

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Perangkat Keras

Perangkat keras merupakan gabungan dari beberapa komponen kecil yang disatukan untuk menjadi suatu perangkat utuh untuk keperluan tertentu dan mengambil data dengan variabel atau parameter yang berbeda, maka di sub bab ini akan dibahas komponen pendukung dalam membangun rangkaian penerapan sistem smart grid dalam instalasi listrik rumah.

2.1.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah sebuah board arduino yang menggunakan IC Mikrokontroler 2560. Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 *digital Input / Output*, 15 buah di antaranya dapat digunakan sebagai *output PWM*, 16 buah *analog input*, 4 UART (*port serial*). Arduino Mega 2560 di lengkapi kristal 16 Mhz, koneksi USB, adaptor listrik, header ICSP, dan tombol reset[7].



Gambar 2.1 Tampilan Arduino Mega 2560 (Sumber :<https://andalanelektro.id/2018/08/mengenal-arduino.html>)

Tabel 2.1 Ringkasan Spesifikasi Arduino MEGA 2560

No	Nama	Keterangan
1.	Mikrokontroler	ATMega2560
2.	Tegangan Operasi	5V
3.	Tegangan <i>Input</i>	7-12V
4.	Batas Tegangan <i>Input</i>	6-20V
5.	Pin <i>Digital I/O</i>	54 (15 pin output PWM)
6.	Pin <i>Analog Input</i>	16 pin
7.	Arus DC per pin I/O	40 Ma
8.	Arus DC pin 3.3V	50 mA
9.	<i>Flash Memory</i>	256 KB (8 KB Bootloader)
10.	SRAM	8 KB
11.	EEPROM	4 KB
12.	<i>16 Clock Speed</i>	17 MHz

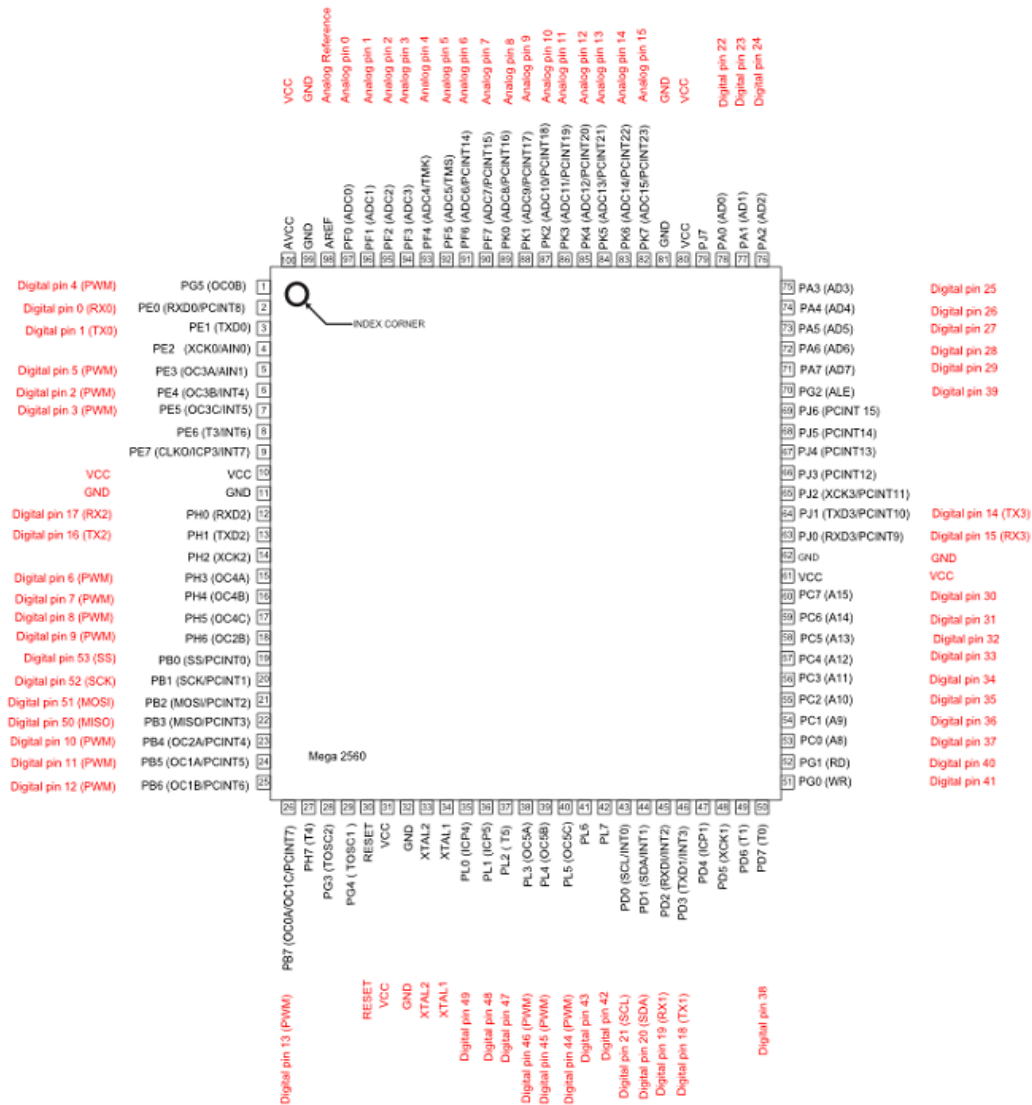
Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (*non-USB*) dapat berasal baik dari *adaptor AC-DC* atau baterai. *Adaptor* dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke *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. Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- **VIN** : *Input* tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai ‘saingan’ tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya).
- **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.
- **3.3V** : 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.
- **GND** : Pin *Ground*.
- **IOREF** : 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.

