



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Literatur

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan studi literatur yang merupakan pencarian referensi-referensi dari teori yang bersangkutan dengan judul, baik dari buku, jurnal maupun dari sumber-sumber lain.

Darmana (2010), pada penelitian ini telah dibuat *tachometer* digital dengan menggunakan Mikrokontroler AT89S51. Perancangan *tachometer* digital ini bertujuan digunakan untuk mengukur rpm pada sepeda motor dengan tampilan menggunakan *sevent segment*. Kekurangan yang didapat dari penelitian ini adalah tachometer yang dibuat masih melakukan sistem kontak ke *spindle* motor.

Nitin (2013), pada penelitian ini juga membuat *tachometer* digital dengan menggunakan Mikrokontroler AT89C2051 dan tampilan menggunakan *sevent segment*, yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penambahan fitur *wireless*. Kekurangan yang didapat dari penelitian ini adalah untuk sensor pada *tachometer* ini masih melakukan sistem kontak ke *spindle* motor.

Peter (2014), pada penelitian membuat *tachometer* digital dengan menggunakan mikrokontroler ATMEGA16 dan tampilan berupa LCD. Perbedaan penelitian ini dengan yang sebelumnya adalah adanya penambahan *buzzer* yang digunakan sebagai *alarm* dan akan aktif apabila kecepatan motor lebih dari 29 rps. Kekurangan yang didapat dari penelitian ini adalah tachometer yang dibuat tidak bersifat *portable*.

Berdasarkan referensi dari penelitian sebelumnya yang dijabarkan diatas, ternyata beberapa referensi masih merancang tachometer dengan sistem kontak ke *spindle* motor, tidak *portable* dan juga belum ada yang memiliki fitur output berupa tegangan analog. Tegangan analog tersebut berguna untuk diukur dan dibandingkan dengan output pada tampilan lcd, sehingga apabila terjadi *error* ataupun kesalahan pembacaan pada lcd, dapat diketahui dengan melakukan pengukuran tegangan outputnya. Oleh karena itu penulis tertarik untuk merancang *tachometer* digital yang bersifat *contactless*, *portable* dan menambahkan rangkaian DAC untuk menghasilkan output berupa tegangan analog (Vout).



2.2. Sensor dan Tranduser

2.2.1. Definisi Sensor dan Tranduser

Sensor dan Tranduser merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor akan sangat menentukan kinerja dari sistem pengaturan secara otomatis. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah besaran fisis tertentu menjadi besaran listrik yang siap untuk dikondisikan ke elemen berikutnya. Sensor dapat dianalogikan sebagai sepasang mata manusia yang bertugas membaca atau mendeteksi data/informasi yang ada disekitar. D Sharon, dkk (1982), mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Contohnya antara lain yaitu, kamera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (*Light Dependent Resistance*) sebagai sensor cahaya, dan lainnya.

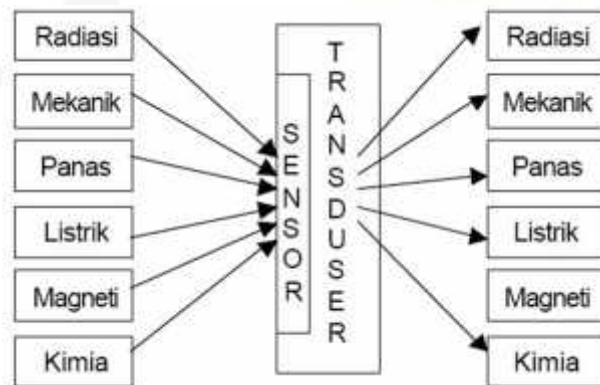
Tranduser berasal dari kata “*traducere*” dalam bahasa latin yang berarti mengubah sehingga tranduser dapat didefinisikan sebagai suatu piranti yang dapat mengubah suatu energi ke bentuk energi lain. Sedangkan William D.C, (1993), mengatakan tranduser adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya”. Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, optik (radiasi) atau thermal (panas). Contohnya saja yaitu generator adalah tranduser yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik, motor adalah tranduser yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik, dan sebagainya.

Tranduser adalah sebuah alat yang mengubah satu bentuk daya menjadi bentuk daya lainnya untuk berbagai tujuan termasuk pengubahan ukuran atau informasi (misalnya, sensor tekanan). Tranduser bisa berupa peralatan listrik, elektronik, elektromekanik, elektromagnetik, *fotonik*, atau *fotovoltaik*. Dalam pengertian yang lebih luas, tranduser kadang-kadang juga didefinisikan sebagai suatu peralatan yang mengubah suatu bentuk sinyal menjadi bentuk sinyal lainnya. Contoh yang umum adalah pengeras suara (audio speaker), yang mengubah beragam *voltase* listrik yang berupa musik atau pidato, menjadi vibrasi mekanis. Contoh lain adalah mikrofon, yang mengubah suara kita.

Suatu definisi mengatakan “tranduser adalah sebuah alat yang bila digerakkan oleh energi didalam sebuah sitem transmisi, menyalurkan energi dalam bentuk yang sama atau

dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi kedua”. Transmisi kedua ini bisa listrik, mekanik, kimia, optik (radiasi) atau termal (panas).

