

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler STM32F4 Discovery

Mikrokontroler STM32F4 Discovery adalah salah satu jenis prosesor ARM. Fitur yang terdapat pada Mikrokontroler STM32F4 Discovery membantu kita dalam mengembangkan aplikasi dengan cepat dan mudah karena rangkaian ini memiliki segala sesuatu yang diperlukan dalam mengaplikasikan suatu program.

Keunggulan dari perangkat Mikrokontroler STM32F4 Discovery ini adalah:

- a. Dirancang untuk kinerja dan transfer data yang cepat:

ART Accelerator, 32 bit, 7 lapisan matriks AHB bus dengan 7 master dan 8 slave termasuk 2 blok dari SRAM, Multi DMA controller, 2 general purpose, 1 untuk USB HS, 1 untuk ethernet, Satu blok SRAM difungsikan untuk inti, menyediakan kinerja setara dengan eksekusi tanpa waktu tunggu dari flash.

- b. Efisiensi daya:

Power yang dinamis, RTC $<1 \mu\text{A}$ khas dalam mode VBAT, 3,6 V ke 1,7 V VDD, Voltage regulator dengan kemampuan skala terkontrol, memberikan fleksibilitas tambahan untuk mengurangi konsumsi daya baik pengolahan tinggi dan kinerja daya rendah pada saat tegangan rendah.

- c. Integrasi maksimal hingga 1 Mbyte dari on-chip flash memory, 192 Kbytes SRAM, RC internal PLLs, WLCSP paket yang tersedia, menyediakan lebih banyak fitur dalam ruang.

- d. Peripheral unggul yang mana data dapat terhubung dan berkomunikasi dengan kecepatan tinggi dan lebih presisi.

2.1.1 Fitur-Fitur Utama Microkontroler STM32F4 Discovery

Microkontroler STM32F4 Discovery dengan nama lengkap STM32F407VGT6 memiliki beberapa fitur, yaitu:

1. Microkontroler STM32F407VGT6 memiliki prosesor inti 32-bit ARM Cortex-M4F, 1 MB Flash, 192 KB RAM dalam paket LQFP100.
2. ST-LINK/V2 terpasang dengan mode pelihan sakelar untuk digunakan sebagai standalone ST-LINK/V2 (dengan konektor SWD untuk pemrograman dan debugging).
3. Power supply disediakan oleh PC melalui kabel USB, atau dengan catu daya 5V eksternal, D1 dan D2 dioda melindungi pin 5V dan 3V dari tegangan eksternal:
 - 5V dan 3V dapat digunakan sebagai tegangan output ketika aplikasi lain terhubung ke pin P1 dan P2. Dalam hal ini, 5V dan pin 3V memberikan 5V atau 3V power supply dan konsumsi daya harus lebih rendah dari 100 mA.
 - 5V juga dapat digunakan sebagai tegangan masukan ketika konektor USB tidak terhubung ke PC. Dalam hal ini, STM32F407 harus didukung oleh unit power supply atau dengan peralatan bantu yang memenuhi standar EN-60950-1: 2006 + A11 / 2009, dan harus Safety Extra Low Voltage (SELV) dengan kemampuan daya yang terbatas.

4. Sensor gerak (ST MEMS LIS302DL atau LIS3DSH). Dua versi yang berbeda dari sensor gerak yang tersedia on the board tergantung versi PCB. LIS302DL on the board MB997B (PCB revisi B) dan LIS3DSH on the board MB997C (PCB rev C). LIS302DL atau LIS3DSH keduanya ini termasuk element penginderaan dan interface IC yang mampu memberikan kecepatan ukur dengan dunia luar melalui I2C / SPI interface serial.
5. On board audio capability, STM32F407 yang menggunakan DAC audio (CS43L22) outputnya melalui konektor mini jack audio. STM32F407 mengontrol DAC audio melalui interface I2C dan memproses sinyal digital melalui koneksi I2S atau sinyal analog input.
 - a. Suara bisa datang secara independen dari input yang berbeda:
 - mikrofon ST MEMS (MP45DT02): digital menggunakan protokol PDM atau analog saat menggunakan low pass filter.
 - Konektor USB dari storage eksternal seperti kunci USB, HDD USB.
 - b. Suara dapat menjadi output dengan cara yang berbeda melalui DAC audio:
 - Menggunakan protokol I2S.
 - Menggunakan STM32F407 DAC ke analog masukan AIN1x dari CS43L22.
 - Menggunakan output mikrofon langsung melalui low pass filter analog masukan AIN4x dari CS43L22.
6. Eight LEDs:

- a. LD1 COM: Status LD1 default adalah merah. LD1 berubah menjadi hijau untuk menunjukkan bahwa komunikasi yang berlangsung antara PC dan ST-LINK.
- b. LD2 PWR (red) sebagai indikator tegangan.
- c. LD3 (orange) sebagai indikator ketika LED terhubung ke I / O PD13 dari STM32F407.
- d. LD4 (green) sebagai indikator ketika LED terhubung ke I / O PD12 dari STM32F407.
- e. LD5 (red) sebagai indikator ketika LED terhubung ke I / O PD14 dari STM32F407.
- f. LD6 (blue) sebagai indikator ketika LED terhubung ke I / O PD15 dari STM32F407.
- g. USB LD7 LED hijau sebagai indikator ketika VBUS ada pada CN5 dan terhubung ke PA9 dari STM32F407.
- h. USB LD8: LED merah sebagai indikator ketika arus dari VBUS dari CN5 dan terhubung ke I / O PD5 dari STM32F407.

7. USB OTG

STM32F407 menggunakan USB OTG untuk transfer dengan kecepatan penuh. USB konektor micro AB (CN5) memungkinkan pengguna untuk menghubungkan host atau perangkat komponen, seperti USB, mouse, dan sebagainya.

8. Push Buttons

- B1 USER: Push Button User dan tombol Wake-Up terhubung ke I / O PA0 dari STM32F407.
- B2 RESET: Push Button terhubung ke NRST digunakan untuk RESET STM32 F407.

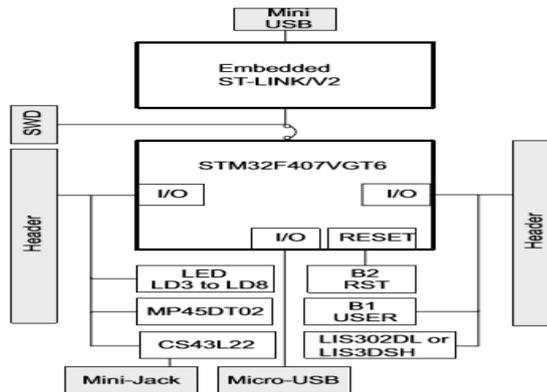
9. Extension header untuk LQFP100 I/O sebagai koneksi cepat ke prototyping board.

10. Jumper JP1 berlabel IDD, memungkinkan konsumsi STM32F407 akan diukur dengan menghapus jumper dan menghubungkan ammeter.

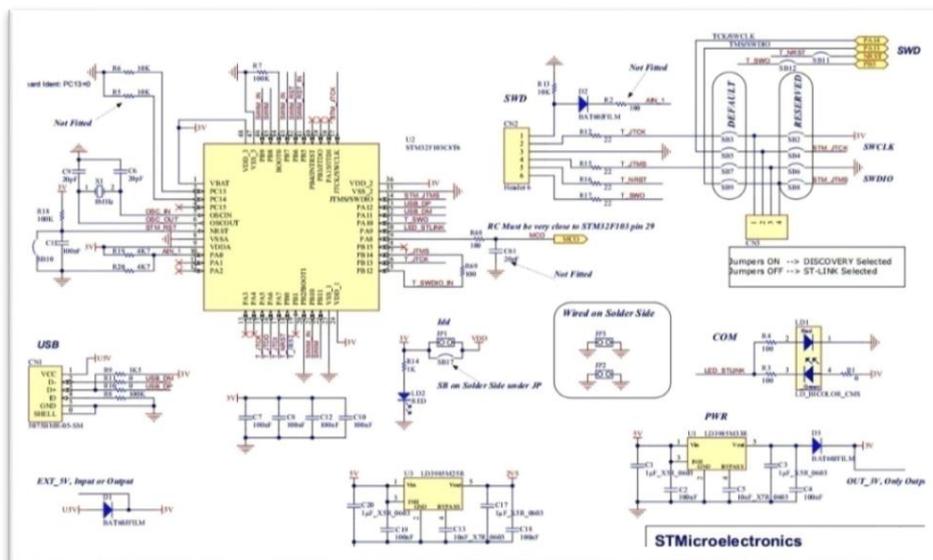
Periferal STM32F407 Discovery terdapat disekitar prosesor mikrokontroler STM32F407VGT6 dalam paket 100-pin LQFP. Gambar 2.2 menunjukkan koneksi STM32F407VGT6 dengan peripheral yaitu STLINK / V2, tombol tekan, LED, Audio DAC, USB, ST MEMS accelerometer, ST MEMS mikrofon, dan konektor (www.st.com).



Gambar 2.1. Board Mikrokontroler STM32F4 Discovery



Gambar 2.2. Hardware Block Diagram



Gambar 2.3. Electrical Schematics

2.2 Motor DC

Motor DC merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan dalam berbagai

fungsi misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Berikut adalah bentuk luar motor DC.



Gambar 2.4 Motor DC

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya, motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur :

1. Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dynamo akan meningkatkan kecepatan.
2. Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaan pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang, seperti peralatan mesin dan rolling mills. Sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya, sebab resiko percikan api pada sikatnya.

2.2.1 Mekanisme Kerja Motor DC

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum sama :

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
2. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran / loop, maka kedua sisi loop yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan gaya pda arah yang berlawanan.
3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar / torque untuk memutar kumparan.

2.2.2 Komponen Utama Motor DC

Sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama:

1. Kutub medan. secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan, kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melitasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.
2. Dinamo. bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke AS penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub,

sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

3. Commutator. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya

Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada ke luaran tenaga putar / torque sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok:

1. Beban torque konstan adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun torque -nya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torque konstan adalah conveyors, rotary kilns, dan pompa displacement konstan.
2. Beban dengan variabel torque adalah beban dengan torque yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variabel torque adalah pompa sentrifugal dan fan (torque bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).
3. Beban dengan energi konstan adalah beban dengan permintaan torque yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.[2]

2.3 LCD (*Liquid Crystal Display*) 4x20

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.¹³ Bentuk fisik dari LCD 20x4 ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Liquid Crystal Display 4x20

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 2.1. Fungsi Pin pada LCD 4x20

PIN FUNCTIONS					
No	Symbol	Function	No	Symbol	Function
1	V _{SS}	GND, 0V	10	DB3	Data Bus
2	V _{DD}	+5V	11	DB4	—
3	V _{EE}	for LCD Drive	12	DB5	—
4	RS	Function Select	13	DB6	—
5	R/W	Read/Write	14	DB7	—
6	E	Enable Signal	15	LEDA	LED Power Supply
7-9	DB0-DB2	Data Bus Line	16	LEDA	

2.3.1 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 select*) 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.

