

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian oleh Olien Nopiah Saputri pada tahun 2019 berjudul "Rancang bangun alat uji kadar gula darah non-invasif berbasis *arduino* dan aplikasi *blynk*". Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran dibagi menjadi empat kategori, yaitu negatif (-) untuk tidak terkena diabetes, dan positif (+) 1, (+)2, (+)3, dan (+)4 terkena diabetes. Tak hanya itu, penggunaan aplikasi *Blynk* juga dimaksudkan untuk memvisualisasikan data sensor yang dihasilkan, dan data pengujian tersebut telah dibandingkan dengan hasil laboratorium dari rumah sakit Arsani. Keselarasan hasil antara alat tersebut dengan perangkat di rumah sakit Arsani telah terkonfirmasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Iswara Dendy dkk pada tahun 2020 dengan judul "Monitoring sistem pendeteksi kadar gula darah menggunakan *photodiode* berbasis *web*", Pengujian tersebut menggunakan sensor fotodiode sebagai pendeteksi intensitas cahaya yang masuk dan mengukur perubahan intensitas cahaya yang diubah menjadi tegangan sehingga dapat dihasilkan bahwa dapat mendeteksi kadar gula darah maksimal sampai 150mg/l dan mempunyai tingkat akurasi sebesar 90,4%.

Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Apridho dan rekan-rekannya pada tahun 2021, telah dikembangkan "Alat pengukur kadar glukosa darah *non-invasif* yang terhubung dengan aplikasi *Android*". Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan alat pengukur kadar glukosa darah yang tidak memerlukan tusukan pada jari dengan menggunakan *finger* sensor tipe *MAX30100*. Data hasil pengukuran kadar glukosa akan ditampilkan melalui aplikasi *Android* dan dapat direkam sebagai catatan medis, sementara juga mengirimkan hasilnya melalui SMS ke nomor telepon pasien. Berdasarkan uji coba pada 20 probandus, alat ini berhasil mencapai tingkat ketelitian rata-rata sebesar 91.91% dalam mengukur kadar glukosa darah, dengan selisih nilai rata-rata pengukuran sebesar 7.68 mg/dL dibandingkan dengan alat standar. Hasil pengukuran dari alat ini dapat disimpan

dalam menu rekam medis pada aplikasi, dan SMS hasil pemeriksaan juga berhasil diterima oleh para pasien.

Penelitian yang dilakukan oleh Tria Nurma'atin dan rekan-rekan pada tahun 2022 dengan judul "Validasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara *Non-invasive* Menggunakan Sensor *Tcrt5000* Untuk Mengurangi Limbah Medis". Penelitian ini mengembangkan metode deteksi kadar gula darah non-invasif dengan memanfaatkan serapan sinar NIR (*Near Infrared*) menggunakan sensor *TCRT5000*, alat ini mengalami proses kalibrasi dengan membandingkan hasil pengukuran dengan alat ukur standar pada 10 sampel acak. Hasil kalibrasi menunjukkan adanya hubungan linear yang sangat kuat, dengan koefisien determinasi mencapai 0.99.

Pada pengujian alat dengan menggunakan 15 sampel dari orang yang menderita, penelitian ini melakukan uji coba pada individu dengan diabetes mellitus dan 15 contoh dengan kadar gula darah normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pengukur kadar gula darah *non-invasif* memiliki tingkat akurasi sebesar 98,26% pada sampel dari orang dengan diabetes *mellitus*, dan 97,16% pada sampel dengan kadar gula darah normal. Dengan tingkat akurasi yang demikian tinggi, alat ini dianggap sebagai pilihan alternatif yang dapat dipergunakan secara mandiri Untuk mengukur konsentrasi glukosa dalam darah, terutama bagi individu yang menderita diabetes mellitus, dilakukan pemeriksaan kadar gula darah. Hal ini karena tingkat akurasi alat tersebut melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh alat medis yang dioperasikan oleh manusia, yaitu $\geq 95\%$. Dengan demikian, alat ini berpotensi mengurangi limbah medis dan memberikan solusi efisien dalam pemantauan kadar gula darah bagi penderita diabetes.

