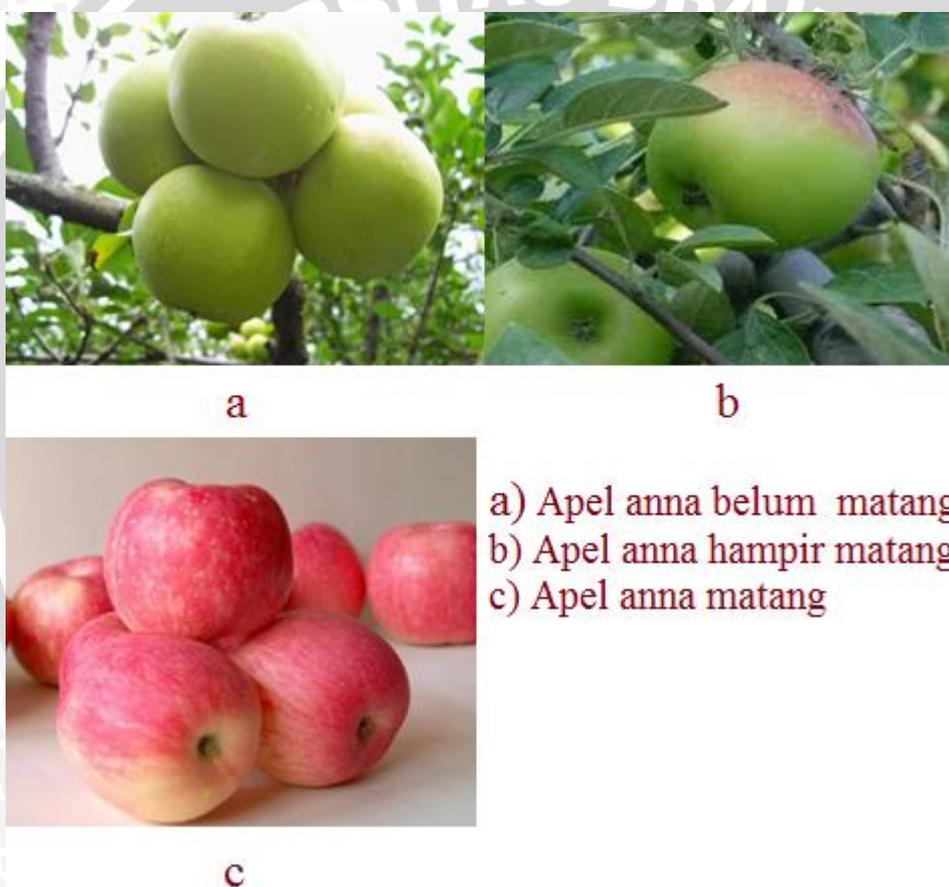


BAB I TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Apel Anna

Apel Anna (*Malus domestica*) merupakan salah satu jenis buah apel yang sampai saat ini menjadi primadona di Kota Batu. Jika matang berwarna merah rata sedangkan jika belum matang apel memiliki warna hijau, buah ini sering dikatakan mirip dengan apel *import*. Jika baru dipetik, Apel ini memiliki rasa lebih asam daripada apel malang lainnya. Namun setelah dibiarkan selama 3-4 hari, rasanya menjadi manis dengan aroma apel yang tajam. Daging buahnya terasa masir, namun padat dan tidak seperti apel impor. Kandungan air yang dimiliki Apel Anna banyak.



Gambar 2.1 Apel Anna

Sumber : <https://bibiteksotic.id/>

Selama ini standar mutu yang berlaku untuk apel berdasarkan berat, ukuran dan jumlah per kilogramnya, terdiri 4 *grade* yaitu *Grade A* = 15.90% (3-4 buah/kg), *Grade B* = 45.20% (5-7 buah/kg), *Grade C* = 29.60% (8-10 buah/kg) dan *Grade D* = 7.00% (11-15

buah/kg). Buah apel yang berukuran sangat kecil (*krill*) dan *broken/cacat/rusak* tidak dimasukkan dalam kelas A sampai D sejumlah 2.30%.

Setiap *grade* dari buah apel memiliki ukuran yang berbeda beda. *Grade A* memiliki ukuran paling besar dan *grade D* memiliki ukuran paling kecil. Sedangkan yang rusak atau cacat dimasukkan dalam *grade E*. Secara umum *grade E* tidak memiliki ukuran yang spesifik karena apabila *grade A* sampai *D* rusak atau cacat dimasukkan dalam *grade E*. Ukuran diameter dari masing-masing *grade* adalah sebagai berikut, *grade A* 7-8 cm, *grade B* 6-7 cm, *grade C* 5-6 cm, dan *grade D* <5cm .

2.2 Programmable Logic Controller (PLC)

PLC adalah suatu peralatan kontrol yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin. