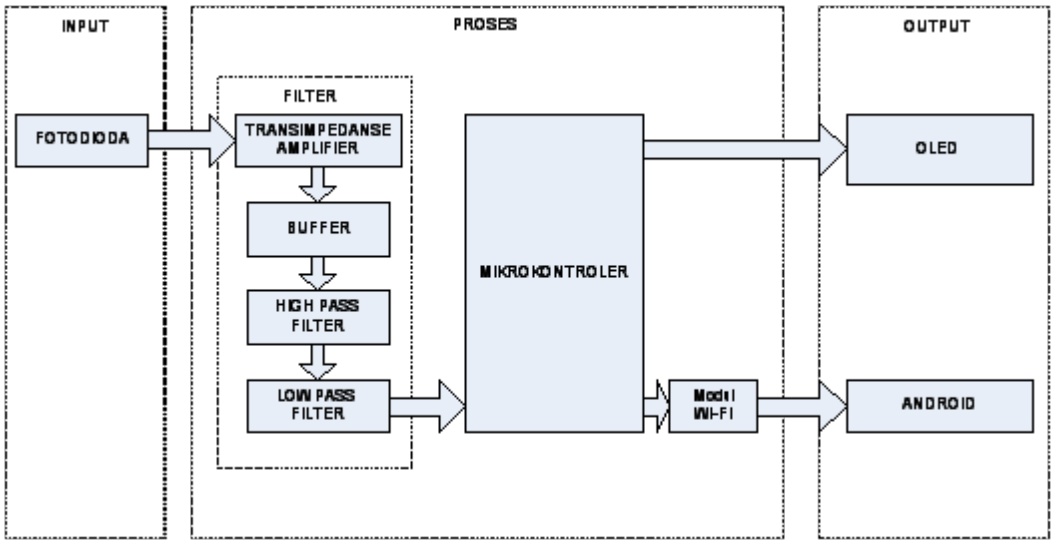
BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai kebutuhan sistem, perancangan mekanik, perancangan elektronik serta perancangan algoritma berdasarkan landasan teori pada BAB II, serta menjelaskan cara kerja alat ukur kadar gula darah melalui blok sistem.

3.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram merupakan gambaran dasar dari sistem yang akan dirancang. Setiap bagian blok sistem memiliki fungsi masing-masing, dengan memahami gambar blok diagram maka sistem yang akan dirancang sudah dapat dibangun dengan baik. Adapun blok diagram sistem yang dirancang adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Penjelasan lengkap blok diagram diatas adalah sebagai berikut.

1. Fotodioda

   Berfungsi sebagai sensor untuk membaca intensitas cahaya yang diserap oleh darah yang nantinya nilai intensitas cahaya tersebut akan diolah dan diproses oleh mikrokontroler.

2. *Transimpedance Amplifier*

   Berfungsi sebagai *converter* arus ke tegangan , dan sebagai penguat.

3. *Buffer*

   Berfungsi untuk menjaga sinyal masukan agar tidak terjadi *overshoot* yang terlalu besar.

4. *High Pass Filter*

   Berfungsi untuk meloloskan frekuensi diatas frekuensi *cut-off* .

5. *Low Pass Filter*

   Berfungsi untuk meloloskan frekuensi dibawah frekuensi *cut-off*.

6. Mikrokontroler

   Berfungsi sebagai pusat pengolahan data seluruh sistem.

7. Wi-fi

   Berfungsi sebagai media komunikasi antara mikrokontroler dan android.

8. Oled

   Berfungsi sebagai indikator hasil pengolahan sinyal.

9. Android

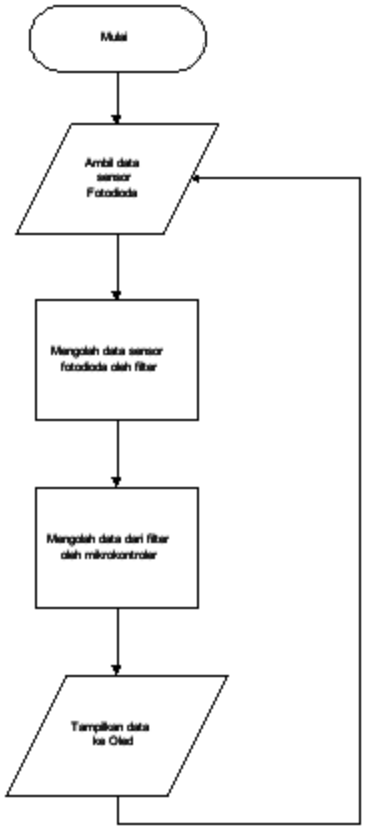
   Berfungsi sebagai media tampilan hasil proses pengolahan data.

3.2 Proses Kerja Sistem

Pada bagian ini penulis akan menjelaskan bagaimana sistem kerja alat yang dibuat.Sistem yang dibuat mempunyai terdiri dari proses pembacaan oleh sensor,pengolahan data sensor oleh filter dan penampilan data pada Android.