Sebagai contoh, definisi transduser yang luas ini mencakup alat-alat yang mengubah gaya atau perpindahan mekanis menjadi sinyal listrik. Alat-alat ini membentuk kelompok transduser yang sangat besar dan sangat penting yang lazim ditemukan dalam instrumentasi industri; dan ahli instrumentasi terutama berurusan dengan jenis pengubahan energi ini. Banyak parameter fisis lainnya (seperti panas, intensitas cahaya, kelembaban) juga dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan transduser. Transduser-transduser ini memberikan sebuah sinyal keluaran bila dirangsang oleh sebuah masukan yang bukan mekanis; sebuah transmistor bereaksi terhadap variasi temperatur sebuah fotosel bereaksi terhadap perubahan intensitas cahaya, sebuah berkas elektron terhadap efek-efek magnetik, dan lain-lain. Namun dalam semua hal, keluaran elektris yang diukur menurut metoda standar memberikan besarnya besaran masukan dalam bentuk ukuran elektris analog.



Gambar 2.1. Gambaran umum masukan keluaran
(Sumber : Sumisjo, Elektronika Praktis)

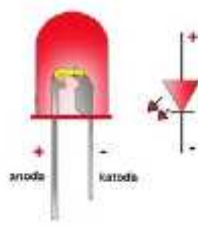
2.2.2. Komponen Terkait

2.2.2.1. Light Emitting Diode (LED)

Light Emitting Diode (LED) adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (*forward bias*). LED dapat memancarkan cahaya karena menggunakan *dopping galium, arsenic* dan *phosphorus*. Jenis doping yang berbeda tersebut dapat menghasilkan cahaya dengan warna yang berbeda. LED merupakan salah satu jenis dioda, sehingga hanya akan mengalirkan arus listrik satu arah saja. LED akan memancarkan cahaya apabila diberikan tegangan listrik dengan konfigurasi *forward bias*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya tanpa izin tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya tanpa izin dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2. Bentuk dan Simbol Fisik LED
(Sumber: Sumisjo, Elektronika Praktis)

Berbeda dengan dioda pada umumnya, kemampuan mengalirkan arus pada LED (*Light Emitting Diode*) cukup rendah. Led memiliki karakteristik berbeda-beda menurut warna yang dihasilkan. Semakin tinggi arus yang mengalir pada led maka semakin terang pula cahaya yang dihasilkan, namun perlu diperhatikan bahwa besarnya arus yang diperbolehkan pada tegangan tertentu harus sesuai dengan karakter warna yang dihasilkan led. Apabila arus yang mengalir pada led lebih besar maka led mudah terbakar. Untuk menjaga agar LED tidak terbakar perlu kita gunakan resistor sebagai penghambat arus.

2.2.2.2. *Light Emitting Diode (LED) Infra Red*

LED Infra merah (*Infra Red*) adalah sebuah benda padat penghasil cahaya, yang mendekati/menghasilkan spektrum cahaya infra merah. LED Infra merah menghasilkan panjang gelombang yang sama dengan yang biasa diterima oleh photodetektor silikon. Oleh karena itu LED infra merah bisa dipasangkan dengan *Phototransistor* dan *Photodiode*.



Gambar 2.3. LED Infra merah 3mm
(Sumber : www.sparkfun.com)

Karakteristik dari LED Infra merah:

1. Bisa dipakai dalam waktu yang sangat lama.
2. Membutuhkan daya yang kecil.
3. Pemancaran panjang gelombangnya menyempit.
4. Tidak mudah panas.
5. Bisa digunakan dalam jarak yang lebar.
6. Harga murah.

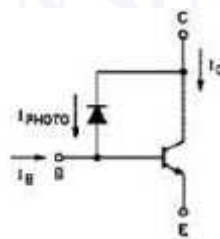
2.2.2.3. Phototransistor

Phototransistor merupakan transistor yang dirancang untuk menangkap cahaya dan dirakit dalam sebuah kemasan transparan. Kepekaan phototransistor jauh lebih baik daripada photodiode karena phototransistor telah memiliki penguat terintegrasi. Cahaya yang diterima menimbulkan arus pada daerah basis dari phototransistor, dan menghasilkan penguatan arus mulai dari seratus hingga beberapa ribu kali.

Phototransistor menjadi populer untuk aplikasi yang hanya memiliki power optikal beberapa ratus nanowatt karena kemudahan pemakaian, murah dan kompatibel dengan level tegangan TTL. Meskipun begitu, phototransistor memiliki kekurangan dibandingkan dengan photodiode. Bandwidth frekuensi dan linearitasnya relatif terbatas serta respon spektrumnya berada antara 350 nm hingga 1100 nm. Selain itu, banyak variasi sensitifitas untuk masing-masing komponen dan sedikit pilihan kemasan standar.

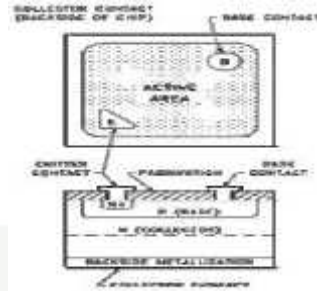
a. Karakteristik Phototransistor

Rangkaian ekuivalen untuk phototransistor adalah terdiri dari sebuah photodiode yang outputnya diumpankan ke basis sebuah transistor sinyal kecil. Berdasarkan model tersebut maka wajar jika phototransistor menunjukkan karakteristik diode maupun transistor. Karakteristik arus dan tegangan sebuah phototransistor mirip seperti transistor NPN, dengan pengecualian bahwa cahaya masuk menggantikan arus basis.



Gambar 2.4. Rangkaian Phototransistor
(Sumber : Malvino, Prinsip-prinsip Elektronika)

Struktur phototransistor (gambar 2) sangat mirip dengan photodiode. Pada kenyataannya, junction kolektor-basis sebuah phototransistor dapat dipakai seperti photodiode dengan hasil yang cukup memuaskan. Perbedaan utama strukturnya adalah bahwa phototransistor memiliki dua junction sedangkan photodiode hanya memiliki sebuah junction saja.