Arduino ATmega2560 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).



Gambar 2.2 Digital Pin Arduino MEGA 2560

(Sumber: <https://www.theengineeringprojects.com/wp-content/uploads/2018/06/introduction-to-arduino-mega-5.png>)

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 mengirimkan (TX) *data serial* TTL. Pins 0 dan 1 juga terhubung ke pin *chip* ATmega16U2 *Serial USB-to-TTL*.
- **Eksternal Interrupt** : Pin 2 (*interrupt 0*), pin 3 (*interrupt 1*), pin 18 (*interrupt 5*), pin 19 (*interrupt 4*), pin 20 (*interrupt 3*), dan pin 21 (*interrupt 2*). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau berubah nilai.
- **SPI** : Pin 50 (*MISO*), pin 51 (*MOSI*), pin 52 (*SCK*), pin 53 (*SS*). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga terhubung dengan *header ICSP*, yang secara fisik kompatibel dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
- **LED** : Pin 13. Tersedia secara *built-in* pada papan Arduino ATmega2560. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai *HIGH*, maka LED menyala, dan ketika pin diset bernilai *LOW*, maka LED padam.
- **TWI** : Pin 20 (*SDA*) dan pin 21 (*SCL*). Yang mendukung komunikasi *TWI* menggunakan perpustakaan *wire*. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin *TWI* pada Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila.

Arduino Mega2560 memiliki 16 pin sebagai *analog input*, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 *bit* (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* pin ini dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin *AREF* dan fungsi *analogReference()*.

Ada beberapa pin lainnya yang tersedia, antara lain:

- **AREF** : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
- **RESET** : Jalur *LOW* ini digunakan untuk mereset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino.

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. Arduino ATmega328 menyediakan 4 *hardware* komunikasi *serial UART TTL* (5 Volt). Sebuah *chip* ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi *serial* melalui USB dan muncul sebagai *COM Port Virtual* (pada *device* komputer) untuk 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).

2.1.2 Sensor Arus TA12-200

Sensor yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sensor arus jenis Trafo arus (Current Transformer) TA12-200. Trafo arus adalah jenis "transformator instrumen" yang memiliki dua lilitan kawat, lilitan primer dan lilitan sekunder, Trafo arus dirancang untuk menghasilkan arus bolak-balik dalam gulungan sekundernya yang sebanding dengan arus yang diukur dalam primernya (dalam keadaan normal)[2].