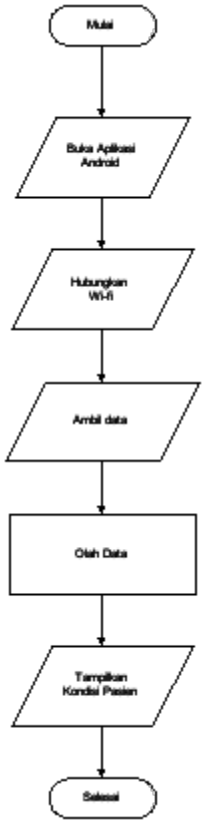
3.2.1 Flowchart

Flowchart atau diagram alir adalah gambaran utama suatu sistem yang dirancang , dimana setiap bentuk dari gambar *flowchart* sendiri memiliki arti masing-masing, *flowchart* harus dapat menggambarkan proses kerja utama dari sistem yang dirancang.Adapun *flowchart* sistem yang dirancang adalah sebagai berikut .



Gambar 3.2 *Flowchart* sistem

Setelah itu data yang telah diolah tersebut dapat ditampilkan pada Android untuk dapat ditampilkan kondisi pasien sesuai data yang telah diproses oleh mikrokontroler. Berikut diagram alir untuk proses penggunaan software Android yang telah dirancang.



Gambar 3.3 *Flowchart* proses pengoprasian aplikasi Android

3.3 Pemilihan Komponen

Pemilihan komponen merupakan proses awal untuk mengetahui komponen-komponen yang akan digunakan pada sistem yang dirancang, dengan pembahasan mengenai komponen yang digunakan dalam perancangan sistem.

3.3.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah *chip*. Fungsi dari Mikrokontroler adalah mengerjakan instruksi-instruksi pada memori program, program merupakan kreasi dari seorang *programmer*, dimana program merupakan kumpulan dari instruksi set ke CPU, program disimpan pada memori dan secara berurutan instruksi-instruksi tersebut dikerjakan oleh CPU.

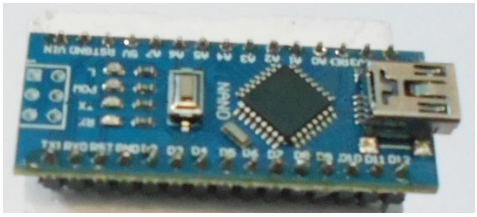
Arduino Nano V3 adalah mikrokontroler yang menggunakan chip AT-Mega 328 yang diproduksi oleh perusahaan Atmel, dalam penggunaanya Arduino lebih mudah digunakan karena terdapat bootloader sendiri untuk proses upload program dari computer.

Tabel 3.1 Perbandingan jenis Mikrokontroler brand Arduino

(dikutip dari : www.Arduino.cc/en/Product/Compare)

Spesifikasi	**Jenis Komponen**		
	Arduino Uno **328**	**Arduino Mega** **2560**	**Arduino Nano** **328**
Tegangan masukan	7 - 12 V	7 - 12 V	7 - 12 V
Jumlah pin I/O	14	54	14
Pin Analog	6	16	6
Kecepatan Prosesor	16	16	16
RAM	2 Kb	8 Kb	2 Kb
EEPROM	1 Kb	4 Kb	1 Kb
Kapasitas Arus	40 mA	40 mA	40 mA
Flash Memory	32 Kb	256 Kb	32 Kb
ADC	Yes	Yes	Yes

Berdasarkan hasil perbandingan diatas Mikrokontroler Arduino Nano 328 dipilih karena dalam spesifikasi sudah menyamai Arduino Uno dan jumlah pin I/O, dan kapasitas memori yang sudah cukup memenuhi kebutuhan sistem yang akan dirancang, dan juga dimensi hardware yang kecil yang sangat dibutuhkan pada perancangan ini.



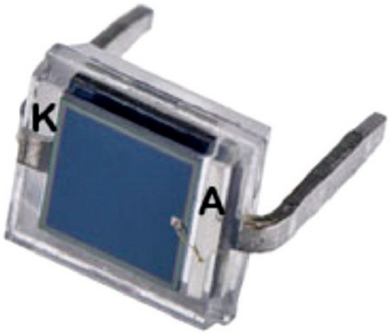
Gambar 3.4 Bentuk fisik Arduino Nano

3.3.2 Sensor

Sensor merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan pada lingkungan, baik itu perubahan mekanis, panas, cahaya dan lain sebagainya. Sensor terdiri dari bagian pemancar dan bagian penerima. Dalam lingkup robotika, sensor memberikan kesamaan fungsi seperti indera pada manusia.

- **Sensor Fotodioda**

Fotodioda merupakan sensor cahaya dimana sensor akan membaca intensitas cahaya dan akan menghasilkan arus sesuai dengan nilai intensitas cahaya yang terbaca.



Gambar 3.5 Bentuk fisik Fotodioda BPW 34

Fotodioda BPW 34 dipilih karena waktu respon yang cepat dan juga rise time yang cepat dan dalam jangka frekuensi maksimal yang dibutuhkan yaitu 1 MHz, selain itu bandwith panjang gelombang yang dapat dibaca adalah berkisar antara 430 nm – 1100 nm. Kelebihan lain dari sensor ini adalah tegangan output

yang dihasilkan memiliki nilai maksimal 250mV, hal ini tergolong menguntungkan karena dapat mengurangi kebutuhan rangkaian penguat yang digunakan.