Gambar 2.5. Struktur Phototransistor
(Sumber : Malvino, Prinsip-prinsip Elektronika)

b. Respon Spektrum

Output sebuah phototransistor tergantung pada panjang gelombang dari cahaya yang masuk. Phototransistor bereaksi terhadap cahaya dengan range spektrum panjang gelombang yang lebar mulai dari spektrum mendekati ultraviolet, melewati spektrum cahaya tampak hingga mendekati spektrum inframerah. Tanpa filter optik, respon puncak berada disekitar spektrum inframerah (sekitar 840 nm). Respon puncak ini berada pada nilai panjang gelombang yang lebih pendek daripada photodiode tipikal. Hal tersebut karena junction difusi sebuah phototransistor terbentuk pada epitaksial dan bukan pada wafer silikon.

Phototransistor akan bereaksi pada lampu fluorescent ataupun sumber cahaya umum namun menunjukkan efisiensi kopel cahaya yang lebih baik ketika dipasangkan dengan LED inframerah. Standar LED inframerah adalah GaAs (940 nm) dan GaAlAs (880 nm).

c. Sensitifitas

Untuk level iluminasi sumber cahaya yang diberikan, output sebuah phototransistor ditentukan oleh area yang terbuka pada junction kolektor-basis dan arus penguatan DC transistor. Junction kolektor-basis phototransistor berfungsi sebagai photodiode yang menghasilkan arus photon yang diumpan pada basis bagian transistor. Kondisi tersebut sama halnya seperti photodiode yang memperbesar region basis dan melipatgandakan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



jumlah arus photon yang dihasilkan. Arus photon ini (I_p) dikuatkan oleh penguat arus DC transistor.

Sesuai karakteristik transistor, nilai hFE tidaklah konstan melainkan berubah-ubah tergantung arus basis, tegangan bias dan temperatur. Pada level cahaya yang rendah, penguatan mulai dengan nilai yang kecil kemudian naik sesuai dengan peningkatan intensitas cahaya hingga puncak penguatan dicapai. Setelah mencapai nilai puncak, peningkatan intensitas cahaya akan diikuti dengan turunnya penguatan.

d. Linieritas

Tidak seperti photodiode yang outputnya linear terhadap cahaya yang masuk mencapai iluminasi cahaya 7 sampai 9 dekade, Arus kolektor (I_c) sebuah phototransistor adalah linear untuk iluminasi 3 sampai 4 dekade. Alasan utama atas keterbatasan ini adalah karena Penguatan DC (hFE) phototransistor fungsi perubahan arus kolektor (I_c) yang berubah tergantung oleh arus basis yang berupa arus cahaya yang masuk.

e. Tegangan Saturasi Kolektor-Emitor

Saturasi adalah kondisi ketika kedua junction emitor-basis dan kolektor basis sebuah phototransistor menjadi terbias maju. Dari sudut pandang praktis tegangan saturasi, $V_{CE(SAT)}$, adalah parameter yang menunjukkan betapa dekatnya photodetektor mendekati kondisi switch tertutup karena $V_{CE(SAT)}$ adalah tegangan jatuh pada detektor ketika kondisinya ON.

f. Dark Current (I_D)

Ketika phototransistor ditempatkan dalam gelap dan tegangan diberikan pada kolektor ke emitor, sejumlah arus tertentu akan mengalir. Arus ini disebut *dark current* (I_D). Arus ini terdiri dari arus bocor junction basis emitor yang dikalikan dengan penguatan arus DC (*gain*) transistor. Keberadaan arus ini mencegah phototransistor menjadi dianggap benar-benar "OFF", atau menjadi saklar ideal yang terbuka. *Dark current* ditentukan sebagai arus kolektor yang diijinkan mengalir pada tegangan uji kolektor-emitor. *Dark current* merupakan sebuah fungsi nilai tegangan kolektor-emitor dan suhu lingkungan.

g. Tegangan Breakdown (VBR)

Phototransistor harus dibias dengan benar agar dapat bekerja dengan baik. Tegangan yang diberikan pada phototransistor harus diperhatikan agar tidak melebihi tegangan breakdown kolektor-emitor (V_{BRCEO}) maupun tegangan breakdown

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



emitor-kolektor (VBRECO). Melebihi tegangan ini akan mengakibatkan kerusakan pada phototransistor. Nilai tipikal untuk VBRCEO berkisar mulai dari 20 V hingga 50 V dan nilai tipikal untuk berkisar antara 4 V hingga 6 V.

h. Kecepatan Respon

Kecepatan respon sebuah phototransistor didominasi hampir secara keseluruhan oleh kapasitansi junction kolektor-basis dan nilai resistor beban. Dominasi ini berkaitan dengan Efek Miller yang mengalikan nilai time constant RC dengan penguatan arus phototransistor. Aturan tersebut berlaku untuk alat yang mempunyai area aktif yang sama, semakin tinggi penguatan oleh phototransistor, makin rendah kecepatan responnya.

Sebuah phototransistor memerlukan sejumlah waktu tertentu untuk bereaksi terhadap perubahan intensitas cahaya yang tiba-tiba. Waktu respon ini biasanya dinyatakan dengan nilai rise time (t_R) dan fall time (t_F) (t_R adalah waktu yang dibutuhkan output untuk naik dari 10% menjadi 90% pada nilai on-state-nya, dan t_F adalah waktu yang dibutuhkan output untuk turun dari 90% menjadi 10% pada nilai *on state* nya).