2.3.2 Penulisan Data Register Perintah LCD (*Liquid Cristal Display*)

Penulisan data ke *register* perintah dilakukan dengan tujuan mengatur tampilan LCD, inisialisasi dan mengatur *Address Counter* maupun *Address Data*. Kondisi RS berlogika 0 menunjukkan akses data ke *register* perintah. RW berlogika 0 yang menunjukkan proses penulisan data akan dilakukan. *Nibble* tinggi (bit 7 sampai bit 4) terlebih dahulu dikirimkan dengan diawali pulsa logika 1 pada E *Clock*. Kemudian *Nibble* rendah (bit 3 sampai bit 0) dikirimkan dengan diawali pulsa logika 1 pada E *Clock* lagi. Untuk mode 8 bit *interface*, proses penulisan dapat langsung dilakukan secara 8 bit (bit 7 ... bit 0) dan diawali sebuah pulsa logika 1 pada E *Clock*.

2.3.3 Pembacaan Data Register Perintah LCD (*Liquid Cristal Display*)

Proses pembacaan data pada *register* perintah biasa digunakan untuk melihat status *busy* dari LCD atau membaca *Address Counter*. RS diatur pada logika 0 untuk akses ke *register* perintah, R/W diatur pada logika 1 yang menunjukkan proses pembacaan data. 4 bit *nibble* tinggi dibaca dengan diawali pulsa logika 1 pada E *Clock* dan kemudian 4 bit *nibble* rendah dibaca dengan diawali pulsa logika 1 pada E *Clock*. Untuk Mode 8 bit *interface*, pembacaan 8 bit (*nibble* tinggi dan rendah) dilakukan sekaligus dengan diawali sebuah pulsa logika 1 pada E *Clock*.

2.4 Sensor Warna TCS230

Sensor warna TCS230 adalah sensor warna yang sering digunakan pada aplikasi mikrokontroler untuk pendeteksian suatu object benda atau warna sari object yang dimonitor. Sensor warna TCS230 juga dapat digunakan sebagai sensor gerak, dimana sensor mendeteksi gerakan suatu object berdasarkan

perubahan warna yang diterima oleh sensor. Pada dasarnya sensor warna TCS230 adalah rangkaian photo dioda yang disusun secara matrik array 8x8 dengan 16 buah konfigurasi photodiode yang berfungsi sebagai filter warna merah, 16 photodiode sebagai filter warna biru dan 16 photodiode lagi tanpa filter warna. Sensor warna TCS230 merupakan sensor yang dikemas dalam chip DIP 8 pin dengan bagian muka transparan sebagai tempat menerima intensitas cahaya yang berwarna.



Gambar 2.6 (a) bentuk fisik sensor TCS230 (b) skema pin sensor TCS230

Tabel 2.2. Fungsi Pin Pada Sensor TCS230

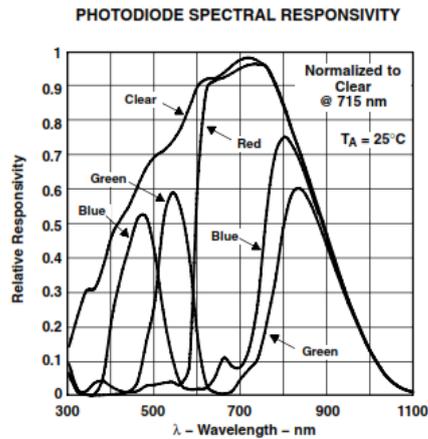
Nama	No Kaki IC	I/O	Fungsi pin
GND	4	-	Sebagai <i>Ground</i> pada power supply
OE	3	I	<i>Output enable</i> , sebagai input untuk frekuensi <i>output</i> skala rendah
OUT	6	O	Sebagai output frekuensi
SO , S1	1,2	I	Sebagai saklar pemilih pada frekuensi output skala Tinggi
S2, S3	7,8	I	Sebagai saklar pemilih 4 kelompok dioda
VDD	5	-	Supply tegangan

2.4.1 Karakteristik Sensor warna TCS230

IC TCS230 dapat dioperasikan dengan *supply* tegangan pada Vdd berkisar antara 2,7Volt – 5,5 volt, dalam pengoperasiannya sensor tersebut dapat dilakukan dengan dua cara :

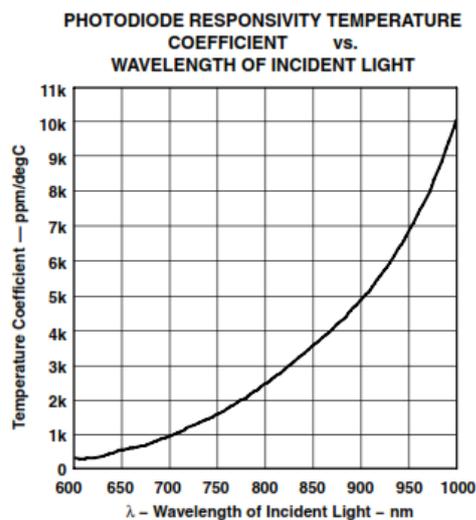
1. Dengan mode *supply* tegangan maksimum, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7volt – 5,5 volt pada sensor warna TCS230.
2. Mode *supply* tegangan minimum , yaitu dengan menyuplai tegangan 0 sampai 0,8.