Tabel 3.2 Perbandingan kebutuhan sistem dan kemampuan sensor BPW 34

(dikutip dari www.vishay.com:)

Spesifikasi	**Perbandingan**	
	Kebutuhan	**BPW 34**
Frekuensi	0.5 – 40 Hz	Max : 1 MHz
Panjang gelombang cahaya	400 – 800 nm	430 – 1100 nm

3.3.3 LED

Led yang digunakan merupakan led *super bright* berukuran 5mm, led disini digunakan sebagai sumber cahaya yang akan dipancarkan melalui kulit jari, kemudian intensitas cahaya yang berkurang akibat terserap oleh darah akan diterima oleh fotodioda.



Gambar 3.6 Bentuk fisik Led

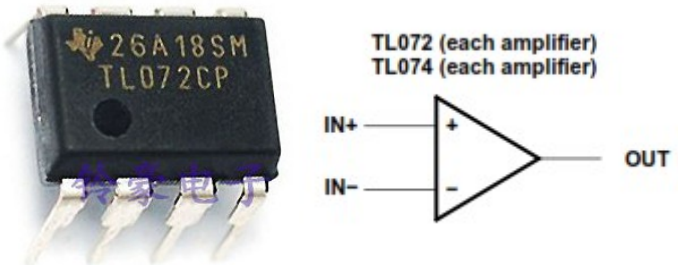
3.3.4 Operational Amplifier

Operational amplifier atau *op-amp* dapat digunakan sebagai penguat maupun *filter* sinyal. Dimana jenis *op-amp* dan rangkaian yang digunakan akan berpengaruh terhadap hasil pengolahan sinyal yang dilakukan.

Pada perancangan sistem ini menggunakan 3 jenis *operational Amplifier* yang berbeda,yaitu:

3.3.4.1 *Op-amp* TL072CP

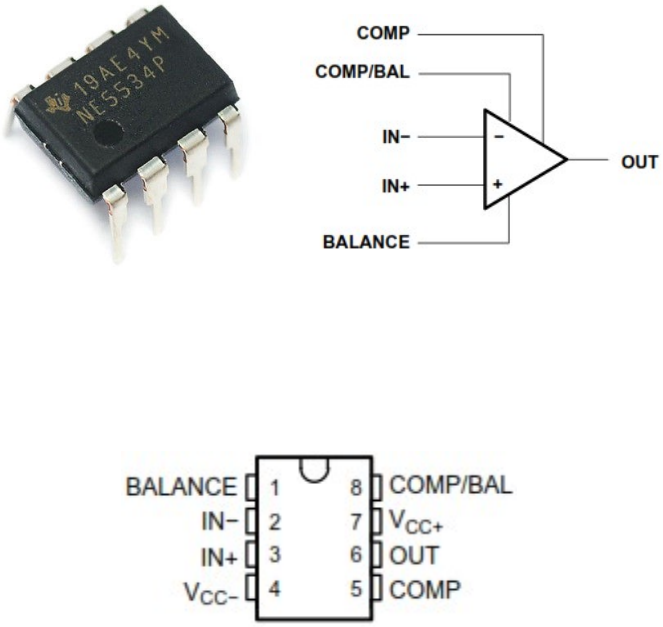
Op-amp tl07cp digunakan sebagai Transimpedance Amplifier karena IC *op-amp* ini merupakan tipe FET, pemilihan tipe IC berjenis FET ini karena kemampuannya dalam kestabilan terhadap suhu ,serta noise yang dihasilkan kecil dibandingkan dengan *op-amp* bertipe BJT.



Gambar 3.7 Bentuk fisik TL072CP

3.3.4.2 *Op-amp* NE5534AN

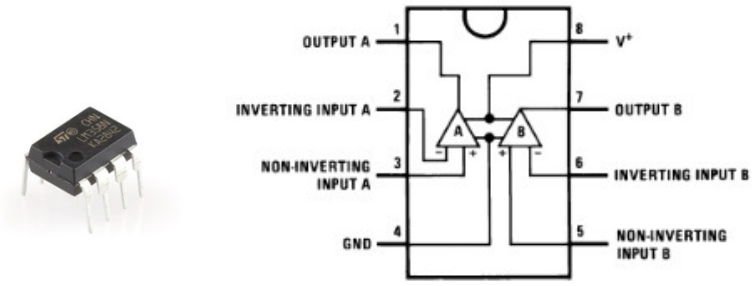
Op-amp NE5534AN digunakan untuk rangkaian filter *bandpass* . Pemilihan IC ini disesuaikan dengan kebutuhan pembuatan sistem dimana sistem yang diinginkan dapat menahan noise yang baik.



Gambar 3.8 Bentuk fisik NE5534AN

3.3.4.3 *Op-amp* LM358N

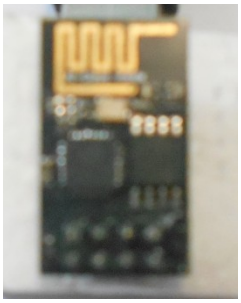
Op-amp LM358N dipilih karena memiliki dua buah op-amp didalamnya , factor lain dari pemilihan IC ini adalah kebutuhan dari rangkaian buffer yang penulis buat, dimana rangkaian buffer yang dibutuhkan adalah dua buah buffer.