Gambar 2.3 Tampilan Sensor Arus TA12-200

(Sumber <https://dx.com/p/keyes-fr4-current-sensor-current-measuring-module-for-arduino-red-2081382.html#.XsYeq2gzbiU>.)

Berikut tabel datashett sensor arus TA12-200.

Tabel 2.2 Datasheet Sensor Arus TA12-200

Item	Min	Normal	Max	Unit
Transformation ratio	-	-	-	-
Input Current	0	-	5	A
Output Current	0	-	2.5	mA
Sampling Resistance	-	800	800	Ω
Sampling Voltage	0	-	2	v
Working Frequency	20	-	20K	HZ
Nonlinear scale	-	-	0.2%	-
Phase Shift	-	-	5'	-
Operating Temperatur	-55	-	85	Celcius
Dielectric strength	-	6	-	KVAC/1min

2.1.3 Sensor ZMPT101B

Sensor ZMPT101B merupakan modul sensor tegangan AC yang menggunakan trafo isolasi dengan rasio tegangan 1:1. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan menurunkan tegangan masukan menggunakan step down transformator, kemudian dengan masuk ke op-amp dan akan didapat nilai keluaran yang stabil tergantung dari nilai masukannya[3]. Pengukuran tegangan AC dapat dilakukan dengan cara dirubah

menjadi DC agar lebih mudah dibaca oleh mikrokontroler. Mikrokontroler yang dilengkapi dengan ADC (Analog to Digital Converter) tidak dapat membaca sinyal negatif, maka dari itu tegangan negatif harus dinaikkan offsetnya menjadi 2,5 V sehingga terdapat perbedaan antara nilai negatif dan positif. Sensor tegangan ZMPT101B telah dilengkapi summing- amplifier sehingga dapat digunakan untuk menaikkan tegangan negatif sehingga baik untuk pengukuran tegangan dengan menggunakan mikrokontroler.



Gambar 2.4 Tampilan Sensor ZMPT101B

(Sumber <https://mybookshelvesweb.wordpress.com/2017/09/17/kalibrasi-sensor-tegangan-ac-zmpt101b/>)

Sensor tegangan ZMPT101B merupakan komponen yang sesuai jika dihubungkan dengan mikrokontroler karena fungsi sinyal yang akurat. Sensor ini dapat digunakan pada tegangan pengoperasian sebesar 250 VAC dan mengeluarkan sinyal analog yang sesuai untuk dikonversikan menjadi sinyal digital oleh mikrokontroler. Sensor ini memiliki 4 pin diantaranya pin 1 dan pin 2 untuk input utama dan pin 3 dan 4 untuk output. Sensor tegangan ZMPT101B memiliki isolasi tegangan sebesar 4000V dan bekerja optimal pada suhu 40C sampai 70C. Berikut merupakan Tabel Spesifikasi sensor tegangan ZMPT101B.

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Tegangan ZMPT101B

Nama	Keterangan
Model	ZMPT101B
Rated input current	2mA
Rated output current	2mA
turns ratio	1000:1000
phase angle error	$\leq 20'$ (input 2mA, sampling resistor 100 Ω)
operating range	0~1000V 0~10mA (sampling resistor 100 Ω)
linearity	$\leq 0.2\%$ (20%dot~120%dot)
Permissible erro	$-0.3\% \leq f \leq +0.2\%$ (input 2mA, sampling resistor 100 Ω)
isolation voltage	4000V
application	voltage and power measurement
Encapsulation	Epoxy
installation	PCB mounting (Pin Length>3mm)
Operating temperature	-40°C~+60°C

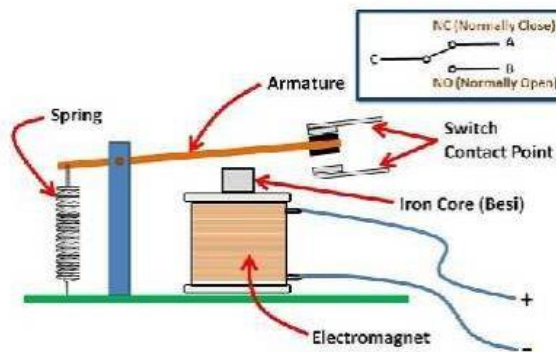
2.1.4 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi . Dalam proyek ini saya menggunakan relay empat channel untuk mengontrol empat buah lampu[6].



