang dihasilkan oleh *regulator on-Board*. menarik arus maksimum adalah 50 mA.
- 4 GND. Ground pins.

2.5.4 Memory

ATmega2560 memiliki 256 KB dari memori flash untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk *bootloader*), 8 KB dari SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

2.5.5 Input & Output

Masing-masing dari 54 pin digital pada Mega dapat digunakan sebagai *Input* atau *Output*, menggunakan *pinMode ()*, *digitalWrite ()*, dan *digitalRead ()*



fungsi. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum

40 mA dan memiliki *resistor pull-up internal* yang (terputus secara default) dari 2050 KOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

Serial: 0 (RX) dan 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan data serial (TX) TTL. Pin 0 dan 1 juga terhubung ke pin dari ATmega8U2 USB-to-TTL Chip Serial.

- 1) Interupsi Eksternal: 2 (menggangu 0), 3 (menggangu 1), 18 (*interrupt 5*), 19 (*interrupt 4*), 20 (*interrupt 3*), dan 21 (*interrupt 2*). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat *attachInterrupt ()* fungsi untuk rincian.
- 2) PWM: 0 13. Memberikan *Output PWM* 8-bit dengan fungsi *analog Write ()*.
- 3) SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga pecah pada header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan *Uno*, *Duemilanove* dan *Diecimila*.
- 4) LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin tinggi nilai, LED menyala, ketika pin rendah, itu *off*.
- 5) I2C: 20 (SDA) dan 21 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Kawat (dokumentasi di website *Wiring*). Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin I2C pada *Duemilanove* atau *Diecimila*.

Arduino Mega 2560 memiliki 16 *Input* analog, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* mereka mengukur dari tanah ke 5 volt, meskipun adalah mungkin untuk mengubah batas atas dari kisaran mereka menggunakan pin AREF dan fungsi *analogReference ()*.

Ada beberapa pin lainnya di papan:

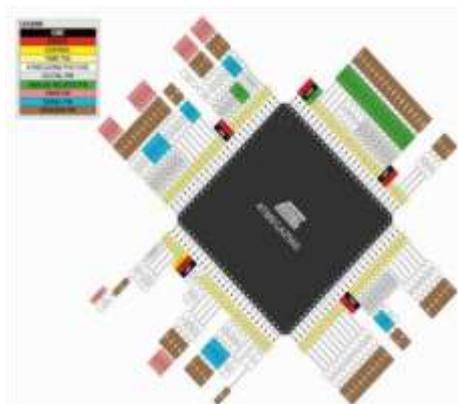


- 1) AREF. tegangan referensi untuk *Input* analog. Digunakan dengan *analogReference* ().
- 2) Reset. Bawa garis LOW ini untuk me-reset mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset untuk perisai yang menghalangi satu di papan tulis.

2.5.6 Komunikasi

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega2560 menyediakan empat *UART Hardware* untuk TTL (5V) komunikasi serial. Sebuah ATmega8U2 pada saluran salah satu papan atas USB dan menyediakan port com virtual untuk perangkat lunak pada komputer (mesin *Windows* akan membutuhkan file .inf, tapi OSX dan Linux mesin akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis.

Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan. The RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui ATmega8U2 Chip dan USB koneksi ke komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Berikut pada gambar 2.2 adalah pemetaan pin ATMega 2560.



Gambar 2.9 Pemetaan pin ATMega 2560

Sumber : (Purbaya, 2017)

Sebuah perpustakaan *Software Serial* memungkinkan untuk komunikasi serial pada setiap pin digital Mega2560 ini. ATmega 2560 juga mendukung I2C (TWI)



dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C; lihat dokumentasi di website *Wiring* untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI. (Purbaya, 2017)

2.5.7 Arduino Integrated Development Environment (IDE)

Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah sebuah *Software* yang dirancang khusus untuk membuat program pengendali dan mengupload program ke arduino *Board*. *Software* IDE menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C dan terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, konsol dan sebuah *toolbar* untuk memudahkan pembuatan program yang nantinya akan di-upload ke *Board* arduino.



Gambar 2.10 Tampilan awal saat IDE dibuka

Sumber (Yuliansyah, 2019)

Program yang ditulis dengan menggunakan IDE disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks yang dilengkapi dengan fitur *cutting/paste* dan *searching/replacing* sehingga memudahkan dalam menulis kode program. Pada area editor program juga terdapat pesan *error* yang membantu pembuatan program saat mengkompilasi *sketch* jika ada kode yang tidak berjalan (*error*).

Software IDE bersifat *open-source* yang memberi kebebasan kepada pembuat program untuk dapat membuat programnya sendiri pada arduino. Dengan begitu, pengguna arduino dapat membuat alur sendiri pada proyek yang ia kerjakan. (Yuliansyah, 2019)



2.5.7.1 Program Arduino IDE



Gambar 2.11 Tampilan Program Arduino UNO

Sumber : (Yuliansyah, 2019)

Kode Program Arduino biasa disebut sketch dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau sketch yang sudah selesai ditulis di Arduino IDE bisa langsung dicompile dan diupload ke *Arduino Board*.

Secara sederhana, sketch dalam Arduino dikelompokkan menjadi 3 blok :

1. Header

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan *Library* dan pendefinisian *variable*. Code dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu compile. Di bawah ini contoh code untuk mendeklarasikan *variable led (integer)* dan sekaligus di isi dengan angka 13

```
int led = 13;
```

2. Setup

Di sinilah awal program Arduino berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika *Power on Arduino Board*. Biasanya di blok ini diisi penentuan apakah suatu pin digunakan sebagai *Input* atau *Output*, menggunakan perintah *pinMode*. Inisialisasi *variable* juga bisa dilakukan di blok ini

```
// the setup routine runs once when you press reset:
```

```
void setup() { // initialize the digital pin as an Output.
```

```
pinMode(led, OUTPUT); }
```



OUTPUT adalah suatu makro yang sudah didefinisikan Arduino yang berarti = 1. Jadi perintah di atas sama dengan `pinMode(led, 1);`

Suatu pin bisa difungsikan sebagai *OUTPUT* atau *INPUT*. Jika difungsikan sebagai *Output*, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai *INPUT*, pin tersebut memiliki *impedance* yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan kepadanya.

3. Loop

Blok ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol *Power* Arduino di matikan. Di sinilah fungsi utama program Arduino kita berada.

```
void loop() {
digitalWrite(led, HIGH); // nyalakan LED
delay(1000); // tunggu 1000 milidetik
digitalWrite(led, LOW); // matikan LED
delay(1000); // tunggu 1000 milidetik }
```

Perintah `digitalWrite(pinNumber,nilai)` akan memerintahkan arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di `pinNumber` tergantung nilainya. Jadi perintah di atas `digitalWrite(led,HIGH)` akan membuat pin nomor 13 (karena di header dideklarasikan `led = 13`) memiliki tegangan = 5V (HIGH). Hanya ada dua kemungkinan nilai `digitalWrite` yaitu HIGH atau LOW yang sebetulnya adalah nilai integer 1 atau 0. Kalau sudah dibuat program diatas, selanjutnya kita ambil kabel USB yang diikutsertakan pada saat membeli Arduino, pasang ke komputer dan *Board* arduino, dan upload programnya. Lampu LED yg ada di *Arduino Board* kita akan kelap-kelip. Sekedar informasi, sebuah LED telah disediakan di *Board* Arduino Uno dan disambungkan ke pin 13. Selain blok `setup()` dan `loop()` di atas kita bisa mendefinisikan sendiri blok fungsi sesuai kebutuhan. (Yuliansyah, 2019)