Gambar 3.9 Bentuk fisik LM358N

3.3.5 Sistem Transmisi

Pada perancangan alat yang dibuat,media transmisi yang digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler dan android adalah media transmisi wi-fi dimana jenis modul wi-fi yang digunakan adalah jenis ESP8266-01.Pemilihan modul ini dilihat dari kompabiliti modul ini yang dapat diintegrasi dengan ADC 10-bit sesuai dengan jumlah keluaran data yang dihasilkan oleh filter. Modul ini harus di *supply* dengan tegangan sebesar 3.3 V agar dapat bekerja dengan maksimal.



Gambar 3.10 Bentuk fisik ESP 8266-01

3.3.6 Catu Daya

Pada sistem yang dirancang pasti membutuhkan catu daya untuk memenuhi kebutuhan daya yang diperlukan oleh alat yang dirancang. Pada perancangan ini dibuat beberapa proses untuk membangun catu daya yang diinginkan mulai dari *charger* hingga *step-up* tegangan dari DC ke DC. Hardware yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.3.6.1 Baterai

Baterai yang digunakan adalah baterai tipe 18560 yang biasa digunakan sebagai baterai laptop. Baterai dengan jenis seperti ini memiliki tegangan *output* sekitar 3.7 V dengan tegangan maksimal sebesar 4.2 V dengan kapasitas arus yang

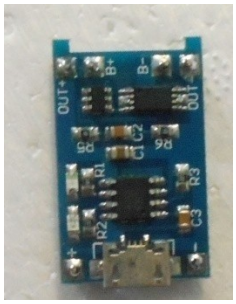
bervariasi. Baterai yang digunakan ini memiliki kapasitas Arus sebesar 2250 mAh.



Gambar 3.11 Bentuk fisik baterai tipe 18560

3.3.6.2 Modul Charger

Modul Changer pada sistem yang di rancang digunakan sebagai media pengisi ulang baterai yang dibutuhkan sistem. *Modul Changer* yang digunakan memiliki sistem proteksi terhadap kelebihan arus dan tegangan, sehingga baterai dapat lebih awet.



Gambar 3.12 Bentuk fisik *charger* module 5V

3.3.6.3 Step-up Dc to DC

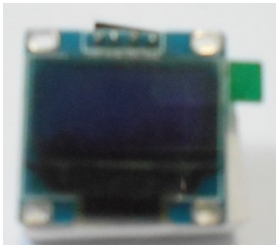
Modul step-up digunakan untuk menaikan tegangan dari baterai agar dapat mencapai tegangan 5V. modul step-up ini memiliki nilai tegangan maksimal output sebesar 5V dan arus sebesar 600mA.



Gambar 3.13 Bentuk fisik *Step-up Dc to Dc* 5V

3.3.7 Oled

Oled merupakan salah satu jenis layar tampilan LED yang berukuran kecil dan hanya memiliki 3 warna yaitu putih, biru, biru terang.Akan tetapi berbeda dengan LCD, oled memiliki kemampuan interaktif yaitu dapat menampilkan gambar dengan ukuran 128x64.



Gambar 3.14 Gambar Fisik Oled 1306

3.4 Perancangan Hardware

Pada bagian ini akan dijelaskan proses perancangan hardware yang dibuat untuk membangun alat pengukur kadar gula darah *non-invasisve*,berikut adalah perancangan yang dilakukan.

3.4.1 Led

Skema rangkaian LED sendiri cukup sederhana, dimana akan dihubungkan dengan resistor untuk menjaga agar led tidak kelebihan arus saat ber-operasi. Skema rangkaian LED dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.15 Skema rangkaian LED

Pada gambar diatas resister dipasang seri seperti yang dijelaskan sebelumnya,agar led tidak rusak akibat kelebihan arus dari *supply*. Besar nilai resistor yang digunakan dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.10).

Maka nilai komponen yang dibutuhkan dalam proses pembuatan adalah :

$$Rs = \frac{5\,V - 2\,V}{20\,mA}$$

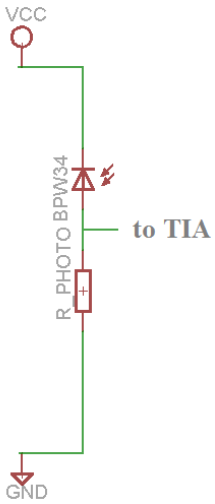
$$Rs = \frac{3\,V}{20\,mA}$$

$$Rs = 150\,\Omega$$

Dengan merancang rangkaian ini, digunakan sumber tegangan 5V dan resistor yang digunakan adalah sebesar 150 Ω.

3.4.2 Sensor Fotodioda

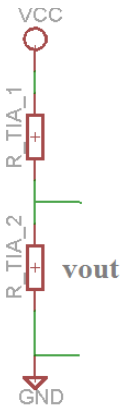
Sensor fotodioda yang digunakan akan diseri dengan resistor sebesar 39kΩ sebagai penjaga agar fotodioda tidak panas dan rusak akibat kelebihan arus.



Gambar 3.16 Skema rangkaian Fotodioda

3.4.3 Rangkaian Pembagi Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan berfungsi untuk mengatur nilai tegangan input agar sesuai dengan kebutuhan tegangan yang diinginkan. Berikut adalah skema rangkaian dari sistem pembagi tegangan.



Gambar 3.17 Skema rangkaian pembagi tegangan

Nilai vout yang diinginkan adalah 0.5V,maka komponen yang dibutuhkan dapat dicari dengan persamaan (2.11) berikut:

$$0.5v = 5\frac{v * 220\,\Omega}{2200\,\Omega + 220\,\Omega}$$

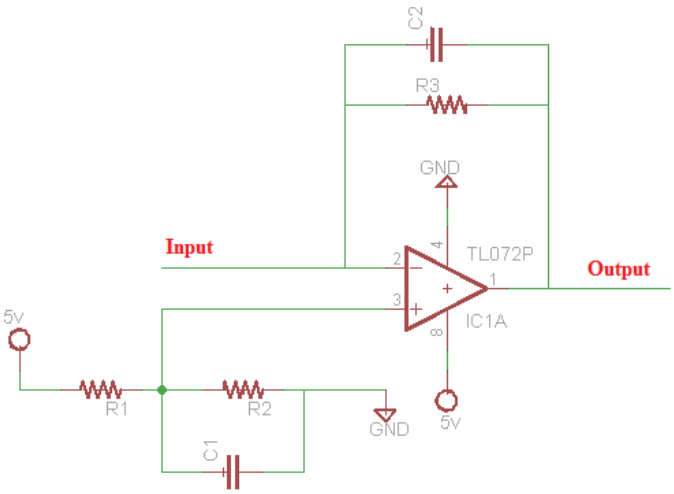
Maka komponen R1=2200Ω dan komponen R2=220 Ω.

3.4.4 Perancangan Filter

Filter yang dirancang menggunakan op-amp yang dirancang sedemikian rupa agar menjadi filter yang diinginkan, filter tersebut terdiri dari transimpedance amplifier,bandpass filter dan buffer.

3.4.4.1 Transimpedance Amplifier

Pada penggunaan Transimpedance Amplifier *op-amp* yang digunakan pada perancangan sistem ini adalah Tl072CP. Penggunaan *op-amp* ini mengacu kepada spesifikasi *op-amp* JFET yang memiliki low bias currents dibandingkan dengan *op-amp* tipe BJT karena *op-amp* dengan low bias currents akan menghasilkan eror tegangan yang kecil yang diakibatkan oleh noise arus yang masuk dari fotodioda.



Gambar 3.18 Rangkaian *Transimpedance Amplifier*

Rangkaian diatas adalah hasil modifikasi dari rangkaian *Transimpedance Amplifier*. Dimana CF berfungsi sebagai penjaga kestabilan penguatan yang diakibatkan oleh kapasitansi input fotodioda yang tidak stabil.

Pada bagian non-inverting diberi pembagi tegangan,bukan ground. Karena ground memang bernilai 0V akan tetapi nilai tegangan dari ground tidak akan pernah 0V dan bisa terjadi kemungkinan nilai tegangan ground akan menghasilkan tegangan negative mengingat *op-amp* yang mampu menggunakan 2 sumber tegangan yaitu positif dan negative. Maka pada bagian non-inverting diberi pembagi tegangan agar tegangan pada bagian ini tidak mencapai nilai negative yang akan menyebabkan lambatnya respon pembacaan dari sensor itu sendiri.

Komponen yang digunakan untuk bagian pembagi tegangan dapat menggunakan persamaan (2.11) yaitu:

$$0.5v = 5\frac{v * 220\,\Omega}{2200\,\Omega + 220\,\Omega}$$

Maka komponen R1=2200Ω dan komponen R2=220 Ω.

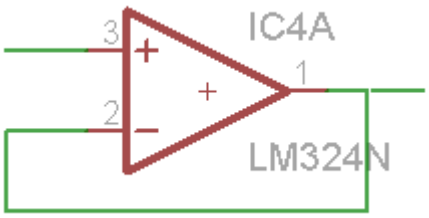
Sedangkan nilai resistor *feedback* dapat dicari dengan persamaan (2.1):

$$Rfeedbcak = \frac{5\,V - 0.5\,V}{70\,\mu A} = 64.285\,\Omega \approx 64\,k\Omega$$

Resistor *feedback* berfungsi sebagai pengatur penguatan dan impedansi input yang masuk ke op-amp.

3.4.4.2 *Buffer*

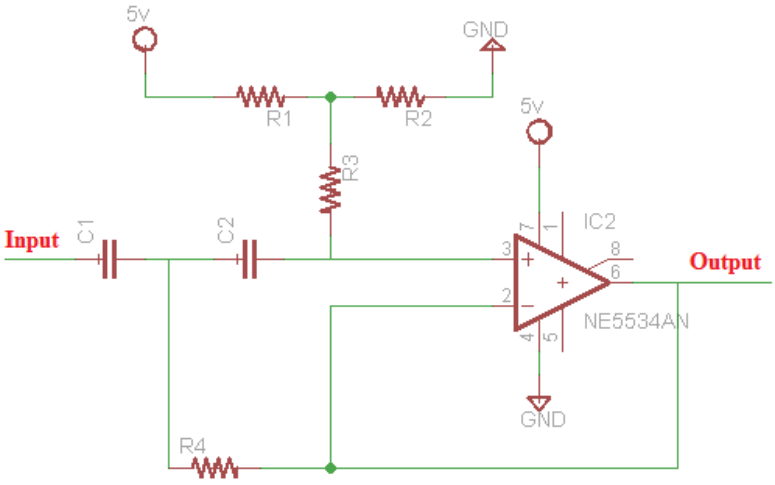
Rangkaian *buffer* adalah rangkaian penguat yang memiliki nilai penguatan sebesar 1 kali.Penguat ini berfungsi untuk menjaga kestabilan sinyal yang dihasilkan sesnsor.*op-amp* yang digunakan pada penguat *buffer* adalah opamp seri LM358.