Sensor warna TCS230 terdiri dari 4 kelompok photodiode, masing – masing kelompok memiliki sensitivitas yang berbeda satu dengan yang lainnya pada respon photodiode terhadap panjang gelombang cahaya yang dibaca, photodiode yang mendeteksi warna merah dan clear memiliki nilai sensitivitas yang tinggi ketika mendeteksi intensitas cahaya dengan panjang gelombang 715 nm, sedangkan pada panjang gelombang 1100 nm photo diode tersebut memiliki nilai sensitivitas yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS230 tidak bersifat linearitas dan memiliki sensitivitas yang berubah terhadap panjang gelombang yang diukur, gambar 2.2 menunjukkan karakteristik photodiode terhadap panjang gelombang cahaya.



Gambar 2.7 Karakteristik sensitivitas dan linearitas photodiode terhadap panjang gelombang cahaya.

Semakin besar temperatur koefisien yang diperoleh dari photodiode, maka semakin jauh panjang gelombang yang dihasilkan oleh sensor, dimana besar atau kecil temperatur koefisien tersebut dipengaruhi oleh keadaan panjang gelombang atau pencahayaan, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS230 memiliki karakteristik panjang gelombang yang linear.



Gambar 2.8 Menunjukkan karakteristik perbandingan antara temperatur koefisien terhadap panjang gelombang.

2.4.2 Prinsip Kerja Sensor Warna TS230

Sensor warna TCS230 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh led *super bright* terhadap objek, pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrik 8x8 photodioda, dimana 64 photo dioda tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna, setiap warna yang disinari led akan memantulkan sinar led menuju photodioda, pantulan sinar tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda – beda tergantung pada warna objek yang terdeteksi, hal ini yang membuat sensor warna TCS230 dapat membaca beberapa macam warna.

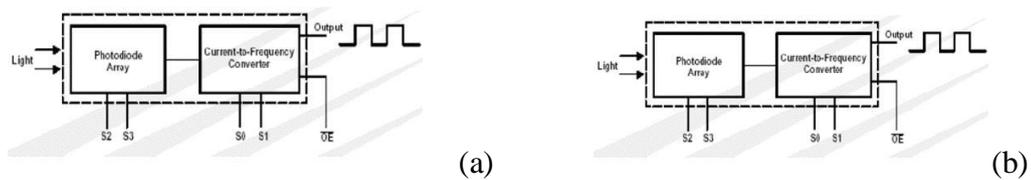
Panjang gelombang dan sinar led yang dipantulkan objek berwarna berfungsi mengaktifkan salah satu kelompok photodioda pada sensor warna tersebut, sehingga ketika kelompok photodioda yang digunakan telah aktif, S2 dan S3 akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menginformasikan warna yang dideteksi. Tabel 2.2 memperlihatkan pemilihan mode pengelompokkan photodioda pembaca warna.

Tabel 2.3 Mode pemilihan photo dioda pembaca warna

S2	S3	Photo dioda
0	0	Merah
0	1	Biru
1	0	Clear(no filter)
1	1	hijau

Saklar terprogram ini akan memilih dengan sendirinya jika salah satu kelompok photo dioda membaca intensitas cahaya terhadap objek yang disensor. Selanjutnya mikrokontroler akan mulai menginisialisasi sensor TCS230, nilai yang dibaca oleh sensor selanjutnya diubah menjadi frekuensi melalui bagian pengubah arus ke frekuensi, dimana pada bagian ini terdapat osilator yang dibangkitkan oleh saklar S0 dan S1 sebagai mode tegangan maksimum dan *output enable* sebagai pembangkit osilator pada mode tegangan minimum (*power down*).

Gambar 2.4 menunjukkan blok diagram fungsional sensor TCS230 dan cara setting skala frekuensi *output* sensor TCS230.



Gambar 2.9 (a) Blok diagram fungsional sensor TSC230 (b) Setting skala frekuensi output sensor TCS230

2.5 Load Cell dan Timbangan

2.5.1 Pengertian Load Cell



Gambar 2.10 Load cell Timbangan

Load Cell merupakan komponen utama pada sistem timbangan digital. Bahkan tingkat ke-akurasian suatu timbangan digital tergantung dari jenis dan tipe Load Cell yang dipakai.

Setiap timbangan harus lulus legalisasi oleh badan Direktorat Metrologi, yaitu suatu badan yang berwenang untuk melegalisasikan atau men-sahkan timbangan melalui sistem TERA. Setiap timbangan diharuskan melakukan TERA maksimal satu tahun sekali, karena semua timbangan dalam proses pemakaiannya pada jangka waktu tertentu akan mengalami deformasi mekanis pada frame timbangan, ini akan berpengaruh terhadap tingkat ke-akurasian dari **loadcell** pada **timbangan**.

Load Cell merupakan sensor berat, apabila Load cell diberi beban pada inti besinya maka nilai resitansi di strain gauge akan berubah. Umumnya Load cell terdiri dari 4 buah kabel, dimana dua kabel sebagai eksitasi dan dua kabel lainnya sebagai sinyal keluaran.

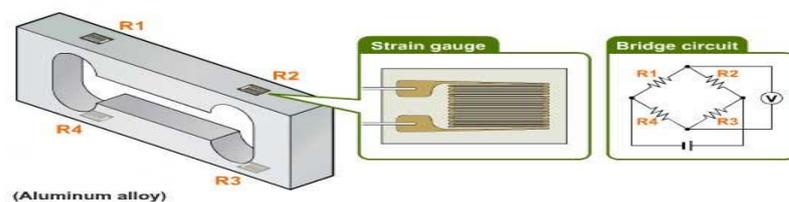
Load Cell adalah alat electromekanik yang biasa disebut Transducer, yaitu gaya yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja, kemudian merubah gaya mekanik menjadi sinyal listrik. Untuk menentukan tegangan mekanis didasarkan pada hasil penemuan Robert Hooke, bahwa hubungan antara tegangan mekanis dan deformasi yang diakibatkan disebut regangan. Regangan ini terjadi pada lapisan kulit dari material sehingga memungkinkan untuk diukur menggunakan sensor regangan atau Strain Gauge.

Load cell terdiri dari beberapa tipe, diantaranya adalah Load Cell Double Ended Beam, Load Cell Single Ended Beam, Load Cell S Beam, Load Cell single Poin. Load cell type canister, dan sebagainya. Load Cell yang paling sederhana adalah Load Cell yang terdiri dari Bending beam dan strain gauge.

Load Cell Bending Beam adalah tipe load cell yang paling banyak digunakan dalam [timbangan](#).

Selama proses penimbangan, beban yang diberikan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada load cell yang mengakibatkan perubahan bentuk secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini (positif dan negatif) di konversikan kedalam sinyal listrik oleh strain gauge (pengukur regangan) yang terpasang pada spring element.

Load cell yang paling sederhana adalah load cell yang terdiri dari bending beam dan strain gauge. Sering kali komponen tersebut dilengkapi dengan elemen tambahan (housing, sealing, dll) untuk melindungi elemen strain gauge.

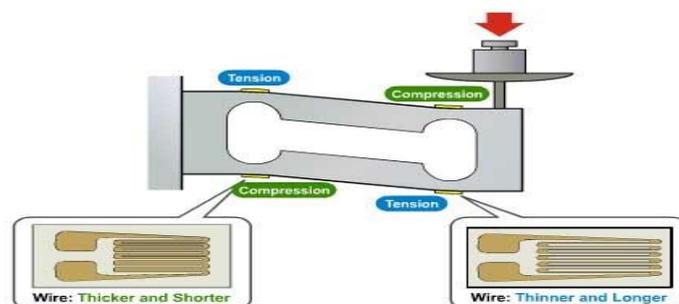


Gambar 2.11 Skema Load cell Timbangan

Strain gauge merupakan konduktor yang diatur dalam pola zigzag pada permukaan sebuah membrane. Ketika membrane tersebut meregang, maka resistansinya akan meningkat.

Strain Gauge merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur berat atau beban dari suatu benda dalam ukuran besar. Sensor strain gauge ini banyak diaplikasikan pada jembatan timbang mobil/truk atau alat ukur berat dalam skala besar. Sensor strain gauge adalah grid metal foil tipis yang dilekatkan pada permukaan dari Load Cell. Apabila Load cell di beri beban, maka terjadi strain dan kemudian ditransmisikan ke foil grid. Tahanan foil grid berubah sebanding dengan strain induksi beban.

Sensor strain gauge pada umumnya adalah tipe metal foil, dimana konfigurasi grid dibentuk oleh proses photoetching. Karena prosesnya sederhana, maka dapat dibuat bermacam-macam ukuran gauge dan bentuk grid. Untuk macam gauge terpendek yang tersedia adalah 0.20mm, dan yang terpanjang 102 mm. Tahanan gauge standar adalah 120 mm dan 350Ω, bahkan untuk keperluan khusus gauge ada juga yang tersedia dengan tahanan 500Ω, 1000Ω dan 10kΩ.



Gambar 2.12 Skema Cara kerja Load cell Timbangan

Load Cell memiliki bermacam-macam karakteristik yang bisa diukur, tergantung pada jenis logam yang dipakai, bentuk load cell, dan ketahanan dari lingkungan sekitar.

Untuk memilih Load Cell yang sesuai dengan kebutuhan anda, penting untuk mengetahui definisi dari parameter berikut :

Calibration : membandingkan output (signal) Load Cell dengan standard

Combined Error : Penyimpangan maksimum, jika ditarik garis lurus diukur pada saat tanpa beban sampai ketika diberikan beban maksimal dan sebaliknya saat beban maksimal sampai pada keadaan tanpa beban. Pengukuran dinyatakan dalam persen terhadap kapasitas maksimal. Biasa disebut juga Non-linearity dan hysteresis.

CREEP : Perubahan sinyal keluaran Load Cell selama pembebanan tidak berubah, dan tidak ada perubahan lingkungan sekitar.

CREEP RECOVERY : Perubahan pengukuran kondisi tanpa beban, setelah beberapa waktu diberikan beban dan kemudian beban dihilangkan.