2.3. Mikrokontroler

2.3.1. Penjelasan Umum

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi didalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler adalah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas.

Tidak seperti sistem komputer yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi, mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk suatu aplikasi tertentu saja dan hanya satu program saja yang dapat disimpan. Perbedaan lainnya terletak pada perbandingan RAM dan ROM. Pada sistem komputer perbandingan RAM lebih besar daripada ROM, artinya program-program pengguna disimpan dalam ruang RAM yang relatif besar, sedangkan antarmuka perangkat keras disimpan pada ruang ROM yang kecil. Pada mikrokontroler sendiri memiliki kondisi terbalik dengan sistem komputer, ROM lebih besar daripada RAM, artinya program kontrol disimpan dalam ROM yang ukurannya



relatif lebih besar, sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk register-register yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan.

Kelebihan menggunakan sistem dengan mikrokontroler adalah :

- a. Penggerak pada mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman *assembly* dengan berpatokan pada kaidah digital dasar sehingga pengoperasian sistem menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem. Desain bahasa *assembly* ini tidak menggunakan begitu banyak syarat penulisan bahasa pemrograman seperti huruf besar dan huruf kecil untuk bahasa *assembly* tetap diwajibkan.
- b. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan sistem kontrol sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem.
- c. Sistem *running* bersifat berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer, sedangkan parameter komputer hanya digunakan untuk download perintah intruksi atau program. Langkah-langka untuk download dengan mikrokontroler sangat mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak perintah.
- d. Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem.
- e. Harga untuk memperoleh alat ini lebih murah dan mudah didapat.

2.3.2. Arduino Mega 2560

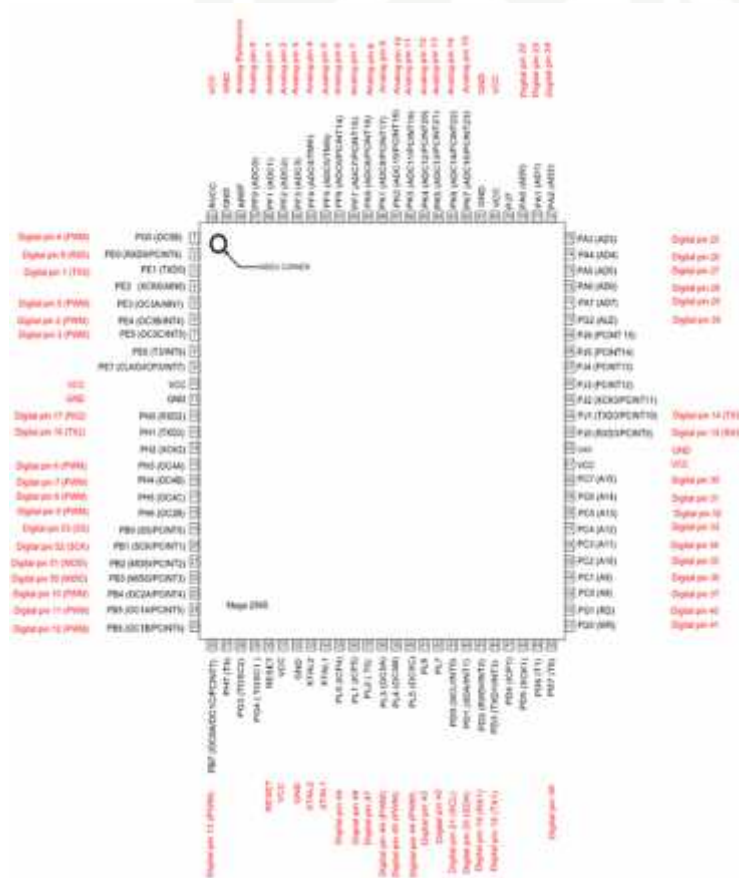
Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560). Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega.



Gambar 2.6. Arduino Mega 2560
(Sumber : www.arduino.cc)

2.3.2.1. Pemetaan PIN

Dibawah ini gambar dan penjelasan pemetaan pin ATmega2560 dengan Arduino Mega 2560:



Gambar 2.7. Pemetaan pin ATmega2560 dengan Arduino Mega2560
(Sumber : www.arduino.cc)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.1. Keterangan Pemetaan PIN

Nomor Pin	Nama Pin	Peta Nama Pin
1	PG5 (OC0B)	Digital pin 4 (PWM)
2	PE0 (RXD0/PCINT8)	Digital pin 0 (RX0)
3	PE1 (TXD0)	Digital pin 1 (TX0)
4	PE2 (XCK0/AIN0)	
5	PE3 (OC3A/AIN1)	Digital pin 5 (PWM)
6	PE4 (OC3B/INT4)	Digital pin 2 (PWM)
7	PE5 (OC3C/INT5)	Digital pin 3 (PWM)
8	PE6 (T3/INT6)	
9	PE7 (CLKO/ICP3/INT7)	
10	VCC	VCC
11	GND	GND
12	PH0 (RXD2)	Digital pin 17 (RX2)
13	PH1 (TXD2)	Digital pin 16 (TX2)
14	PH2 (XCK2)	
15	PH3 (OC4A)	Digital pin 6 (PWM)
16	PH4 (OC4B)	Digital pin 7 (PWM)
17	PH5 (OC4C)	Digital pin 8 (PWM)
18	PH6 (OC2B)	Digital pin 9 (PWM)
19	PB0 (SS/PCINT0)	Digital pin 53 (SS)
20	PB1 (SCK/PCINT1)	Digital pin 52 (SCK)
21	PB2 (MOSI/PCINT2)	Digital pin 51 (MOSI)
22	PB3 (MISO/PCINT3)	Digital pin 50 (MISO)
23	PB4 (OC2A/PCINT4)	Digital pin 10 (PWM)
24	PB5 (OC1A/PCINT5)	Digital pin 11 (PWM)
25	PB6 (OC1B/PCINT6)	Digital pin 12 (PWM)
26	PB7 (OC0A/OC1C/PCINT7)	Digital pin 13 (PWM)
27	PH7 (T4)	
28	PG3 (TOSC2)	
29	PG4 (TOSC1)	
30	RESET	RESET
31	VCC	VCC
32	GND	GND
33	XTAL2	XTAL2
34	XTAL1	XTAL1
35	PL0 (ICP4)	Digital pin 49
36	PL1 (ICP5)	Digital pin 48
37	PL2 (T5)	Digital pin 47

