BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan tentang teori-teori penunjang untuk merancang sebuah alat ukur kadar gula darah non-invasive, baik teori perangkat keras maupun perangkat lunak yang akan digunakan.

2.1 Pengertian Diabetes

Diabetes atau *Diabetes Mellitus,* merupakan penyakit jangka panjang atau kronis yang ditandai dengan kadar gula darah (*glukosa*) yang berada diatas angka normal. Tetapi bukan berarti tubuh manusia tidak memerlukan glukosa, karena glukosa sendiri merupakan sumber energi bagi otak maupun sel-sel yang membentuk otot serta jaringan pada tubuh kita.

Diabetes muncul akibat penumpukan glukosa didalam darah yang dapat menyebabkan rusaknya pankreas sehingga pankreas tidak dapat memproduksi hormon insulin dengan baik. Dimana hormon insulin yang dihasilkan sangat sedikit.

Kadar glukosa yang dibutuhkan oleh tubuh dapat dibagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan kondisi kadar gula darah dari seseorang yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Data kondisi kadar gula darah

(Dikutip dari: Joslin Diabetes Center a Harvard Affiliate)

Time of Check	Goal plasma blood glucose ranges for people without diabetes	Goal plasma blood glucose ranges for people with diabetes
Before breakfast (fasting)	< 100	70 - 130
Before lunch, supper and snack	< 110	70 - 130
Two hours after meals	< 140	< 180
Bedtime	< 120	90- 150
A1C (also called glycosylated hemoglobin A1c, HbA1c or glycohemoglobin A1c)	< 6%	< 7%

2.2 Perangkat Keras

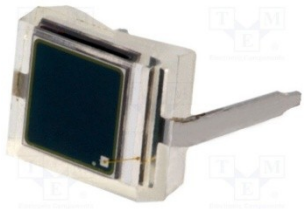
Dalam membangun alat ukur kadar gula *darah non-invasive* ini dibutuhkan perangkat keras yang terdiri atas bagian mekanik berupa fisik alat. Disamping itu dibutuhkan pula bagian elektronik berupa sensor-sensor serta komponen penunjang lainnya.

2.2.1 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.

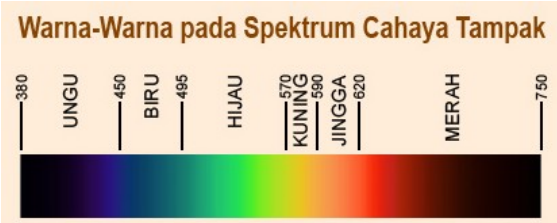
2.2.1.1 Sensor *Photodiode*

Sensor ini bekerja dengan mengubah nilai resistasinya sesuai dengan intensitas cahaya yang ditangkap dan mengubahnya menjadi arus listrik. Dimana semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima semaikin besar pula nilai arus yang dihasilkan dan sebaliknya.



Gambar 2.1 Sensor Fotodioda

Sensor ini dapat mendeteksi cahaya pada panjang rentan panjang gelombang 450 nm-1100 nm . Dimana sensor ini dapat digunakan untuk menangkap panjang gelombang cahaya tampak dengan data panjang gelombang sebagai berikut.



Warna	Panjang Gelombang	Frekuensi	Energi Foton
ungu	380–450 nm	668–789 THz	2.75–3.26 eV
biru	450–495 nm	606–668 THz	2.50–2.75 eV
hijau	495–570 nm	526–606 THz	2.17–2.50 eV
kuning	570–590 nm	508–526 THz	2.10–2.17 eV
jingga	590–620 nm	484–508 THz	2.00–2.10 eV
merah	620–750 nm	400–484 THz	1.65–2.00 eV