DRIFT : Perubahan nilai pengukuran saat diberikan beban konstan

ECCENTRIC LOAD : Pembebanan pada area timbangan tapi tidak tepat di titik antar load cell

ERROR : Perbedaan pengukuran dengan beban yang sesungguhnya.

EXCITATION : Tegangan input yang diberikan agar Load Cell bekerja. Pada umumnya Load Cell membutuhkan tegangan excitation 10VDC, tetapi ada juga yang memerlukan 15VDC, 20VDC, dan 25VDC dan ada yang bisa bekerja pada arus AC dan DC.

HYSTERESIS : Penyimpangan maksimum hasil pengukuran dengan beban yang sama. Satu pengukuran dari nol sampai maksimum, pengukuran yang lain dari maksimum sampai nol. Pengukuran histerisis dinyatakan dalam persen terhadap kapasitas maksimum (%FS). Biasanya Histerisis selalu bernilai 0.02%FS, 0.03%FS dan 0.05%FS

INPUT BRIDGE RESISTANCE : Resistansi Input daripada Load Cell. Diukur dengan Ohm meter antara dua titik input atau Excitasi. Biasanya selalu lebih besar dari resistansi Output/sinyal karena adanya resistor kompensasi pada jalur Excitasi.

INSULATION RESISTANCE : Pengukuran resistansi antara sirkuit Load Cell dengan strukturnya. Pengukuran dilakukan dengan tegangan DC.

NON-LINEARITY : Penyimpangan maksimum pada grafik hasil kalibrasi terhadap garis lurus (Ideal) antara tanpa beban dan beban penuh. Dinyatakan dengan persentase terhadap pengukuran pada kapasitas maksimum, hanya diukur dari nol sampai maksimum. Umumnya Non-linearity sebesar 0.025FS dan 0.035FS.

OUTPUT : Sinyal yang dihasilkan oleh load cell dimana output berbanding lurus dengan eksitasi dan beban yang diterapkan. Sinyal output load cell dalam satuan mV/V atau V/A

OUTPUT BRIDGE RESISTANCE : Hambatan keluaran dari Cell. Output Bridge Resistance adalah 3500, 4800, 7000, 7500 dan 10000.

OUTPUT RATE : Tingkat perbandingan antara output tanpa beban dengan output saat ada beban

REPEATIBILITY : Selisih bacaan output maksimum Load Cell untuk beban yang sama dan waktu yang identik.

RESOLUTION : Perubahan terkecil di input mekanis yang menghasilkan perubahan yang terdeteksi dalam sinyal output

SAFE OVERLOAD RATING : Beban maksimum (%) kapasitas beban, yang dapat diterapkan tanpa menghasilkan pergeseran permanen dalam karakteristik kinerja luar yang spesifik.

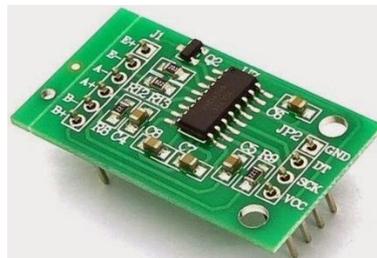
2.6 Modul Penguat HX711

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “AVIA SEMICONDUCTOR”, HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital di industrial control aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan. HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi

dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroller melalui TTL232. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat. HX711 biasanya digunakan pada bidang *aerospace*, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya, digunakan untuk mengukur gaya, gaya tekanan, perpindahan, gaya tarikan, torsi, dan percepatan.

Spesifikasinya adalah sebagai dibawah berikut :

- *Differential input voltage: $\pm 40\text{mV}$ (Full-scale differential input voltage $\pm 40\text{mV}$)*
- *Data accuracy: 24 bit (24 bit A / D converter chip.)*
- *Refresh frequency: 80 Hz*
- *Operating Voltage : 5V DC*
- *Operating current : <10 mA*
- *Size: 38mm*21mm*10mm*



Gambar 2.13. Modul Penguat HX711

2.7 Keil Uvision5

Keil Uvision5 adalah bahasa pemrograman yang tidak berbayar (*freeware*), digunakan untuk melakukan pemrograman yang untuk mikrokontroler ARM cortex Cortex M0, M3 dan M4. *Keil Uvision5* ini menggunakan bahasa C yang merupakan bahasa yang umum digunakan dalam bahasa pemrograman. selain itu *Keil Uvision5* menawarkan fitur-fitur menarik sebagai sebuah IDE, seperti adanya komponen (atau library), code completion dan lain-lain.



Gambar 2.14 *Keil Uvision5*

2.6 Alarm

Alarm secara umum dapat didefinisikan sebagai bunyi peringatan atau pemberitahuan. Dalam istilah jaringan, alarm dapat juga didefinisikan sebagai pesan berisi pemberitahuan ketika terjadi penurunan atau kegagalan dalam penyampaian sinyal komunikasi data ataupun ada peralatan yang mengalami kerusakan (penurunan kinerja). Pesan ini digunakan untuk memperingatkan operator atau administrator mengenai adanya masalah (bahaya) pada jaringan. Alarm memberikan tanda bahaya berupa sinyal, bunyi, ataupun sinar.

Fungsi dari *alarm* sendiri adalah memberitahukan apabila terjadi bahaya dan kerusakan ataupun kejadian yang tidak diharapkan pada jaringan melalui sinyal sehingga memberikan peringatan secara jelas agar dapat diantisipasi.