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



38	PL3 (OC5A)	Digital pin 46 (PWM)
39	PL4 (OC5B)	Digital pin 45 (PWM)
40	PL5 (OC5C)	Digital pin 44 (PWM)
41	PL6	Digital pin 43
42	PL7	Digital pin 42
43	PD0 (SCL/INT0)	Digital pin 21 (SCL)
44	PD1 (SDA/INT1)	Digital pin 20 (SDA)
45	PD2 (RXDI/INT2)	Digital pin 19 (RX1)
46	PD3 (TXDI/INT3)	Digital pin 18 (TX1)
47	PD4 (ICP1)	
48	PD5 (XCK1)	
49	PD6 (T1)	
50	PD7 (T0)	Digital pin 38
51	PG0 (WR)	Digital pin 41
52	PG1 (RD)	Digital pin 40
53	PC0 (A8)	Digital pin 37
54	PC1 (A9)	Digital pin 36
55	PC2 (A10)	Digital pin 35
56	PC3 (A11)	Digital pin 34
57	PC4 (A12)	Digital pin 33
58	PC5 (A13)	Digital pin 32
59	PC6 (A14)	Digital pin 31
60	PC7 (A15)	Digital pin 30
61	VCC	VCC
62	GND	GND
63	PJ0 (RXD3/PCINT9)	Digital pin 15 (RX3)
64	PJ1 (TXD3/PCINT10)	Digital pin 14 (TX3)
65	PJ2 (XCK3/PCINT11)	
66	PJ3 (PCINT12)	
67	PJ4 (PCINT13)	
68	PJ5 (PCINT14)	
69	PJ6 (PCINT 15)	
70	PG2 (ALE)	Digital pin 39
71	PA7 (AD7)	Digital pin 29
72	PA6 (AD6)	Digital pin 28
73	PA5 (AD5)	Digital pin 27
74	PA4 (AD4)	Digital pin 26
75	PA3 (AD3)	Digital pin 25
76	PA2 (AD2)	Digital pin 24

- a. Penguji hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Penguji tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



77	PA1 (AD1)	Digital pin 23
78	PA0 (AD0)	Digital pin 22
79	PJ7	
80	VCC	VCC
81	GND	GND
82	PK7 (ADC15/PCINT23)	Analog pin 15
83	PK6 (ADC14/PCINT22)	Analog pin 14
84	PK5 (ADC13/PCINT21)	Analog pin 13
85	PK4 (ADC12/PCINT20)	Analog pin 12
86	PK3 (ADC11/PCINT19)	Analog pin 11
87	PK2 (ADC10/PCINT18)	Analog pin 10
88	PK1 (ADC9/PCINT17)	Analog pin 9
89	PK0 (ADC8/PCINT16)	Analog pin 8
90	PF7 (ADC7)	Analog pin 7
91	PF6 (ADC6)	Analog pin 6
92	PF5 (ADC5/TMS)	Analog pin 5
93	PF4 (ADC4/TMK)	Analog pin 4
94	PF3 (ADC3)	Analog pin 3
95	PF2 (ADC2)	Analog pin 2
96	PF1 (ADC1)	Analog pin 1
97	PF0 (ADC0)	Analog pin 0
98	AREF	Analog Reference
99	GND	GND
100	AVCC	VCC

(Sumber : www.arduino.cc)

2. Dilarang mengutip, mengarang atau menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



2.3.2.2. Spesifikasi

Dibawah ini spesifikasi sederhana dari Arduino Mega 2560:

Tabel 2.2. Spesifikasi sederhana Arduino Mega 2560

Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Operasi	5V
Input Voltage (disarankan)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 (yang 15 pin digunakan sebagai output PWM)
Pins Input Analog	16
Arus DC per pin I/O	40 Ma
Arus DC untuk pin 3.3V	50 Ma
Flash Memory	256 KB (8 KB digunakan untuk bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

(Sumber : www.arduino.cc)

2.3.2.3. Sumber Daya

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER.