Dalam penelitian ini, pengembangan deteksi kadar gula darah non-invasif dilakukan menggunakan serapan sinar *Near Infrared* (NIR) dengan sensor *TCRT5000*. Proses kalibrasi perangkat dilakukan dengan membandingkan hasil pengukurannya Setelah dibandingkan dengan alat ukur standar pada 10 sampel acak, ditemukan bahwa perangkat ini memiliki koefisien determinasi sebesar 0,99, menunjukkan hubungan yang sangat kuat. Setelah itu, perangkat ini diuji pada 15 sampel individu yang menderita diabetes mellitus dan 15 sampel dengan kadar gula darah normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pengukur kadar gula darah non-invasif memiliki tingkat akurasi sebesar 98,26% pada sampel dengan

diabetes mellitus dan 97,16% pada sampel dengan kadar gula darah normal. Berdasarkan hasil tersebut, perangkat ini merupakan pilihan alternatif yang dapat dipertimbangkan untuk mengukur kadar gula darah secara mandiri, terutama bagi penderita diabetes mellitus, karena tingkat akurasi melebihi ambang batas yang digunakan oleh alat medis manusia, yaitu $\geq 95\%$. Dengan demikian, alat ini memiliki potensi sebagai solusi efisien dalam pemantauan kadar gula darah bagi penderita diabetes.

Pada tahun 2022, dilakukan penelitian oleh Winda Wirasa dan rekan-rekannya dengan judul “*Design of A Non - Invasive Blood Sugar Measuring Device Based On Arduino Uno*”. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk melakukan perbandingan antara perangkat pengukur gula darah yang menggunakan teknologi infrared. yang non-invasif dengan alat penelitian sebelumnya. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pada satu sampel, dan hasil nilai sensor akan dihasilkan Dengan menggunakan printer thermal, dilakukan pengujian dan pengumpulan data dari modul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase rata-rata keakuratan modul mencapai 97,758%. Walaupun begitu, dapat disimpulkan bahwa modul ini berhasil beroperasi sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, alat ini belum sepenuhnya dapat diandalkan sebagai alat pengukur yang benar-benar akurat.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Nama Penulis (Tahun Penelitian)	Komponen	Hasil Penelitian
Nopiah dkk (2019)	Sensor <i>TCS3200</i> , <i>blynk</i> , <i>Arduino</i>	Hasil pengujian dari perangkat yang telah dikembangkan telah dibandingkan dengan hasil pengujian laboratorium di Rumah Sakit Arsani, dan menunjukkan kesesuaian yang serupa dengan alat yang digunakan di Rumah Sakit Arsani.
Iswara Dendy dkk (2020)	<i>Photodiode</i> , <i>NodeMCU</i> , <i>LM2596</i> , baterai lippo Hj <i>Power</i>	Hasil penelitian tersebut dapat mendeteksi kadar gula darah maksimal sampai 150mg/l dan mempunyai akurasi 90.4%
Apridho dkk (2021)	Sensor <i>MAX30100</i> , <i>arduino uno</i> , LCD, baterai	Dalam penelitian ini, ditemukan nilai rata-rata akurasi dalam mengukur kadar glukosa darah adalah 91.91%, dengan selisih rata-rata pengukuran kadar glukosa sebesar 7.68 mg/dL dibandingkan dengan alat pada 20 probandus.

Tria Nurma'atin (2022)	Sensor <i>TCRT5000</i> , <i>arduino nano</i> , <i>LCD display</i>	Dari hasil penelitian, terbukti bahwa alat pengukur kadar gula darah Non-Invasif menunjukkan tingkat akurasi sebesar 98,26% pada sampel penderita diabetes melitus, dan 97,16% pada sampel dengan kadar gula darah normal.
Winda Wirasa dkk (2022)	Sensor <i>BPW43</i> , <i>LCD</i> , printer thermal, <i>LED inframerah L10660</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase rata-rata keakuratan pada modul mencapai 97.758%.

Perbedaan-perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti saat ini yaitu penggunaan sensor *infrared* serta hasil pembacaan akan ditampilkan dalam bentuk *website* menggunakan *thingspeak*. *Thingspeak* memiliki keunggulan diantaranya karena fleksibilitas dimana, *thingspeak* memungkinkan pengguna untuk mengintegrasikan berbagai perangkat IoT dan mengelola data dengan mudah. Analisis data yang disediakan platform ini menyediakan fitur yang beragam, seperti visualisasi, pemantauan, dan pemodelan, yang membantu pengguna mengekstrak informasi yang berguna dari data. Selain itu *Thingspeak* memiliki komunitas pengguna yang luas dan didukung oleh berbagai platform dan bahasa pemrograman, seperti *Arduino*, *Raspberry Pi*, dan *MATLAB* [1] [9] [10] [11] [12].

2.2 DASAR TEORI

Beberapa dasar teori dalam penelitian ini Informasi ini memiliki nilai penting sebagai tambahan pengetahuan untuk penelitian yang sedang dilakukan. Di bawah ini disajikan beberapa dasar teori yang relevan dalam konteks penelitian ini.

2.2.1. Kadar Gula Darah

Kadar gula darah merujuk pada jumlah glukosa yang terdapat dalam plasma darah. Glukosa darah saat berpuasa merupakan salah satu cara untuk mengidentifikasi diabetes *melitus* pada individu. Dalam kondisi diabetes *melitus*, transfer glukosa ke dalam sel tidak berfungsi dengan baik, sehingga menyebabkan hiperglikemia, yaitu kondisi di mana glukosa tetap berada dalam sirkulasi darah [13].

Terdapat beberapa jenis pemeriksaan untuk mengukur kadar glukosa darah. Salah satunya adalah pengukuran kadar glukosa darah saat dalam keadaan berpuasa, yang dilakukan setelah tidak makan selama minimal 8 jam. Pemeriksaan gula darah postprandial 2 jam dilakukan untuk mengukur kadar glukosa darah setelah makan. Sebaliknya, pemeriksaan gula darah secara acak digunakan untuk mengukur kadar glukosa darah tanpa mempertimbangkan waktu makan terakhir. Saat tubuh dalam kondisi postabsorpsi, biasanya konsentrasi glukosa darah manusia berada dalam rentang 80 - 100 mg/dl. Setelah makan, kadar glukosa dapat meningkat menjadi sekitar 120-130 mg/dl. Sementara itu, ketika berpuasa, kadar glukosa darah dapat menurun menjadi sekitar 60-70 mg/dl [14].

Tabel 2.2 Kadar Gula Darah

Mg/dL	Mmol/L	Interpretasi
35	2,0	Sangat Rendah
55	3,0	Rendah
75	4,0	Agak Rendah
80	4,4	Normal
100	5,5	Normal
90-100	5,6	Normal sebelum makan untuk <i>non-diabetic</i>
150	8,0	Normal setelah makan untuk <i>non-diabetic</i>
180	10,0	Maksimal setelah makan untuk non-diabetic
270	15,0	Sedikit tinggi ke agak tinggi tergantung pasien
360	20,0	Sangat Tinggi
400	22,0	Maksimal (maksimal untuk beberapa test meter)
600	33,0	Bahaya Tinggi

Kadar gula darah normal pada individu non-penderita diabetes saat puasa berada antara 75-100 mg/dL. Secara rata-rata, kadar gula darah normal pada manusia adalah sekitar 5,5 mmol/L atau 100 mg/dL, namun nilai ini dapat bervariasi setiap harinya. Untuk individu non-penderita diabetes yang diuji saat tidak berpuasa, kadar gula darah seharusnya berada di bawah 125 mg/dL [15].

Tabel 2.3 Kadar Gula Darah Menurut WHO

Kadar Gula Darah (KONDISI)	NORMAL	DIABETES	IGT	IFG
Metode Pengukuran				
Gula Darah 2 Jam Setelah	Tidak spesifik nilai yang	$\geq 11,1$ mmol/L ≥ 200 mg/dL	$7,8 \leq X < 11,1$ Mmol/L $140 \leq X < 200$	$< 7,8$ mmol/L < 140 mg/dL (Jika diukur)

Kadar Gula Darah (KONDISI)	NORMAL	DIABETES	IGT	IFG
Metode Pengukuran				
Makan (2-H <i>Glucose</i>)	sering dipakai <7,8 mmol/L <140 mg/dL		Mg/dL	
Gula darah Puasa (<i>Fasting Glucose</i>)	<6,2 mmol/L	Gula darah Puasa (<i>Fasting Glucose</i>)	<6,2 mmol/L	Gula darah Puasa (<i>Fasting Glucose</i>)

Sumber: *World Health Organization WHO* 2005.

WHO mendefinisikan IGT (*Impaired Glucose Tolerance*) sebagai kondisi di mana seseorang memiliki risiko tinggi untuk mengembangkan diabetes meskipun ada kemungkinan bahwa kadar gula darah dapat kembali ke keadaan normal.

2.2.2. Definisi Pengukuran Kadar Gula Dara Secara *Non-Invasif*

Jumlah penderita penyakit kadar gula darah tinggi saat ini meningkat. Faktor yang menjadi penyebab peningkatan kadar gula darah bermacam-macam. Salah satu faktornya yaitu pola makan yang kurang sehat. Seseorang yang dipastikan menderita penyakit gula darah akan sering melakukan cek kadar gula darah secara rutin. Alat yang biasa digunakan pada saat pengecekan kadar gula darah adalah dengan menusukkan jarum ke jari penderita kemudian darah yang keluar tersebut akan di oleskan ke alat yang nantinya akan mendeteksi kadar gula darah.

Proses tersebut membuat orang yang dilakukan pengecekan terluka karena tusukan jarum. Namun seiring perubahan zaman, sudah banyak dikembangkan alat pengukuran kadar gula darah dengan menggunakan sensor *non-invasif*. Pengukuran dengan menggunakan sensor *non-invasif* ini tidak melukai penderita. Proses pengukuran dengan menggunakan sensor *infrared*. Pada penelitian ini penulis memakai 2 sensor yakni sensor *infrared* dan sensor *photodiode*, dimana sensor *infrared* tersebut menyinari ujung jari atau pada dasarnya dimana asalkan kulit tidak terlalu tebal, sehingga lampu *infrared* tersebut mudah menembus jaringan dan mengukur jumlah cahaya yang di pantulkan menggunakan sensor *photodiode*. Karna pada umumnya sifat darah arteri memiliki karakteristik yang menyerap IR (*infrared*), semakin merah darah (semakin tinggi *hemoglobin*), semakin banyak IR

(*infrared*) yang di serap. Saat darah di pompa melalui jari dengan setiap detak jantung, jumlah cahaya yang di pantulkan akan berubah, menciptakan bentuk gelombang yang berubah pada *output photodiode* [16].

2.2.3. Sensor *Infrared* (IR)

Inframerah adalah salah satu bentuk gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang berada dalam rentang 750 nm hingga 10.000 nm dan bilangan gelombang antara 14.000 cm⁻¹ hingga 20 cm⁻¹. Sensor *inframerah* (IR) merupakan perangkat elektronik yang dirancang untuk mengukur dan mendeteksi radiasi inframerah di sekitarnya. Penemuan radiasi inframerah pertama kali terjadi secara tak sengaja oleh seorang astronom bernama *William Herschel* pada tahun 1800. Meskipun termasuk dalam spektrum elektromagnetik yang sama, radiasi inframerah tidak dapat terlihat oleh mata manusia karena memiliki panjang gelombang yang lebih panjang daripada cahaya tampak.

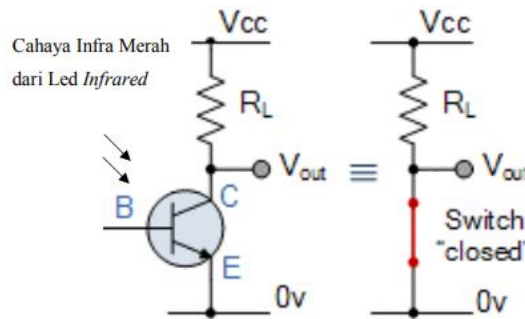
Terbagi menjadi dua tipe, yaitu aktif dan pasif, terdapat dua jenis sensor inframerah. Sensor inframerah aktif beroperasi dengan cara memancarkan dan menerima radiasi inframerah. Komponen utama sensor ini terdiri dari *light emitting diode* (LED) dan penerima. Apabila suatu objek mendekati sensor, cahaya inframerah dari LED akan dipantulkan oleh objek dan selanjutnya terdeteksi oleh penerima. Secara umum, sensor inframerah aktif berperan sebagai sensor jarak dan sering diterapkan dalam sistem deteksi hambatan, termasuk dalam teknologi robotika [17].



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Sensor *Infrared*

Prinsip kerja rangkaian sensor *infrared* didasarkan pada mekanisme di mana Radiasi inframerah yang diterima oleh fototransistor menyebabkan terjadinya konversi energi cahaya menjadi arus listrik pada basis fototransistor, sehingga basis tersebut berfungsi seperti saklar (*switch closed*) atau fototransistor menjadi aktif

(*low*) dalam waktu singkat. Arus listrik pada basis fototransistor timbul karena pergerakan elektron dan *hole*. Pergerakan elektron mengindikasikan muatan listrik negatif, sedangkan pergerakan *hole* mengindikasikan muatan listrik positif. Dalam situasi tertentu, fenomena ini dapat diamati dan didokumentasikan, terjadi rekombinasi ketika sebuah elektron bebas dan sebuah *hole* bergabung kembali.



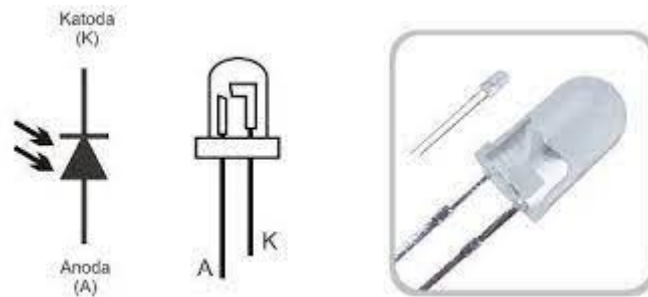
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Sensor IR

Pembacaan pada sensor *infrared* ini mengandalkan fenomena optik, di mana cahaya pada panjang gelombang tertentu (750-2500 nm) dan inframerah (750-10000 nm) diserap secara khusus oleh gula darah. Selanjutnya, sensor akan mengukur tegangan yang diterima oleh *photodiode* yang terpapar oleh cahaya inframerah, dan kemudian tegangan tersebut diubah menjadi hasil dalam satuan mg/dL. Pada sistem ini, *infrared* berfungsi sebagai sumber cahaya untuk menerangi objek yang dianalisis, yaitu jari. (jurnal Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula dalam Darah Menggunakan Teknik *Non-Invasif* Berbasis Mikrokontroler *Arduino Uno* Haryono suyono).

2.2.4. Photodiode

Sensor merupakan perangkat yang mengubah stimulus menjadi sinyal listrik. Photodiode, sebagai salah satu jenis sensor optik semikonduktor, bekerja berdasarkan tingkat intensitas cahaya. Pada kondisi persambungan p-n dengan bias maju dan mendapat cahaya, photodiode menghasilkan peningkatan arus yang sangat kecil atau arus bias yang lebih besar daripada arus yang disebabkan oleh cahaya. Namun, saat persambungan p-n diberi bias mundur, terjadi peningkatan arus yang lebih besar. Sensor photodiode sensitif terhadap cahaya, Ketika menerima intensitas cahaya, photodiode mengalami perubahan resistansi dan mengalirkan arus listrik maju, seperti pada biasanya dioda. Photodiode merupakan

salah satu jenis *photodetector* atau sensor yang sensitif terhadap cahaya, dan jenis lain yang umum digunakan adalah *phototransistor*. Photodiode menghasilkan arus yang berkorelasi secara *linear* dengan intensitas cahaya yang diterimanya. Arus ini umumnya bergantung pada densitas daya (D_p), dan rasio antara arus keluaran dengan densitas daya disebut responsivitas arus (*current responsivity*). Arus yang dimaksud adalah arus bocor yang muncul ketika *photodiode* disinari dan diberi polaritas mundur.



Gambar 2.3 Sensor Photodiode

Photodiode dapat dioperasikan dalam 2 animal mode yang berbeda:

1. Mode *photovoltaic*: sama seperti *solar cell*, photodiode menyerap cahaya dan menghasilkan tegangan yang dapat diukur. Namun, tegangan yang dihasilkan dari energi cahaya memiliki sifat yang kurang *linier* dan perubahannya sangat kecil.
2. Mode *photokonduktivitas*: Pada mode ini, *photodiode* digunakan sebagai tegangan balik (*reverse voltage*) pada sebuah diode, di mana diode hanya akan menghantarkan arus ketika terkena cahaya. Ketika cahaya mengenai diode, akan terjadi arus foto (*photo current*) yang memungkinkan aplikasi tegangan mendekati nol.

Karakteristik bahan Photodiode :

1. *Silicon (Si)*: Memiliki karakteristik arus lemah dalam kondisi gelap, tetapi memiliki kecepatan tinggi dan sensitivitas yang baik di rentang panjang gelombang antara 400 nm hingga 1000 nm (dengan kinerja terbaik di antara 800 nm hingga 900 nm).
2. *Indium Gallium Arsenida (InGaAs)*: Mahal, memiliki arus kecil saat gelap, tetapi memiliki kecepatan tinggi dan sensitivitas yang baik di rentang panjang gelombang antara 800 nm hingga 1700 nm (dengan kinerja terbaik di antara 1300 nm hingga 1600 nm).

3. *Germanium* (Ge) : Memiliki karakteristik arus tinggi dalam kondisi gelap, namun memiliki kecepatan yang lebih lambat dibandingkan dengan Si. Sensitivitasnya baik di rentang panjang gelombang antara 600 nm hingga 1800 nm (dengan kinerja terbaik di antara 1400 nm hingga 1500 nm) [16].

2.2.5. ESP8266

ESP8266 adalah Sebuah chip yang lengkap telah mencakup prosesor, memori, dan akses ke GPIO, membuat ESP8266 mampu langsung menggantikan Arduino. Kelebihan lainnya adalah kemampuannya untuk mendukung koneksi wifi secara langsung. Perkembangan IoT (*Internet of Things*) terus berlanjut sejalan dengan kemajuan mikrokontroler, dan modul berbasis *Ethernet* dan wifi semakin beragam dan banyak, termasuk *Ethernet shield*, Wiznet, serta yang terbaru, yaitu *modul Wifi* yang dikenal dengan nama ESP8266. ESP8266 hadir dalam beberapa jenis yang tersedia di pasar. Di Indonesia, tipe ESP-01, 07, dan 12 adalah yang paling mudah ditemukan. Meskipun fungsi mereka sama, perbedaannya terletak pada jumlah dan letak pin *GPIO* yang disediakan. Berikut adalah beberapa variasi tipe *ESP8266* yang ada [18].



Gambar 2.4 Module NodeMCU ESP 01-11

Tegangan operasi ESP8266 berada pada level 3.3V, sehingga dapat digunakan dengan tambahan mikrokontroler, seperti *board* Arduino yang menyediakan sumber tegangan 3.3V. Namun, disarankan untuk menggunakan *level shifter* terpisah untuk komunikasi dan sumber tegangan bagi modul wifi ini. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa modul wifi ini sudah dilengkapi dengan mikrokontroler dan GPIO, sehingga banyak pengembang dapat mengembangkan *firmware* khusus untuk mengoperasikan modul ini tanpa memerlukan perangkat

mikrokontroler tambahan. Dengan adanya *firmware* ini, modul wifi ini mampu berfungsi secara mandiri (*standalone*).

2.2.6. Kabel Jumper

Kabel *jumper* merupakan jenis kabel listrik yang Kabel *jumper* digunakan sebagai penghubung antara komponen-komponen pada *breadboard* tanpa perlu melakukan soldering. Umumnya, kabel *jumper* dilengkapi dengan konektor atau pin di kedua ujungnya. Jenis konektor yang bisa menusuk ke dalam disebut sebagai *male connector*, sementara jenis konektor yang bisa ditusukkan disebut sebagai *female connector* [19].



Gambar 2.5 Kabel Jumper

2.2.7. LCD (Liquid Crisytal Display) 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi untuk menampilkan data seperti huruf, karakter, grafik dan simbol. Karena ukurannya yang kecil, LCD sering digunakan bersama dengan Mikrokontroler. LCD tersedia dalam bentuk modul yang memiliki pin data, kontrol, pengatur kontras tampilan dan catu daya. Contoh dari LCD 16x2 dapat dilihat pada di atas yakni gambar 2.6 [20].



Gambar 2.6 LCD 16x2 dan I2C

Tabel 2.4 Spesifikasi *Liquid Crystal Display*

No	Nama	Spesifikasi
1	<i>Supply Voltage</i>	5V
2	<i>Back lit</i>	<i>Blue With White char color</i>
3	<i>Blue Backlight</i>	12C
4	<i>Display Format</i>	16 Characters x 4 lines
5	<i>Backlight Adjust</i>	<i>Jumper</i>
6	<i>Contrast Adjust</i>	<i>Potentiometer</i>
7	<i>Pcb Size</i>	60mm-99mm

2.2.8. Modul I2C (Inter-Integrated Circuit)

Modul I2C merupakan standar komunikasi dua arah yang menggunakan dua saluran khusus untuk mengirim dan menerima data. Sistem *I2C* terdiri dari dua saluran, yaitu SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*), yang berfungsi untuk mengirimkan data antara *I2C* dan pengontrolnya. Perangkat yang terhubung dengan bus *I2C* dapat berperan sebagai *Master* atau *Slave*. Master bertanggung jawab memulai transfer data di bus *I2C* dengan mengirimkan sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan sinyal Stop, dan mengontrol sinyal clock. Sementara itu, *Slave* adalah perangkat yang dialamatkan oleh master. Gambar fisik dari *I2C* ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 2.7 Modul I2C

2.2.9. Transistor

Transistor adalah sebuah komponen dengan tiga terminal, dimana aliran arus kecil pada terminal *base* dapat mengendalikan arus yang lebih besar antara terminal *collector* dan *emitter*. Terdapat dua jenis transistor yaitu NPN dan PNP, yang memiliki polaritas berbeda. Salah satu karakteristik penting dari transistor adalah nilai penguatan β atau hFE untuk DC. Pada *collector*, arus I_C akan lebih tinggi daripada arus I_B yang diberikan pada base, karena adanya penguatan. Karakteristik ini berguna untuk mengetahui kinerja dari transistor tersebut dan membantu desainer rangkaian dalam memilih transistor yang sesuai.



Gambar 2.8. Komponen Transistor TIP41C

2.2.10. Thingspeak

ThingSpeak adalah sebuah layanan internet yang menyediakan berbagai fasilitas dan layanan untuk pengembangan aplikasi berbasis *Internet of Things (IoT)*.



Gambar 2.9. *ThingSpeak*

Thingspeak adalah Sebuah layanan yang berbasis open source telah dikembangkan untuk menyediakan aplikasi dan API yang memungkinkan penyimpanan dan pengambilan dari berbagai perangkat yang memanfaatkan teknologi IoT untuk mengumpulkan dan mengirim informasi *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) melalui Internet atau LAN *Local Area Network* (LAN). Layanan ini berfungsi sebagai pengumpul data yang menghimpun informasi dari perangkat node serta memberikan kemampuan untuk mengelola dan menganalisis data tersebut. tersebut diambil dan dianalisis secara historis dalam lingkungan perangkat lunak [21].

Fitur dari *Thingspeak* :

1. *Device status messages*
2. *Real-time data collection*
3. *Data visualizations*
4. *Data processing*
5. *Geolocation data*
6. *Open API*
7. *Plugins* [21].

2.2.11. Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep dimana semua objek di dunia nyata dapat saling berkomunikasi sebagai bagian dari satu sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. Salah satu tantangan utama dalam *IoT* adalah data yang diperoleh dari perangkat elektronik diolah melalui antarmuka antara pengguna dan peralatan tersebut. Sensor-sensor mengumpulkan data fisik mentah dari situasi real-time dan mengkonversikannya menjadi format mesin yang dapat dengan mudah ditukar dalam berbagai format data.

Dalam implementasinya, *Internet of Things* (IoT) juga memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi, menemukan, melacak, dan memonitor objek, serta secara otomatis dan dalam waktu nyata memicu peristiwa yang terkait. Pengembangan dan penerapan teknologi internet, komputer, serta teknologi *informasi dan komunikasi* (TIK) lainnya, telah memberikan dampak yang sangat penting dalam berbagai aspek masyarakat, kehidupan pribadi. termasuk manajemen ekonomi, manajemen sosial, dan bahkan operasi produksi [22]