Gambar 2.15 Alarm

2.7 Sensor Photodiode

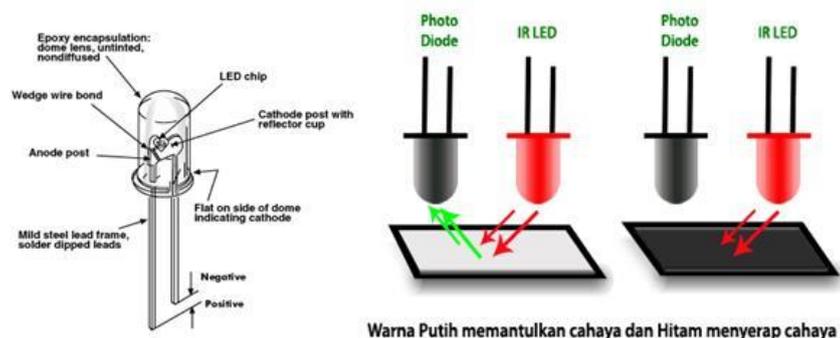
Sensor yang dapat digunakan untuk pembuatan alat pemilah dan penghitung barang adalah photodiode. Supaya dapat digunakan sebagai sensor, maka photodiode dibias reverse. Cara kerja dari photodiode, resistansinya berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima olehnya, karena sebenarnya suatu photon dapat mendorong elektron bebas untuk menyebrangi persambungan pn junction, dan menyebabkan arus untuk mengalir.

Photodiode, dapat disebut sebagai salah satu dari komponen sensor. Sensor yaitu suatu komponen yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisika kedalam bentuk sinyal listrik, di mana sensor itu merupakan bagian dari transducer. Photodiode adalah diode sambungan p-n yang secara khusus dirancang untuk mendeteksi cahaya dan terdapat lapisan intrinsik antara lapisan p dan n. Piranti yang memiliki lapisan intrinsik disebut pin atau PIN photodiode. Photodiode dirancang beroperasi pada mode bias

mundur. Arus bocor bias mundur meningkat dengan peningkatan level cahaya.

Pada LED atau laser, anak panah menunjuk ke luar, sementara pada photodiode, anak panah menunjuk ke dalam, itu artinya photodiode menerima cahaya, dan resistansinya berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima olehnya, karena sebenarnya suatu photon dapat mendorong elektron bebas untuk menyebrangi persambungan pn junction, dan menyebabkan arus untuk mengalir.

Cahaya diserap di daerah penyambungan atau daerah intrinsik menimbulkan pasangan elektron-hole yang mengalami perubahan karakteristik listrik ketika energi cahaya melepaskan pembawa muatan dalam bahan itu, sehingga menyebabkan perubahan konduktivitas. Hal ini menyebabkan photodiode menghasilkan tegangan/ arus listrik jika terkena cahaya.[7]



Gambar 2.16. Gambar Sensor Photodiode

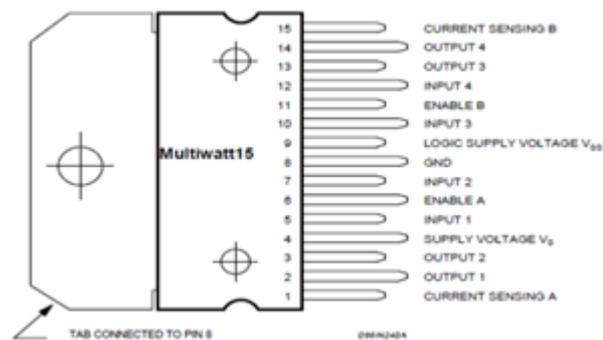
2.8 Driver Motor DC

Motor DC tidak dapat dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler, karena kebutuhan arus listrik yang besar pada motor DC sedangkan arus keluaran pada mikro sangat kecil. *Driver* motor merupakan pilihan alternatif yang harus digunakan untuk mengendalikan motor DC pada media. Ada beberapa *driver* motor yang sering digunakan pada aplikasi robotika, yaitu menggunakan rangkaian H-Bridge transistor, H-Bridge MOSFET, dan IC driver motor. Pada tulisan ini saya akan coba membuat tentang rangkaian IC driver motor L298 dan H-bridge Mosfet. Tapi sebelum ke rangkaian driver motor DC saya akan membahas sedikit tentang motor DC.[14]

Motor DC adalah suatu piranti elektronik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada aplikasi robotika pergerakan robot beroda umumnya menggunakan motor DC sebagai alat penggerakannya, karena jenis motor ini lebih mudah untuk dikendalikan. Kecepatan yang dihasilkan oleh motor DC berbanding lurus dengan potensial yang diberikan. Pengaturan arah putaran motor dilakukan dengan mengubah arah polaritas yang mengalir melalui motor.