Papan Arduino ATmega2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

UIN Suska Riau | Faculty of Education | Department of Educational Technology | Dr. H. Kasim Rian



Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- a. **VIN** : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- b. **5V** : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.
- c. **3V3** : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- d. **GND** : Pin Ground atau Massa.
- e. **IREF** : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

2.3.2.4. Memori

Arduino ATmega 2560 memiliki 256 KB flash memory untuk menyimpan kode (yang 8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

2.3.2.5. Input Output

Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Arduino Mega beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang terputus secara default) sebesar 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

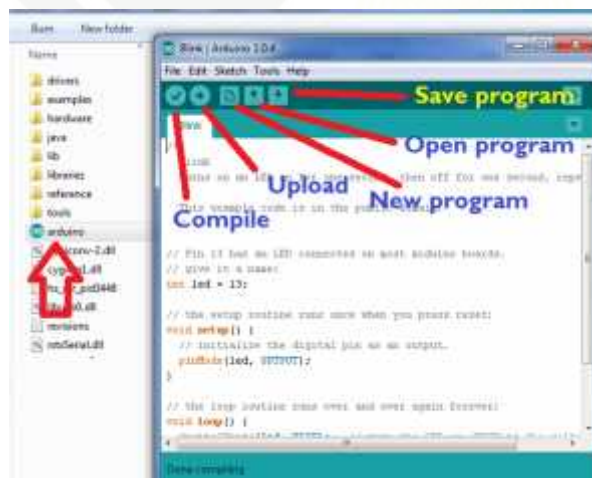
- **Serial** : 0 (RX) dan 1 (TX); **Serial 1** : 19 (RX) dan 18 (TX); **Serial 2** : 17 (RX) dan 16 (TX); **Serial 3** : 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan

berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer, untuk sistem operasi Windows masih tetap memerlukan file inf, tetapi untuk sistem operasi OS X dan Linux akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1).

Sebuah perpustakaan *Software Serial* memungkinkan untuk komunikasi serial pada salah satu pin digital Mega2560. ATmega2560 juga mendukung komunikasi TWI dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Wire digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus TWI. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

2.3.2.7. Pemograman

Arduino memiliki bahasa pemrograman tersendiri yaitu bahasa arduino, merupakan pengembangan dari bahasa C yang disederhanakan dan dipermudah dengan *libraries*. Untuk meng-*compile* dan meng-*upload* program ke board arduino dapat menggunakan software Arduino IDE(*Integrated Development Environment*).



Gambar 2.8. Contoh skema Software Arduino beserta contoh program
(Sumber : www.arduino.cc)

2.3.2.8. Reset (Software) otomatis

Daripada menekan tombol reset sebelum upload, Arduino Mega 2560 didesain dengan cara yang memungkinkan Anda untuk me-reset melalui perangkat lunak yang berjalan pada komputer yang terhubung. Salah satu jalur kontrol hardware (DTR) mengalir dari ATmega8U2/16U2 dan terhubung ke jalur reset dari ATmega 2560 melalui kapasitor 100 nanofarad. Bila jalur ini di-set rendah/*low*, jalur reset drop cukup lama untuk me-reset



chip. Perangkat lunak Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan Anda meng-upload kode dengan hanya menekan tombol upload pada perangkat lunak Arduino. Ini berarti bahwa *bootloader* memiliki rentang waktu yang lebih pendek, seperti menurunkan DTR dapat terkoordinasi (berjalan beriringan) dengan dimulainya upload.

Pengaturan ini juga memiliki implikasi lain. Ketika Mega 2560 terhubung dengan komputer yang menggunakan sistem operasi Mac OS X atau Linux, papan Arduino akan di-reset setiap kali dihubungkan dengan software komputer (melalui USB). Dan setengah detik kemudian atau lebih, *bootloader* berjalan pada papan Mega 2560. Proses reset melalui program ini digunakan untuk mengabaikan data yang cacat (yaitu apapun selain meng-upload kode baru), serta akan memotong dan membuang beberapa bit pertama dari data yang dikirim ke papan setelah sambungan dibuka. Jika sebuah sketsa dijalankan pada papan untuk menerima satu kali konfigurasi atau menerima data lain ketika pertama kali dijalankan, pastikan bahwa perangkat lunak diberikan waktu untuk berkomunikasi dengan menunggu satu detik setelah terkoneksi dan sebelum mengirim data.

Mega 2560 memiliki trek jalur yang dapat dipotong untuk menonaktifkan fungsi auto-reset. Pad di kedua sisi jalur dapat dihubungkan dengan disolder untuk mengaktifkan kembali fungsi auto-reset. Pad berlabel “RESET-EN”. Anda juga dapat menonaktifkan auto-reset dengan menghubungkan resistor 110 ohm dari 5V ke jalur reset.

2.3.2.9. Perlindungan Beban berlebih pada USB

Arduino Mega2560 memiliki *polyfuse* reset yang melindungi port USB komputer dari hubungan singkat dan arus lebih. Meskipun pada dasarnya komputer telah memiliki perlindungan internal pada port USB mereka sendiri, sekring memberikan lapisan perlindungan tambahan. Jika arus lebih dari 500 mA dihubungkan ke port USB, sekring secara otomatis akan memutuskan sambungan sampai hubungan singkat atau overload dihapus/dibuang.

2.3.2.10. Karakteristik Fisik dan Kompatibilitas Shield

Maksimum panjang dan lebar PCB Mega 2560 adalah 4 x 2.1 inch (10,16 x 5,3 cm), dengan konektor USB dan jack power menonjol melampaui batas dimensi. Empat lubang sekrup memungkinkan papan terpasang pada suatu permukaan atau wadah. Perhatikan bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 mil (0.16”), tidak seperti pin lainnya dengan kelipatan genap berjarak 100 mil. Arduino Mega 2560 dirancang agar kompatibel dengan sebagian shield yang dirancang untuk Arduino Uno, Arduino Diecimila atau Arduino Duemilanove. Pin Digital 0-13 (pin AREF berdekatan dan pin GND), input

analog 0 sampai 5, header power, dan header ICSP berada di lokasi yang ekuivalen. Selanjutnya UART utama (port serial) terletak di pin yang sama (0 dan 1), seperti pin interupsi eksternal 0 dan 1 (masing-masing pada pin 2 dan 3). SPI di kedua header ICSP yaitu Mega 2560 dan Duemilanove/Diecimila. Harap dicatat bahwa pin I2C tidak terletak pada pin yang sama pada Mega pin (20 dan pin 21) seperti halnya Duemilanove/Diecimila.