Gambar 3.19 Rangkaian *Buffer*

3.4.4.3 *High Pass Filter*

High pass filter merupakan *filter* yang berfungsi untuk menyaring sinyal frekuensi dibawah frekuensi *cut-off* dan meloloskan frekuensi yang berada diatas nilai *cut-off*. Berikut adalah rangkaian dari *high pass filter*.



Gambar 3.20 Rankaian *High Pass Filter*

Penentuan nilai komponen pada *High Pass filter* diatas dapat ditentukan dengan cara menentukan terlebih dahulu frekuensi *cut-off* yang dibutuhkan, pada perancangan ini *high pass filter* yang dibutuhkan memiliki frekuensi *cut-off* sebesar 0.5 Hz.

Dengan batas frekuensi cut-off yang telah ditetapkan maka nliai resistor dan kapasitor untuk memenuhi hasil frekuensi tersebut dapat dicari dengan persamaan (2.5),(2.7),dan (2.8).

Dari beberapa persamaan diatas maka dapat ditentukan nilai komponen yang digunkan agar frekuensi high pass sesuai dengan yang diinginkan. Berikut perencanaan komponen yang digunakan :

- Kapasitor

Nilai kapasitor ditentukan langsung agar desain lebih mudah , karena nilai kapasitor akan dibuat tetap maka nilai resistor yang akan dicari.

C1 = 220 nF

C2 = 220 nF

- Resistor

Untuk nilai resistor pada bagian pembagi tegangan dapat digunakan persamaan (2.11) berikut ini :

$$Vout = 5\frac{V * 2200\,\Omega}{2200\,\Omega + 2200\,\Omega}$$

$$Vout = 2.5V$$

Sedangkan untuk nilai resistor R3 dan R4 dapat menggunakan persamaan (2.5) dan (2.7) berikut ini:

Untuk nilai R3 :

$$R3 = \frac{1}{\sqrt{2} * \pi * 220\,nF * 0.5\,Hz} = 2.046.173\,\Omega$$

$$R3 \approx 2\,M\,\Omega$$

Dan untuk nilai R4 :

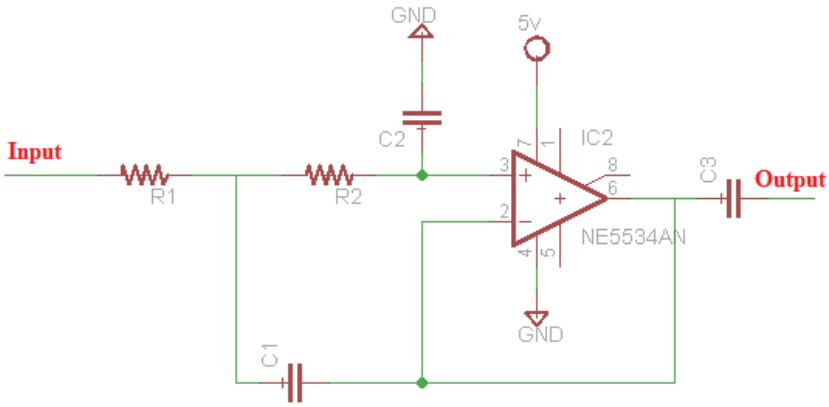
$$R4 = \frac{1}{2\sqrt{2} * \pi * 220\,nF * 0.5\,Hz} = 1.023.086\,\Omega$$

$$R4 \approx 1\,M\,\Omega$$

Dari persmaan diatas didapat frekuensi cut-off perancangan yang di tetapkan adalah 0.5 Hz.

3.4.4.4 Low Pass Filter

Low Pass filter adalah jenis *filter* yang akan menyaring frekuensi diatas frekuensi *cut-off* dan akan meloloskan frekuensi dibawah frekuensi *cut-off*.



Gambar 3.21 Rangkain *Low Pass Filter*

Penentuan nilai komponen pada *Low Pass filter* diatas dapat ditentukan dengan cara menentukan terlebih dahulu frekuensi *cut-off* yang dibutuhkan, pada perancangan ini *lowpass filter* yang dibutuhkan memiliki frekuensi *cut-off* sebesar 40 Hz.

Dari nilai frekuensi yang telah ditetapkan maka harus dicari nilai kapasitor dan resistor untuk memenuhi nilai frekuensi cut-off yang diinginkan. Untuk mencari nlai kapasitor dan resistor yang digunakan dapat menggunakan persamaan (2.5) dan (2.6) sebagai berikut.

- Kapasitor

Nilai kapasitor yang digunakan dirancang tetap agar nilai yang dicari adalah nilai resistor, berikut nilai kapasitor yang digunakan dalam perancangan:

C1 = 220 nF

C2 = 2 x 220 nF = 440 nF

C2 ≈ 470 nF

- Resistor

Nilai resistor dapat dicari dengan persamaan (2.5) sebagai berikut :

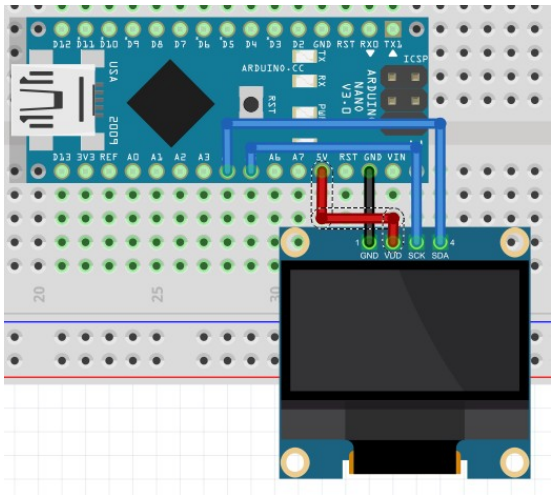
$$R1 dan\, R2 = \frac{1}{2\sqrt{2} * \pi * 220\, nF * 40\, Hz} = 12.788\, \Omega$$

$$R1 dan\, R2 \approx 12\, K\, \Omega$$

Dari persamaan diatas didapat frekuensi cut-off perancangan yang ditetapkan adalah 40Hz.

3.4.5 Oled

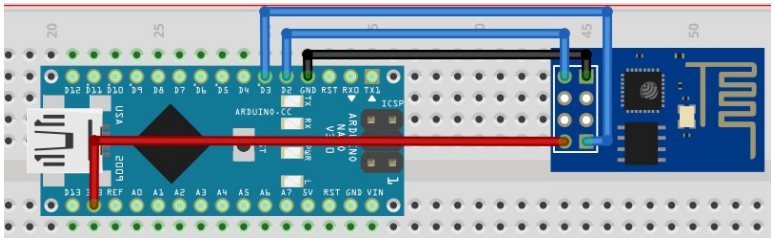
Modul Oled digunakan untuk menampilkan angka kadar gula darah hasil proses dari mikrokontroler. Berikut adalah gambar *wiring* dari Oled:



Gambar 3.22 *Wiring* Oled

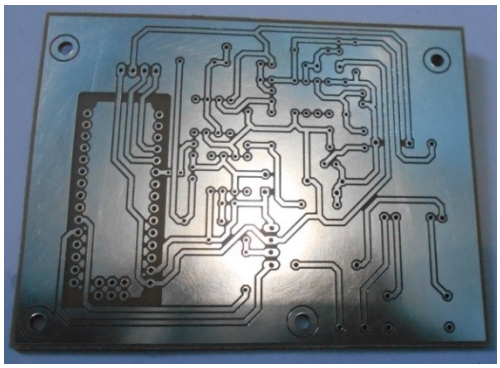
3.4.6 Modul ESP 8266-01

Modul ESP 8266-01 berfungsi untuk mengirimkan data dari mikrokontroler ke *android* dengan media Wi-Fi.Berikut adalah gamba wiring dari ESp 8266-01:



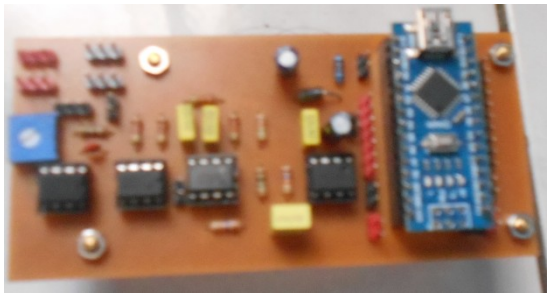
Gambar 3.23 *Wiring* ESP 8266-01

Adapun hasil rancangan desain PCB yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 3.25 berikut ini.



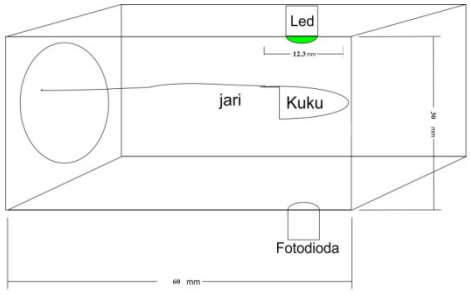
Gambar 3.24 Perancangan desain PCB

Sedangkan rancangan *hardware* yang telah dirakit dapat dilihat pada gambar berikut ini.

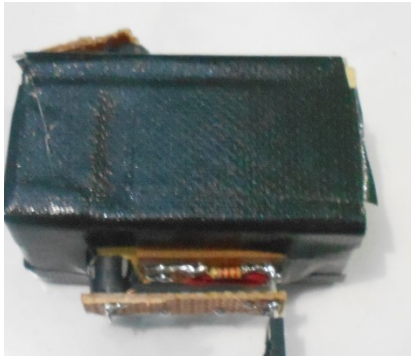


Gambar 3.25 Gambar Hardware Sistem

Sedangkan untuk probe sensor yang dibuat dapat dilihat pada gambar berikut ini .