Gambar 2.5 Modul Relay 4 channel

Relai dapat digunakan pada saklar (switch) pada rangkaian listrik tegangan tinggi dan juga arus listrik besar yang sesuai dengan spesifikasi relai tersebut. Relai menggunakan logam ferromagnetis yaitu logam yang mudah terinduksi oleh medan elektromagnetis. Logam ferromagnetis menjadi magnet yang bersifat sementara ketika mendapat induksi magnet dari lilitan yang membelit magnet tersebut. Sifat kemagnetan pada logam ferromagnetis akan tetap ada selama kumparan yang melilit dialiri arus listrik, ketika kumparan tidak mendapat suplai arus listrik maka sifat kemagnetan logam menghilang. Berikut merupakan rangkaian dasar relai yang ditunjukkan pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Bentuk Dasar Relai

Dari gambar rangkaian dasar relai di atas dapat dilihat beberapa komponen dasar relai. Berikut merupakan penjelasan dari komponen dasar

relai:

a. Spring

Pegas yang berfungsi untuk menarik tuas ke atas dan ke bawah sesuai dengan sifat kemagnetan ferromagnetik. Jika kemagnetan menghilang maka pegas akan menarik tuas keatas begitu juga sebaliknya.

b. Armature

Tuas logam yang naik turun untuk menutup dan membuka kontak saklar. Tuas akan turun jika tertarik oleh kemagnetan ferromagnetik dan akan naik jika kemagnetannya menghilang.

c. Iron Core

Besi yang dipasang untuk menghindari terjadinya hubungan antara arus listrik dari sumber dengan kontak.

d. Electromagnet

Kabel/kawat lilitan yang melilit logam ferromagnetik yang berfungsi magnet buatan yang sifatnya sementara.

e. Switch Contact Poin

Tempat pergantian hubungan kontak dari NO (Normally Open) menjadi terhubung dan sebaliknya dari NC (Normally Close) menjadi terputus.

2.1.5 Catu Daya

Catu daya memegang peranan yang sangat penting dalam hal perancangan sebuah alat. Penentuan sistem catu daya yang akan digunakan ditentukan oleh dua faktor, diantaranya :

1. Tegangan

Setiap aktuator tidak memiliki tegangan yang sama. Hal ini akan berpengaruh terhadap desain catu daya. Tegangan tertinggi dari salah satu aktuator akan menentukan nilai tegangan catu daya.

2. Arus

Arus memiliki satuan Ah (Ampere hour). Semakin besar Ah, semakin lama daya tahannya bila digunakan pada beban yang sama.

Tanpa adanya masukan daya maka perangkat tidak dapat berfungsi. Begitu juga apabila pemilihan catu daya tidak tepat, maka perangkat tidak dapat bekerja dengan baik.

Pada perancangan alat ini membutuhkan catu daya sebesar 5V DC (*Power Supply 5V DC*) yang dihubungkan dengan tegangan AC (*Alternating Current* atau arus bolak-balik) biasa kita sebut tegangan PLN. Catu daya ini dapat mengeluarkan tegangan DC (*Direct Current* atau arus listrik searah) yang bisa digunakan pada setiap komponen elektronika, tegangan catu daya ini sebesar 5V DC gunanya untuk memberikan tegangan pada Arduino Mega 2560 dan Relay.