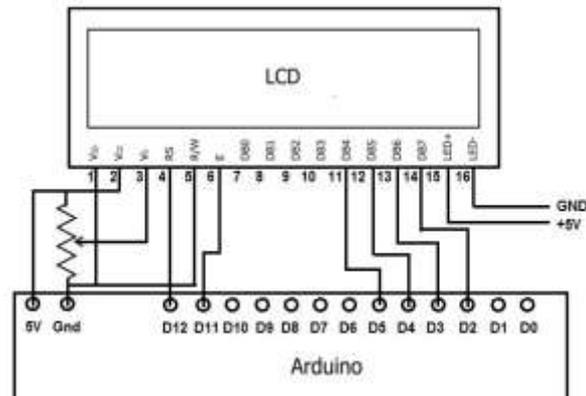
2.6 LCD (Liquid Crystal Display) 20x4

LCD (*Liquid Crystal Display*) atau *display* elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD merupakan lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan *reflektor*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. Bentuk fisik dari LCD 20x4 ditunjukkan pada gambar 2.12. (Saraswati, 2014)



Gambar 2.12 LCD 4x20

Sumber : (Saraswati, 2014)



Gambar 2.13 Skematik LCD 4x20

(sumber : <https://www.instructables.com/>)

Pada LCD 4x20 ini sama halnya dengan LCD 2x16 hanya saja ukuran serta jumlah kolom dan baris. Untuk lebih jelas tentang fungsi masing-masing dari LCD 4x20 dapat dilihat pada tabel II berikut ini :

Tabel 2.2. Fungsi Pin pada LCD 4x20

| Pin No | Symbol | Details |
|---------|----------|------------------------------|
| 1 | GND | Ground |
| 2 | VCC | Supply Voltage +5V |
| 3 | Vo | Contrast Adjustment |
| 4 | RS | 0>Control Input 1>Data Input |
| 5 | R/W | Read/Write |
| 6 | E | Enable |
| 7 to 14 | D0 to D7 | Data |
| 15 | VB1 | Backlight +5V |
| 16 | VB0 | Backlight Ground |



Fungsi Pin LCD (*Liquid Cristal Display*)

Pada LCD terdiri dari pin- pin sebagai berikut:

- DB0 – DB7 adalah jalur data (data bus) yang berfungsi sebagai jalur komunikasi untuk mengirimkan dan menerima data atau instruksi dari mikrokontroler ke modul LCD.
- RS adalah pin yang berfungsi sebagai selektor register (*register sellect*) yaitu dengan memberikan logika *low* (0) sebagai register perintah dan logika *high* (1) sebagai register data.
- R/W adalah pin yang berfungsi untuk menentukan *mode* baca atau tulis dari data yang terdapat pada DB0 – DB7 yaitu dengan memberikan logika *low* (0) untuk fungsi *read* dan logika *high* (1) untuk *mode write*.
- *Enable* (E), berfungsi sebagai *Enable Clock* LCD, logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data.

2.7 Interface Komunikasi I2C/TWI Dengan Arduino

Pada LCD 16x2 yang dilengkapi dengan I²C/TWI sistem komunikasi hanya memerlukan 4 kabel yang dihubungkan dengan pin Arduino.



Gambar 2.14 Komunikasi 4 kabel I²C

Sumber : (Yusuf, 2016)

Gambar 2.22 merupakan bentuk modul komunikasi 4 kabel I²C pada LCD.

Berikut ini keterangan kabel untuk modul I²C :

- *Hitam* : *Ground*
- *Merah* : *5V*
- *Putih* : *Analog pin 4*
- *Kuning* : *Analog pin 5*



Pada papan Arduino secara umum SDA (Serial Data) pada *Input* analog pin 4 dan SCL (Serial Clock) pada *Input* analog pin 5. Pada modul PC/TWI juga dilengkapi dengan *potensiometer* yang dapat digunakan untuk menyesuaikan kontras cahaya dengan memutar searah jarum jam untuk mendapatkan tampilan yang diinginkan.