Gambar 3.26 Desain probe sensor

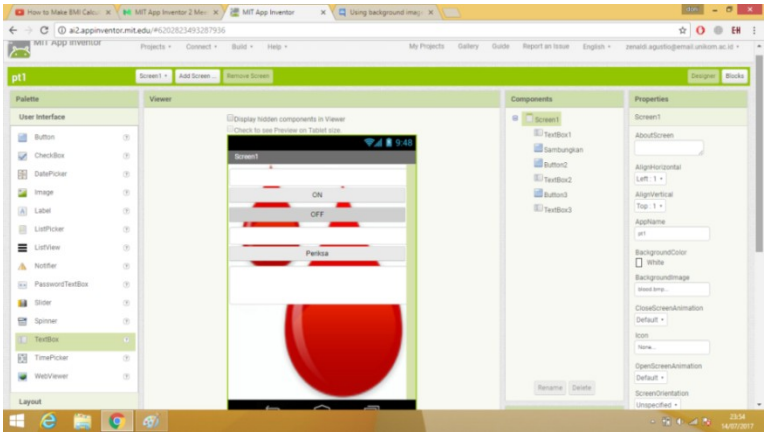


Gambar 3.27 Fisik probe sensor

Probe sensor dibuat dengan ukuran panjang 6 cm x 3cm x 3cm dan dilapisi warna hitam agar pembacaan sensor tidak terganggu cahaya dari luar. Penempatan sensor dan led didisain sejajar mungkin agar pembacaan sensor bisa maksimal.

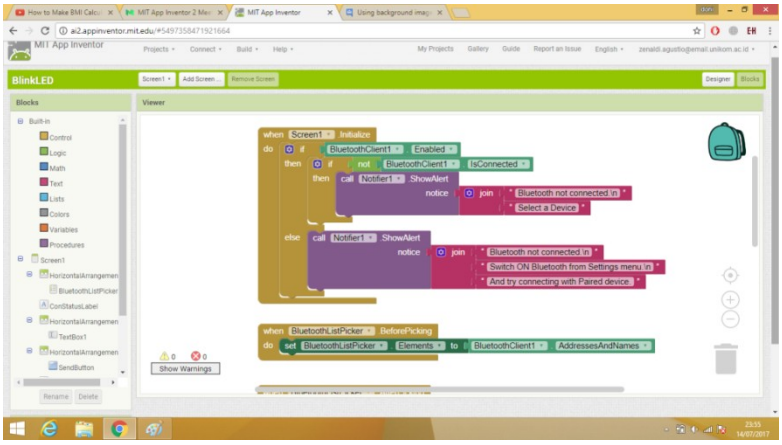
3.5 Perancangan Software

Pada perancangan sistem ini dibutuhkan software pada Android untuk menampilkan nilai kadar gula darah.Tampilan pada Android dibuat menggunakan APP Inventor sebagai software base creator. Berikut rencana tampilan Android yang digunakan.



Gambar 3.28 Perancangan desain Android

Gambar diatas adalah contoh proses pembuatan desain awal tampilan dari software Android yang akan digunakan. Bagian ini desebut bagian desain dimana kita dapat membuat desain tampilan Android yang diinginkan sesuka hati kita.

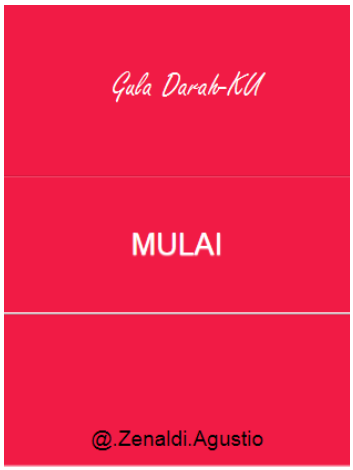


Gambar 3.29 Perancangan coding Android

Gambar diatas merupakan bagian block dari software App Inventor. Pada bagian ini kita dapat memprogram Android yang kita buat sesuai dengan desain yang telah kita buat sebelumnya.

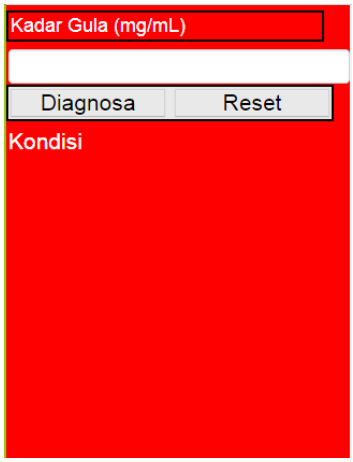
Proses coding yang dilakukan tidak jauh berbeda dengan proses coding yang umumnya, akan tetapi App Inventor dapat melakukan proses coding secara interaktif dengan membuat program seperti membuat puzzle.

Gambar diatas hanya mewakili sebagian kecil dari blok program yang dibuat, sedangkan untuk desain tampilan aplikasi Android yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.30 Tampilan depan aplikasi Android

Gambar 3.30 diatas merupakan desain awal tampilan program android yang telah dibuat dimana terdapat tombol mulai yang berfungsi untuk menghubungkan aplikasi Android dan esp 8266-01.



Gambar 3.31 Tampilan main program aplikasi Android

Gambar 3.31 diatas menampilkan desain tampilan untuk main program yang digunakan, main program ini memiliki fungsi untuk menentukan kondisi gula darah pasien yang akan dihitung berdasarkan data hasil pembacaan sensor.