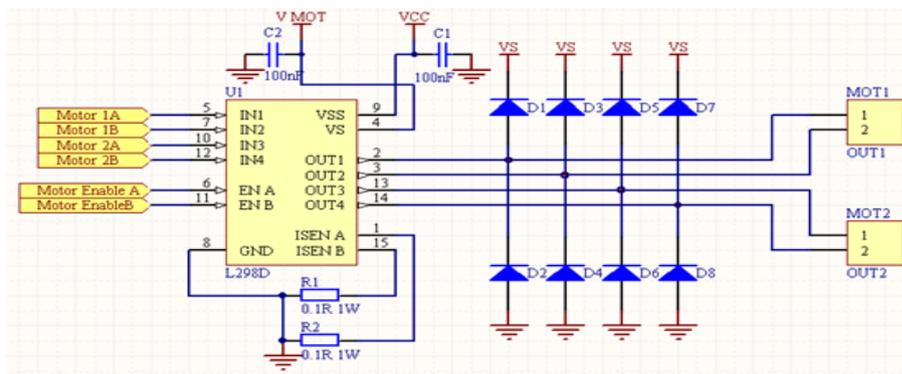
Kecepatan motor DC dapat diatur dengan beberapa cara, yaitu dengan mengatur fluks medan, dengan mengatur tahanan jangkar, dan dengan mengatur tegangan sumber. Cara yang ketiga ini merupakan pengaturan yang sering digunakan karena penggunaannya yang relatif mudah (Zuhal, 2004). Pengaturan tegangan sumber biasanya menggunakan

metode PWM (*Pulse Width Modulation*). Driver motor yang mudah digunakan yaitu menggunakan IC driver motor DC seperti L293D atau L298N. IC driver motor yang akan dibahas yaitu L298 hal ini dikarenakan kemampuan IC tersebut yang lebih baik dibandingkan IC L293D [8]. Gambar IC driver motor L298.



Gambar 2.17. IC Driver motor L298

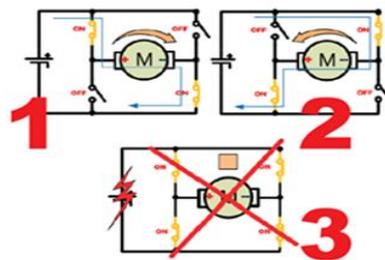
L298 adalah driver motor berbasis H-Bridge, mampu menangani beban hingga 4A pada tegangan 6V – 46V. Dalam chip terdapat dua rangkaian H-Bridge. Selain itu driver ini mampu mengendalikan 2 motor sekaligus dengan arus beban 2 A. berikut gambar rangkaian driver motor L298.



Gambar 2.18. Rangkaian driver motor L298

Rangkaian *driver* motor yang terlihat pada Gambar 2.13 untuk *output* motor DC digunakan dioda, hal ini ditujukan agar *driver* motor dapat menahan arus balik yang datang dari motor DC. *Input driver* motor berasal dari mikrokontroler utama, untuk MOT 1A dan MOT 1B untuk menggerakkan motor 1, ENABLE 1 untuk mengatur kecepatan motor 1 menggunakan PWM, selanjutnya untuk MOT 2A dan MOT 2B untuk menggerakkan motor 2, ENABLE 2 untuk mengatur kecepatan motor 2 menggunakan PWM.

Secara konsep rangkaian ini terdiri dari 4 saklar yang tersusun sedemikian rupa sehingga memungkinkan motor dapat teraliri arus dengan arah yang berkebalikan. Yaitu searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam. Pada rangkaian driver motor ini, saklar-saklar tersebut digantikan oleh transistor atau MOSFET yang dikerjakan pada daerah saturasi dan cut-off (Switch). Berikut cara kerja dari H-Bridge motor.



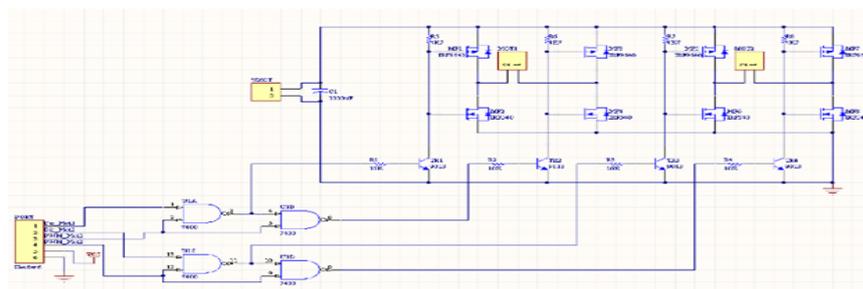
Gambar 2.19. Cara kerja H-Bridge

Dari Gambar diatas berikut H-Bridge bekerja:

1. Ketika S1 dan S4 tertutup (diagonal) dan lainnya terbuka maka arus akan mengalir dari batery ke kutub positif motor kemudian keluar ke kutub negatif motor, makamotor akan berputar kearah kanan.

2. Ketika S2 dan S3 tertutup (diagonal) dan lainnya terbuka, maka arus akan mengalir sebaliknya, motor juga akan berputar ke arah sebaliknya.
3. Jika semua saklar tertutup, maka motor akan berhenti, dan jika ini diteruskan maka akan menyebabkan rangkaian menjadi "short circuit".

Dari penjelasan diatas berikut gambar rangkaian H-bridge menggunakan MOSFET.



Gambar 2.20. Driver Motor MOSFET

Dari Rangkaian diatas hanya menggunakan 1 pin direction untuk memutar motor yaitu jika diberi logika low (0) maka arahnya CCW dan sebaliknya jika logika high (1) maka arahnya CW. Untuk mosfet yang saya gunakan adalah tipe *p-channel* dan tipe *n-channel* yaitu IRF 9540 dan IRF 540. Mosfet yang digunakan memiliki rating tegangan dan arus 100 V dan 23 A untuk IRF9540 (*p-channel*) serta 100 V dan 33 A untuk IRF540 (*n-channel*).