Gambar 2.2 Data panjang gelombang cahaya tampak

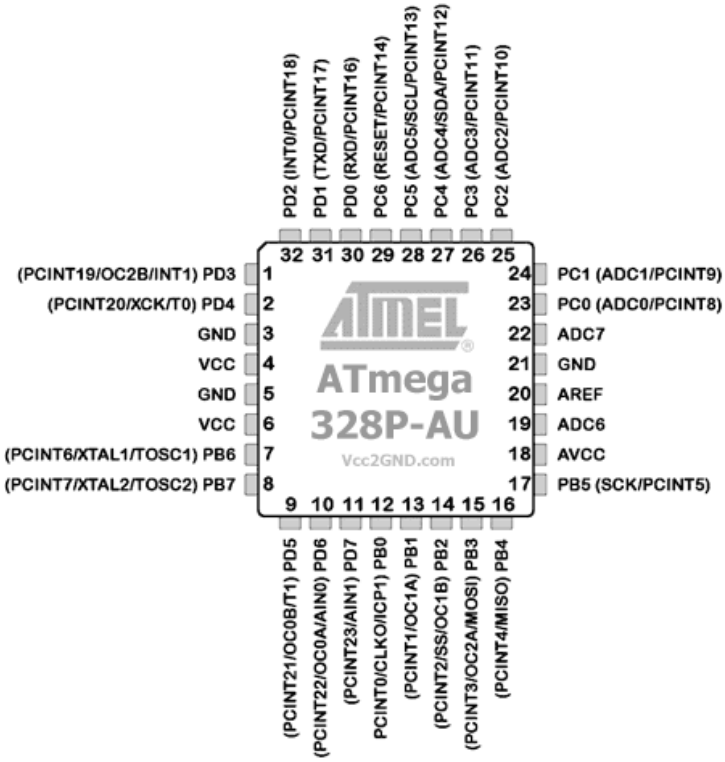
(Dikutip dari: ukurandansatuan.com)

2.2.2 *Microcontroller*

Microcontroller adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah *chip*. Fungsi dari *microcontroller* adalah mengerjakan instruksi-instruksi pada memori program, program merupakan hasil pemikiran dari seorang *programmer*, dimana program tersebut berupa instruksi-instruksi yang akan diproses oleh CPU, program disimpan pada memori dan secara berurutan instruksi-instruksi tersebut dikerjakan oleh CPU. Sebuah *chip microcontroller* umumnya memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

a. *Central Processing Unit* (CPU)
b. *Input/output* antarmuka jaringan seperti *serial port* (UART)
c. *Peripheral* seperti *timer* dan *watchdog*
d. *Random Access Memory* (RAM)
e. *Read Only Memory* (ROM), *Erasable Programmable Read Only Memory* (EPROM)
f. Pembangkit analog ke digital

Central Processing Unit (CPU) yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diprogram oleh *programmer*, menginstruksikan CPU untuk membaca informasi dari piranti input, membaca informasi dan menulis informasi ke memori. Ada beberapa tipe dari memori di dalam *microcontroller* yang digunakan untuk beberapa tujuan yang berbeda, yang sering ditemui adalah *Random Access Memory* (RAM) dan *Read Only Memory* (ROM). RAM berfungsi sebagai tempat penyimpanan data sementara dan hasil kalkulasi selama proses operasi, ROM digunakan sebagai media penyimpanan data yang bersifat *volatile* yang berarti jika tidak ada tegangan pada *microcontroller* maka data tersebut tetap tersimpan.



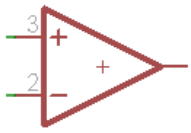
Gambar 2.3 Datasheet AT-Mega 328

(Dikutip dari : AVRProgrammers.com)

2.2.3 *Operational Amplifier*

Operational amplifier (Op-Amp) adalah suatu penguat performa tinggi yang terintregrasi dalam sebuah chip IC yang memiliki 2 buah input dan 1 buah output, dimana sebuah unpan balik dapat ditambahkan untuk mengendalikan karakteristik tanggapan keseluruhan pada operational amplifier (Jim Karki : 1998). Pada dasarnya *operasional amplifier* **(***Op-Amp***)** merupakan suatu penguat diferensial yang memiliki 2 input dan 1 output.

Op-amp ini digunakan untuk membentuk fungsi-fungsi linier yang bermacam-macam atau dapat juga digunakan untuk operasi-operasi tak linier, dan seringkali disebut sebagai rangkaian terpadu linier dasar.