Gambar 2.7 Bentuk Catu Daya 5V DC

(Sumber : www.electron.com/5v-dc-switching-power-supply-mean-well-rs-150-24-p56260/)

Tabel 2.4 Spesifikasi Catu Daya 5V DC

No.	Nama	Keterangan
1.	<i>Input</i>	AC 200-240V
2.	<i>Output</i>	3 x DC output, 5V DC 10A atau 240Watt

3.	<i>Setelan Voltase Output</i>	+/-5%
4.	<i>SLA</i>	10%
5.	<i>Efficiency</i>	85%
6.	<i>Casing</i>	Non-waterproof metal casing
7.	<i>Ukuran</i>	20cm x 11cm x 5cm

2.1.6 IC Optocoupler PC817

Optocoupler adalah sebuah komponen semi konduktor atau alat yang terdiri dari LED (*Ligh Emitting Diode*) dan Komponen yang sensitif terhadap cahaya. Biasanya digunakan untuk isolasi rangkaian satu ke rangkaian yang lain nya. Optocoupler juga sering di kenal dengan nama Optical coupler dan opto isolator. Di sebut sebagai Opto isolator karena LED dengan komponen sensitive cahaya terpisah oleh udara, namun dua komponen ini biasa nya di package dalam satu tempat[8]. Dalam tugas akhir ini IC optocoupler PC817 digunakan sebagai pendeteksi kondisi saklar. berikut gambar dari IC optocoupler PC817



Gambar 2.9 IC Optocoupler PC817

Dari Gambar 2.9 IC optocoupler PC817 memiliki 4 buah kaki yang terdiri dari anoda, katoda, emitter dan kolektor. Berikut tabel spesifikasi dari IC optocoupler PC817.

Tabel 2.5 Spesifikasi IC Optocoupler PC817

Nama	Keterangan
Pin Count	4
Manufacturer	Sharp
IRED	1
Forward Current	50mA
Peak Forward Current	1A
Power Dissipation	70mW
Collector Emitter Voltage	80V
Reverse Voltage	6V
Emitter Collector Voltage	6V
Collector current	50mW
Collector Power Dissipation	150mW
Total Power Dissipation	200mW

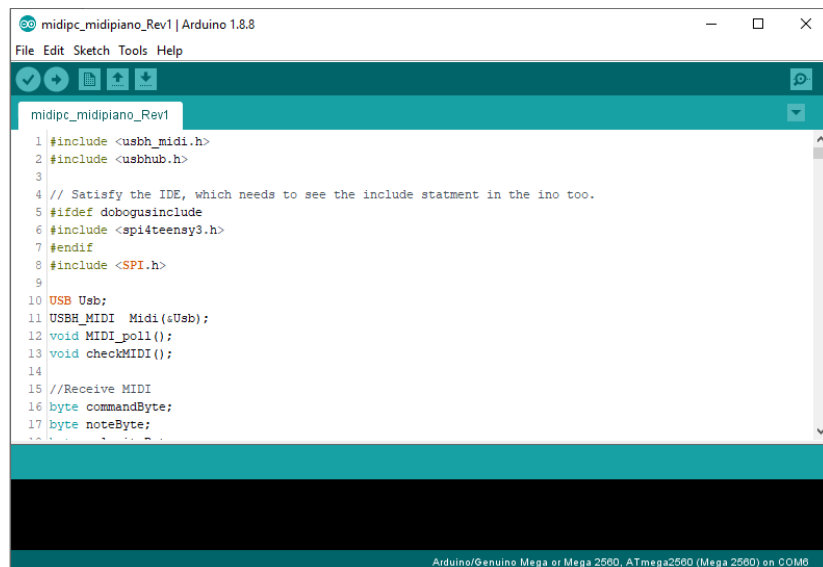
2.2 Perangkat Lunak

2.2.1 Arduino IDE

Software Arduino yang akan digunakan adalah *driver* dan IDE. IDE diciptakan untuk para pemula bahkan yang tidak memiliki *basic* bahasa pemrograman sama sekali karena menggunakan bahasa C++ yang telah dipermudah melalui *library*. IDE Arduino adalah *software* canggih yang ditulis dengan menggunakan bahasa Java. *Software* IDE arduino terdiri dari 3 (tiga) bagian:

1. Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. Listing program pada arduino disebut *sketch*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) menjadi kode biner karena kode biner merupakan bahasa program yang dipahami oleh mikrokontroler.
3. *Uploader*, sebuah modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroler.