2.8 Visual Basic

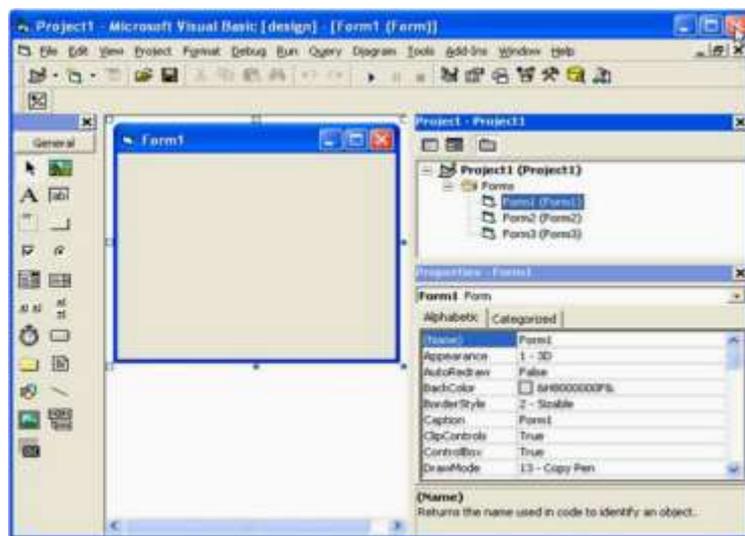
Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman visual yang ada dari sekian banyak bahasa pemrograman yang telah beredar. Diantaranya adalah : Visual C++, Visual Foxpro, dls. Struktur pemrograman dari *Visual Basic* pada dasarnya sama dengan struktur dari bahasa pemrograman visual lainnya. Sebagai contoh adanya struktur pemrograman keputusan (if, then, else), struktur pengulangan (for..next, do..loop), dls. Selain itu *Visual Basic* juga merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek, yang memberikan kebebasan bagi user untuk memanipulasi setiap objek yang tampak/dibuat. Dalam pengembangan aplikasi, *Visual Basic* menggunakan pendekatan Visual untuk merancang user interface dalam bentuk form, sedangkan untuk kodingnya menggunakan dialek bahasa Basic yang cenderung mudah dipelajari. *Visual Basic* telah menjadi tools yang terkenal bagi para pemula maupun para developer dalam pengembangan aplikasi skala kecil sampai ke skala besar *Visual Basic* tidak hanya terdapat dalam bahasa pemrograman tersendiri, namun sistem pemrograman *Visual Basic* juga terintegrasi dalam *Microsoft Excel*, *Microsoft Word*, *Microsoft Access*, serta beberapa aplikasi *Microsoft* lainnya. Dan *Visual Basic Scripting Edition* (VB Script) juga telah banyak digunakan seperti dalam perancangan ASP (Active Server Page) dan merupakan subnet dari bahasa pemrograman *Visual Basic*. Dalam lingkungan *Window's User-interface* sangat memegang peranan penting, karena dalam pemakaian aplikasi, pemakai senantiasa berinteraksi dengan User interface tanpa menyadari bahwa dibelakangnya berjalan instruksi-instruksi program yang mendukung tampilan dan proses yang dilakukan. Pada pemrograman Visual, pengembangan aplikasi dimulai dengan pembentukan *user interface*, kemudian mengatur properti dari objek-objek yang digunakan dalam *user interface*, dan baru dilakukan penulisan kode program untuk menangani



kejadian-kejadian (event). Tahap pengembangan aplikasi demikian dikenal dengan istilah pengembangan aplikasi dengan pendekatan Bottom Up (Mardianto, 2012).

Kemampuan atau manfaat dari *Visual Basic* diantaranya seperti :

1. Untuk membuat program aplikasi maupun animasi berbasis windows.
2. Untuk membuat objek-objek add-in seperti kontrol ActiveX, File help, aplikasi internet dan lain sebagainya.
3. Menguji program (debungging) dan menghasilkan program (.exe) yang bersifat executable.



Gambar 2.15 Tampilan Form *Visual Basic* 6.0

Sumber : (Anggraini , 2016)

Adapun Jenis-Jenis *Visual Basic* terbagi menjadi beberapa jenis, berikut adalah jenis-jenis *Visual Basic*:

1. *Visual Basic* 1.0

Visual Basic yang pertama adalah *Visual Basic* 1.0 dikenalkan pada tahun 1991 dilakukan untuk menghubungkan bahasa pemrograman dengan GUI dari prototype yang dikembangkan oleh “Alan Cooper” yang di sebut TRIPIOD.