Gambar 2.4 Simbol operasional Op-Amp

2.2.4 Baterai

Penggunaan sistem baterai yang digunakan pada alat ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu:

a. Tegangan

Sistem hardware membutuhkan sumber tegangan yang berbeda. Besarnya sumber tegangan pada setiap hardware mempengaruhi catu daya yang akan digunakan.

b. Arus

Ah (*Ampere-hour*) adalah satuan untuk mengukur lamanya beban arus baterai selama satu jam. Semakin besar ukuran Ah, semakin lama daya tahan baterai bila digunakan pada beban yang sama.



Gambar 2.5 Baterai

2.2.5 Oled

Organic Light-Emitting Diode (OLED) atau diode cahaya organik adalah sebuah semikonduktor sebagai pemancar cahaya yang terbuat dari lapisan organik. OLED digunakan dalam teknologi elektroluminensi, seperti pada aplikasi tampilan layar atau sensor. Teknologi ini terkenal fleksibel dengan ketipisannya yang mencapai kurang dari 1 mm.



Gambar 2.6 OLED 1306

2.2.6 Wi-Fi

Wi-fi merupakan kependekan dari Wireless Fidelity yaitu sebuah media komunikasi data tanpa kabel yang dapat digunakan dengan cepat. Kecepatan tersebut diakibatkan karena media penghantar yang digunakan merupakan sinyal radio yang bekerja pada frekuensi tertentu.

Frekuensi kerja dari Wi-fi sendiri telah diatur berdasarkan standar dari IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*), frekuensi kerja tersebut dibagi menjadi empat bagian,yaitu:

1. 802.11b 11 Mb/s 2.4 GHz B
2. 802.11a 54 Mb/s 5 GHz A
3. 802.11g 54 Mb/s 2.4 GHz b, g

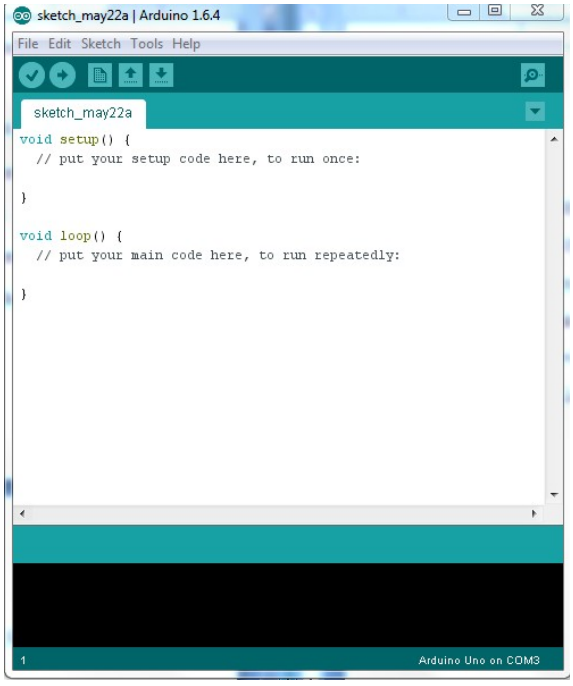
4. 802.11n 100 Mb/s 2.4 GHz b, g, n

2.3 Perangkat Lunak

Perangkat lunak digunakan untuk mengontrol seluruh perangkat keras yang telah dirancang dan terintegrasi. Perangkat lunak ini berupa algoritma dalam bentuk *listing* program yang ditanamkan di dalam *microcontroller*. Program tersebut dapat berbentuk bermacam-macam sesuai dengan spesifikasi dan *microcontroller* yang digunakan.

2.3.1 Arduino IDE

Untuk memprogram sebuah Arduino diperlukan sebuah *software* yaitu *software* Arduino (IDE). *Software* tersebut berfungsi untuk membuat program dan meng-*Upload* program ke dalam sebuah Arduino . Untuk melihat tampilan *sortware* Arduino (IDE) dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.7 Tampilan Layar Arduino IDE

2.3.2 Android

Android merupakan sistem operasi pada *smartphone* yang saat ini dan menyesuaikan speksifikasi kelas pada perangkat *samrtphone* tertentu. Android menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri yang akan digunakan untuk bermacam peranti bergerak.

Pada saat ini sistem operasi android menjadi sistem yang terlaris dan paling banyak digunakan sebagai sistem operasi pada perangkat smartphone.

Kelebihan Android

1. Penggunaan yang didesain mudah pada fitur-fitur aplikasi, serta tidak sulit untuk dipahami.
2. Android dapat juga dikatakan sistem operasi berbasis Linux yang open source. Dengan begitu akan memberikan peluang besar untuk para developer membuat dan mengembangkan aplikasi-aplikasi yang bagus dan canggih.
3. Sistem operasi Android bersifat multitasking, yang berguna untuk menjalankan berbagai aplikasi secara mudah, serta dapat menelusuri aplikasi Android yang diinginkan.
4. Aplikasi untuk sistem Android dikembangkan secara up to date, sehingga setiap waktu akan muncul berbagai program dengan teknologi baru yang luar biasa fitur-fiturnya.
5. Widget yang ada di homescreen bisa diakses dengan berbagai setting, cepat dan juga mudah

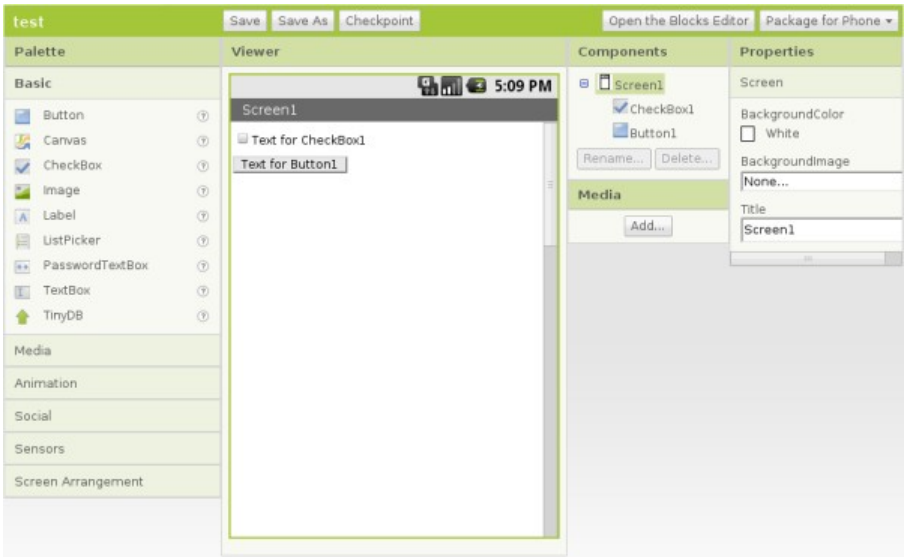
Kelemahan Android

1. Rentan terhadap serangan virus.
2. Sistem operasi Android menuntut pengguna untuk harus memiliki koneksi internet dalam keadaan aktif. Seperti minimalnya perlu koneksi internet GPRS, hal ini agar perangkat siap untuk online sesuai dengan kebutuhan pengguna.
3. Terdapat banyak iklan pada program yang disediakan.
4. Baterai pada smartphone dengan sistem Android akan sangat boros dibandingkan OS lainnya, hal tersebut disebabkan dengan banyaknya proses yang berjalan secara background yang membuat energi baterai menjadi cepat habis.

2.3.3 APP Inventor

App Iventor adalah aplikasi web sumber terbuka yang awalnya dikembangkan oleh Google, dan saat ini dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT).

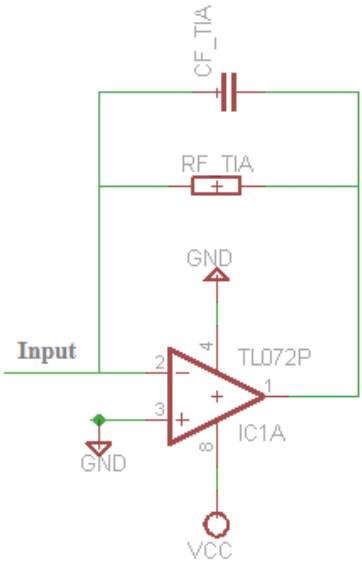
App Inventor memungkinkan pengguna baru untuk memprogram komuputer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak bagi system operasi Android. App Inventor menggunakan antarmuka grafis, serupa dengan antarmuka pengguna Scratch dan StarLogo TNG,yang memungkinkan pengguna untuk men-drag and drop objek visual untuk menciptakan aplikasi yang bisa berjalan pada perangkat Android.



Gambar 2.8 Tampilan Layar APP Inventor

2.4 *Transimpedance Amplifier*

Transimpedanse Amplifier (TIA) merupakan jenis penguat yang sangat umum digunakan untuk merubah besaran arus ke tegangan yang dihasilkan sensor dan menguatkannya.



Gambar 2.9 Rangkaian dasar *Transimpedanse Amplifier*

Pada rankaian Transimpedance amplifier diatas nilai resistor feedback dapat dicari dengan persamaan :

$$R\,feedback = \frac{Vout(max) - Vout(min)}{Iin(max)} (2.1)$$

Dimana:

Vout(max) = tegangan output maksimal penguat.

Vout(min) = tegangan output minimal penguat.

Iin(max) = arus maksimal dari input.

Sedangkan nilai kapasitor feedback dapat ditentukan dari persamaan respon frekuensi dari op-amp yang digunkan,berikut persamaan yang digunakan:

$$Fp = \frac{1}{2\pi . C . R} (2.2)$$

Dari persamaan tersebut nilai kapasitor dapat dicari dengan persamaan berikut ini:

$$Fp = \frac{1}{2\pi . Fp . R} \qquad (2.3)$$

Dimana:

Fp = Unity Gain Frekuensi (Hz)

R = Resistor Feedback (Ω)

C = Kapasitor Feedback (F)

2.5 *Filter*

Filter adalah suatu rangkaian yang digunakan untuk membuang tegangan output pada frekuensi tertentu. Untuk merancang rangkaian filter dapat digunakan komponen pasif (R,L,C) dan komponen aktif (Op-Amp, transistor). Dengan demikian filter dapat dikelompokkan menjadi filter pasif dan filter aktif.

Pada dasarnya filter dapat dikelompokkan berdasarkan *response* (tanggapan) frekuensinya menjadi 4 jenis:

1. Filter lolos rendah/ *Low pass Filter.*
2. Filter lolos tinggi/ *High Pass Filter.*
3. Filter lolos rentang/ *Band Pass Filter.*

Dalam perancangan sebuah filter, terdapat beberapa istilah umum yang sering digunakan dalam perancangannya, yaitu:

1. Frekuensi Cut-Off

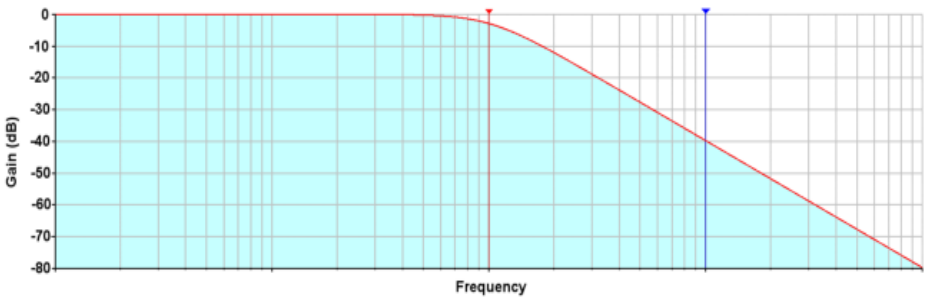
   Frekuensi cut-off adalah batas frekuensi kerja yang digunakan dalam filter, artinya bila ada frekuensi input yang tidak sama dengan frekuensi cut-off maka frekuensi tersebut akan disaring.

2. Bandwidth

   Bandwidth adalah lebar pita frekuensi yang digunakan oleh sebuah filter, biasanya bandwidth terdapat pada rankaian Band Pass filter.

2.5.1 *Low Pass Filter*

Low pass filter adalah jenis filter yang berfungsi sebagai penyaring atau penahan frekuensi di atas frekuensi *cut-off* yang diinginkan dan meloloskan frekuensi yang berada dibawah frekuensi *cut-off* nya.



Gambar 2.10 Respon frekuensi *Low Pass Filter*

Untuk menentukan frekuensi cut-off yang digunakan dapat menggunakan persamaan (2.2) sebagai berikut :

$$Fc = \frac{1}{2\pi RC}$$

Dimana :

Fc = Frekuensi Cut-Off

R = Resistor (Ω)

C = Kapasitor (F)

Persamaan diatas dapat diturunkan ke persamaan orde ke-2 yaitu:

$$Fc = \frac{1}{2\pi \sqrt{R1C1R2C2}} \qquad (2.4)$$

Untuk lebih mudah menentukan nilai frekuensi cut-off yang dibutuhkan maka dapat dibuat persamaan dengan mencari nilai Resistor dan kapasitor yang digunakan untuk merancang frekuensi cut-off dari low pass filter.

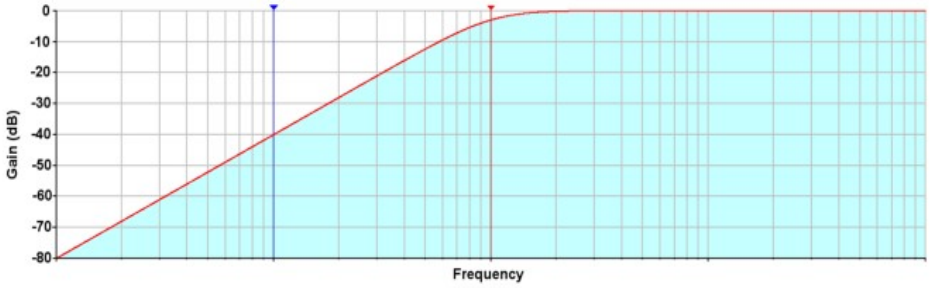
$$R1, R2 = \frac{1}{2\sqrt{2}.\pi.C1.Fc} \qquad (2.5)$$

Dengan nilai kapasitor yang dibuat tetap yaitu:

C2 = C1 x 2 (2.6)

2.5.2 *High Pass Filter*

High pass filter adalah jenis filter yang berfungsi sebagai penyaring atau penahan frekuensi di bawah frekuensi *cut-off* yang diinginkan dan meloloskan frekuensi yang berada diatas frekuensi *cut-off* nya.



Gambar 2.11 Respon frekuensi *High Pass Filter*

Untuk menentukan Frekuensi cut-off dari high pass filter diatas dapat menggunakan persamaan (2.2),yaitu:

$$Fc = \frac{1}{2\pi RC}$$

Dimana :

Fc = Frekuensi Cut-Off

R = Resistor (Ω)

C = Kapasitor (F)

Persamaan diatas dapat diturunkan ke persamaan (2.3) berikut:

$$Fc = \frac{1}{2\pi \sqrt{R1C1R2C2}}$$

Untuk lebih mudah dalam menentukan Frekuensi Cut-off yang diinginkan persamaan diatas dapat diubah dengan cara menentukan nilai Resistor dan Kapasitor yang digunakan dengan tujuan untuk mendapat nilai frekuensi cut-off yang diinginkan,berikut persamaan yang digunkaan dalam perancangan High Pass filter.

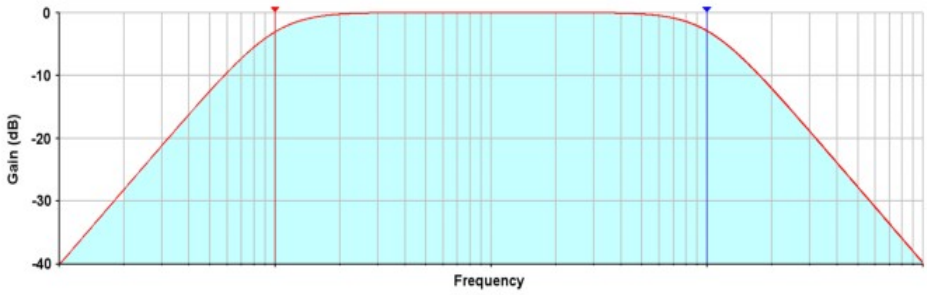
$$R1 = \frac{1}{\sqrt{2}.\pi.C1.Fc} \qquad (2.7)$$

$$R2=\frac{1}{2\sqrt{2}.\pi.C1.Fc}$$

C1 = C2 (2.8)

2.5.3 *Band Pass Filter*

Band pass filter adalah jenis filter yang berfungsi sebagai penyaring atau penahan frekuensi yang tidak termasuk kedalam *bandwidth* frekuensi yang ditentukan dan meloloskan frekuensi yang berada didalam *bandwidth* yang ditentukan.



Gambar 2.12 Respon frekuensi *Band Pass Filter*

Pada Bandpass filter terdapat 2 buah frekuensi cut-off yaitu FL dan FH atau frekuensi cut-off bagian atas dan bagian bawah, pada dasarnya disain bandpass terdiri dari kombinasi Low pass filter dan High pass filter. Sehingga FL dan FH dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

FL (High Pass)

$$R1=\frac{1}{\sqrt{2}.\pi.C1.Fc}$$

$$R2=\frac{1}{2\sqrt{2}.\pi.C1.Fc}$$

Dengan nilai kapasitor yang dibuat tetap, yaitu:

C1 = C2

FH (Low Pass)

$$R1, R2 = \frac{1}{2\sqrt{2}.\pi.C1.Fc}$$

Dengan nilai kapasitor yang dibuat tetap yaitu:

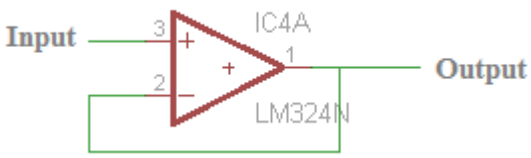
C2 = C1 x 2

Dari kombinasi kedua persamaan diatas bisa didapatkan frekuensi FL dan FH yang digunakan dalam perancangan sebuah Bandpass, dan juga dapat ditentukan nilai Bandwidth dari sebuah Bandpass sendiri. Nilai Bandwidth dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

Bandwidth = FH –FL (2.9)

2.6 *Buffer*

Buffer merupakan rangkaian yang digunakan sebagai penyangga tegangan atau dalam arti lain penguatan yang dihasilkan oleh rangkaian *buffer* bernilai kali satu. Penguat tipe buffer biasa dimanfaatkan untuk menjaga sinyal data atau tegangan yang dihasilkan suatu sensor agar tidak terjadi overshoot yang tidak diinginkan.



Gambar 2.13 Rangkaian dasar *Buffer*

2.7 Rankaian Led

Pada perancangan led, dibutuhkan resistor yang dipasang secara seri dengan led untuk menjaga agar led tidak kelebihan arus saat ber-operasi.Berikut gambar rangkaian led yang dirancang:



Gambar 2.14 Rangkaian Led

Sedangkan untuk menentukan nilai resistor yang digunakan dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$R1 = \frac{VCC - 2V}{20\,mA} \qquad (2.10)$$

Dimana:

R1 = Pembatas arus (ohm)

VCC = Sumber tegangan (volt)

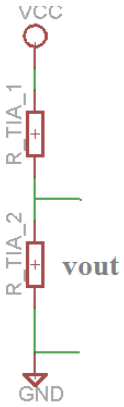
2V = Tegangan referensi LED

20mA = Arus maksimal LED

2.8 Rangkaian Pembagi Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan adalah rangkaian yang terdiri dari 2 buah resistor yang dihubungkan secara seri dan berfungsi untuk membagi tegangan

input yang digunakan. Dimana tegangan output yang dihasilkan diatur oleh nilai resistor yang digunakan.



Gambar 2.15 Rangkaian Pembagi Tegangan

Sedangkan untuk mencari nilai resistor untuk menghasilkan tegangan keluaran yang diinginkan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Vout = \frac{Vcc * R2}{R1 + R2} \qquad (2.11)$$