Tampilan ketika Arduino IDE pertama kali dijalankan, maka akan menampilkan tampilan seperti berikut.



```
midipc_midipiano_Rev1 | Arduino 1.8.8
File Edit Sketch Tools Help
midipc_midipiano_Rev1
1 #include <usbh_midi.h>
2 #include <usbhub.h>
3
4 // Satisfy the IDE, which needs to see the include statement in the ino too.
5 #ifndef dobogusinclude
6 #include <spi4teensy3.h>
7 #endif
8 #include <SPI.h>
9
10 USB Usb;
11 USBH_MIDI Midi(*Usb);
12 void MIDI_poll();
13 void checkMIDI();
14
15 //Receive MIDI
16 byte commandByte;
17 byte noteByte;
```

Arduino/Genuino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM8

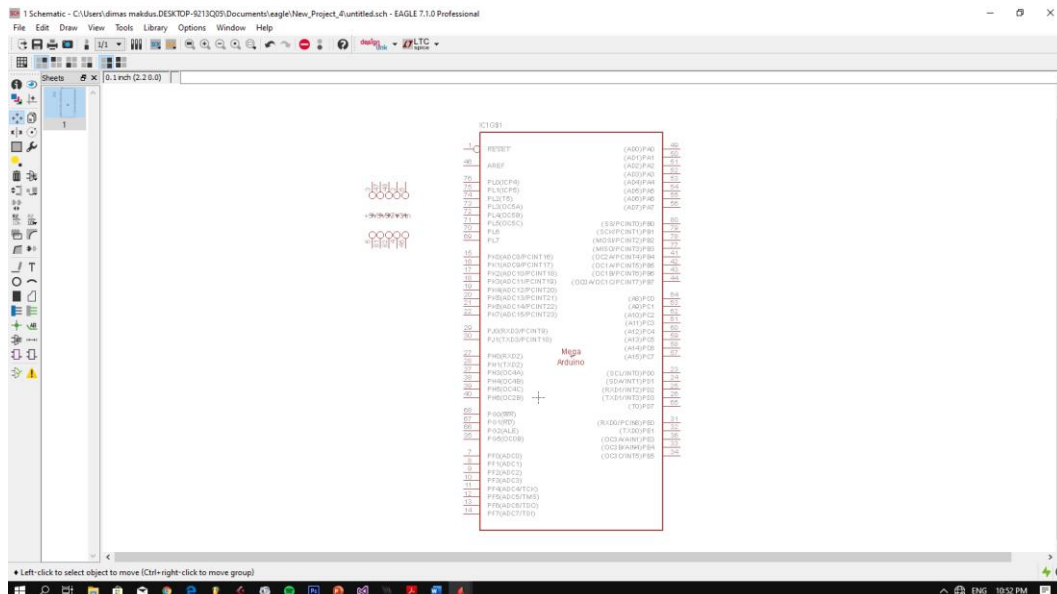
Gambar 2.10 Tampilan editor Arduino IDE

2.2.2 EAGLE

EAGLE (*Easily Applicable Graphical Layout Editor*) adalah perangkat lunak untuk mendesain skematik elektronika agar desain skematik yang dibuat lebih tertata dengan rapi dan mudah dipahami setiap rangkaian maupun komponennya dapat dibuat secara *custom* sesuai kebutuhan. Dengan antarmuka yang cukup umum dapat dilihat pada gambar 2.9. EAGLE menawarkan berbagai kombinasi produk dan memungkinkan setiap pengguna untuk memilih konfigurasi yang dapat memenuhi kebutuhan masing-masing pengguna.



Gambar 2.11 Eagle V 7.3.0.



Gambar 2.12 Tampilan editor desain skematik.