2. *Visual Basic* 2.0



Visual Basic 2.0 dirilis pada November 1992, cakupan programnya cukup mudah digunakan dan kecepatannya juga telah di modifikasi dari *Visual Basic* 1.0.

3. *Visual Basic* 3.0

Visual Basic 3.0 yang dirilis pada November 1993 dan dibagi menjadi versi standard dan professional. *Visual Basic* 3.0 memasukkan versi 1.1 dari Microsoft jet *Database Engine* yang dapat membaca serta menulis *database* jet atau Access.

4. *Visual Basic* 4.0

Visual Basic 4.0 yang dikeluarkan pada Agustus 1995 yang merupakan versi pertama yang dapat membuat windows 32 bit sebaik versi 16 bit nya.

5. *Visual Basic* 5.0

Visual Basic 5.0 yang dikeluarkan pada Januari 1997 Microsoft merilis secara eksklusif *Visual Basic* untuk versi windows 32 bit.

6. *Visual Basic* 6.0

Visual Basic 6.0 adalah *Visual Basic* yang dikeluarkan pada pertengahan 1998. *Visual Basic* 6.0 ini adalah aplikasi yang sering digunakan sekarang ini karena aplikasi ini memiliki banyak kelebihan salah satunya adalah tidak membutuhkan spesifikasi *Hardware* yang tinggi. Versi NET, terkadang masih lambat dalam loading dan compile nya harus menggunakan komputer/laptop dengan spek tinggi.

7. *Visual Basic* Net 7.0

Visual Basic ini dikeluarkan pada tahun 2002 yang mencoba versi pertama, bahasa pemrogramannya sangat berbeda dengan sebelumnya dan masih memerlukan peningkatan penggunaan memory dibandingkan dengan sebelumnya.

8. *Visual Basic* 8.0

Dikeluarkan pada tahun 2005 merupakan interasi selanjutnya dari *Visual Basic* NET.

9. *Visual Basic* 9.0

Dikeluarkan pada tahun 2007 *Visual Basic* ini adalah diatas *Visual Basic* NET.



4.9 Kesalahan Alat Ukur

Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang mendekati dengan harga sebenarnya. Perlu memperhatikan batas kesalahan yang tertera pada alat ukur tersebut. Klasifikasi alat ukur listrik menurut Standar IEC no. 13B-23 menspesifikasikan bahwa ketelitian alat ukur dibagi menjadi 8 kelas, yaitu : 0,05; 0,1 ; 0,2 ; 0,5 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,5 ; dan 5. Kelas-kelas tersebut artinya bahwa besarnya kesalahan dari alat ukur pada batas-batas ukur masing-masing kali $\pm 0,05 \%$, $\pm 0,1 \%$, $\pm 0,2 \%$, $\pm 0,5 \%$, $\pm 1,0 \%$, $\pm 1,5 \%$, $\pm 2,5 \%$, $\pm 5 \%$ dari relatif harga maksimum. Dari 8 kelas alat ukur tersebut digolongkan menjadi 4 golongan sesuai dengan daerah pemakaiannya (Waluyanti, 2008), yaitu :

- 1 Golongan dari kelas 0,05, 0,1, 0,2 termasuk alat ukur presisi yang tertinggi. Biasa digunakan di laboratorium yang standar.
- 2 Golongan alat ukur dari kelas 0,5 mempunyai ketelitian dan presisi tingkat berikutnya dari kelas 0,2 alat ukur ini biasa digunakan untuk pengukuran-pengukuran presisi. Alat ukur ini biasanya portabel.
- 3 Golongan dari kelas 1,0 mempunyai ketelitian dan presisi pada tingkat lebih rendah dari alat ukur kelas 0,5. Alat ini biasa digunakan pada alat ukur portabel yang kecil atau alat-alat ukur pada panel. (4) Golongan dari kelas 1,5, 2,5, dan 5 alat ukur ini dipergunakan pada panel-panel yang tidak begitu memperhatikan presisi dan ketelitian.