2.4. LCD

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 (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

LCD adalah 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.



Gambar 2.9. Contoh bentuk LCD ukuran 2 x 16
(Sumber : www.lcd-module.de)



Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Mikrokontroler pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan mikrokontroler internal LCD adalah :

- a. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- b. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- c. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register kontrol yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah :

- a. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- b. Register Data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

- a. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- b. Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukkan data.

- c. Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
- d. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- e. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 K ohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

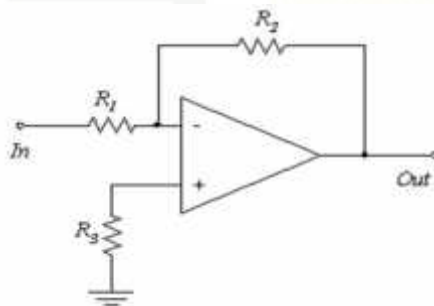
2.5. DAC

2.5.1. Teori Dasar

Merupakan rangkaian penjumlah op-amp (*summing amplifier*) yang dapat digunakan untuk menyusun suatu konverter D/A dengan memakai sejumlah hambatan masukan yang diberi bobot dalam deret biner.

2.5.2. Penguat Inverting

Merupakan rangkaian yang memiliki ciri khusus yaitu sinyal keluaran memiliki beda fasa sebesar 180.



Gambar 2.10. Rangkaian Penguat Inverting
(Sumber : Didik Hariyanto, *Digital to Analog Converter*)

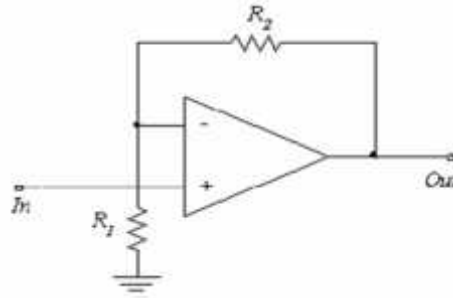
Untuk penguatan rangkaian penguat inverting adalah berdasarkan persamaan :

$$V_{out} = -V_{in}(R_2/R_1) \quad (2.1)$$

(Sumber : Didik Hariyanto, *Digital to Analog Converter*)

2.5.3. Penguat Non Inverting

Merupakan rangkaian yang memiliki ciri khas yaitu sinyal keluaran (*output*) sefasa dengan sinyal masukan (*input*).



Gambar 2.11. Rangkaian Penguat Non Inverting
(Sumber : Didik Hariyanto, *Digital to Analog Converter*)

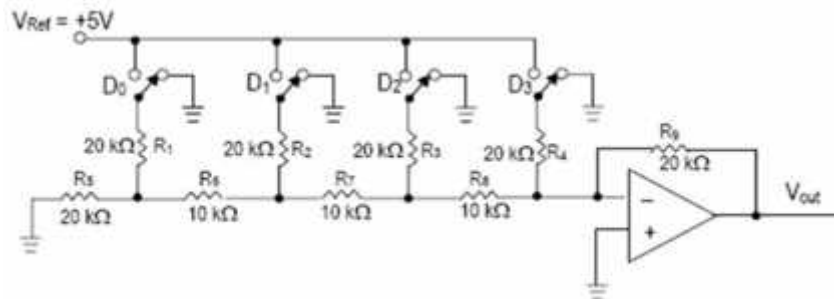
Untuk penguatan rangkaian penguat non inverting adalah berdasarkan persamaan :

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) \quad (2.2)$$

(Sumber : Didik Hariyanto, *Digital to Analog Converter*)

2.5.4. R/2R Ladder DAC

Salah satu metode konversi *Digital to Analog* adalah R/2R Ladder. Metode ini banyak digunakan dalam IC-IC DAC. Pada rangkaian R/2R Ladder, hanya ada dua nilai resistor yang diperlukan, yang dapat diaplikasikan untuk IC DAC dengan resolusi 8, 10, atau 12 bit.

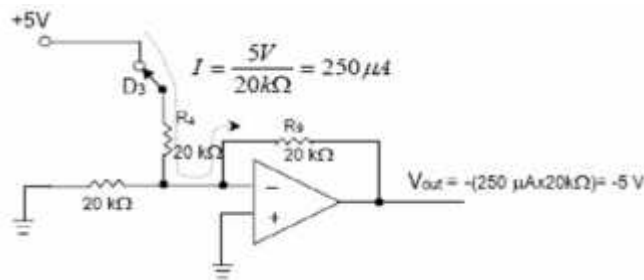


Gambar 2.12. Rangkaian R/2R Ladder DAC
(Sumber : Didik Hariyanto, *Digital to Analog Converter*)

Prinsip kerja dari rangkaian R/2R Ladder adalah informasi digital 4 bit masuk ke *switch* D₀ sampai D₃. *Switch* ini mempunyai kondisi “1” (sekitar 5 V) atau “0” (sekitar 0 V). Dengan mengatur *switch* akan menyebabkan perubahan arus yang mengalir melalui R₉ sesuai dengan nilai ekivalen binernya. Sebagai contoh, jika D₀ = 0, D₁ = 0, D₂ = 0, D₃ = 1, maka R₁ akan paralel dengan R₅ menghasilkan 10 k . Selanjutnya 10 k ini seri dengan R₆ = 10 k menghasilkan 20 k . 20 k ini paralel dengan R₂ menghasilkan 10 k , dan seterusnya sampai R₇, R₃, dan R₈. Rangkaian ekivalennya ditunjukkan pada gambar 2.13.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

V_{out} yang dihasilkan dari kombinasi *switch* ini adalah -5V. Nilai kombinasi dan hasil konversinya ditunjukkan pada tabel 2.3.



Gambar 2.13. Rangkaian Ekuivalen R/2R Ladder DAC
(Sumber : Didik Hariyanto, *Digital to Analog Converter*)

Untuk mendapatkan V_{out} analog dari rangkaian R/2R Ladder DAC diatas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_{out} = (-V_{ref}(R_9/R)) * ((D_0/16)+(D_1/8)+(D_2/4)+(D_1/2)) \quad (2.3)$$

(Sumber : Didik Hariyanto, *Digital to Analog Converter*)

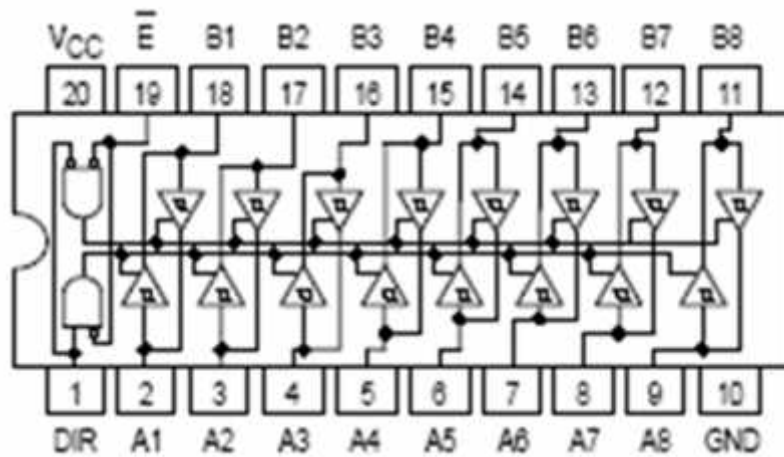
Tabel 2.3. Konversi dari nilai digital ke nilai analog berdasarkan rangkaian gambar 2.13

D_3	D_2	D_1	D_0	$V_{out} (-V)$
0	0	0	0	0.000
0	0	0	1	0.625
0	0	1	0	1.250
0	0	1	1	1.875
0	1	0	0	2.500
0	1	0	1	3.125
0	1	1	0	3.750
0	1	1	1	4.375
1	0	0	0	5.000
1	0	0	1	5.625
1	0	1	0	6.250
1	0	1	1	6.875
1	1	0	0	7.500
1	1	0	1	8.125
1	1	1	0	9.750
1	1	1	1	9.375

2.5.5. IC 74LS245

IC 74LS245 atau biasa disingkat dengan IC 74245 adalah IC *buffer* 8 bit 2 arah (*Bidirectional*) yang dapat digunakan sebagai masukan dan keluaran pada kaki yang sama.

IC 74245 memiliki tiga kondisi yaitu masukan, keluaran dan pengunci, dimana ketiga kondisi tersebut tidak membalikkan keadaan logika pada *input* ke *output*



Gambar 2.14. Gambar bentuk rangkaian pada IC 74LS245
(sumber : in.datasheethome.com)

2.6. Metode Mengukur Kinerja Instrumen Alat Ukur

Instrumen adalah alat ukur yang mempunyai sifat kompleks, yang minimal terdiri atas komponen transduser, pengkondisi sinyal dan unit keluaran analog atau digital. Transduser yang terdiri dari sensor dipakai untuk menangkap adanya perubahan sinyal, pengkondisi sinyal digunakan untuk merubah nilai kekuatan sinyal yang ditangkap, unit keluaran biasa seperti monitor digunakan sebagai penunjuk pengukuran atau sinyal yang diperoleh.

Untuk mendapatkan instrumen yang baik, perlu diketahui kinerja dari instrumen tersebut, adapun beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu instrumen adalah :

a. Pengukuran (*measurement*)

Pengukuran adalah serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menentukan nilai suatu besaran dalam bentuk angka (kuantitatif). Jadi mengukur adalah suatu proses mengaitkan angka secara empirik dan objektif pada sifat-sifat objek atau kejadian nyata sehingga angka yang diperoleh tersebut dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai objek atau kejadian yang diukur.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

i. Koreksi (*correction*)

Koreksi adalah suatu harga yang ditambahkan secara aljabar pada hasil dari alat ukur untuk mengkompensasi penambahan kesalahan sistematis.

j. Ketertelusuran (*traceability*)

Ketertelusuran adalah terkaitnya hasil pengukuran pada standar nasional atau internasional melalui peralatan ukur yang kinerjanya diketahui, standar-standar yang dimiliki laboratorium tempat pengukuran dilakukan dan kemampuan personil laboratorium tersebut.

k. Keandalan (*reliability*)

Keandalan adalah kesanggupan alat ukur untuk melaksanakan fungsi yang diisyaratkan untuk suatu periode yang ditetapkan.

l. Ketidakpastian Pengukuran (*uncertainty*)

Ketidakpastian pengukuran adalah perkiraan atau taksiran rentang dari nilai pengukuran dimana nilai sebenarnya dari besaran objek yang diukur terletak.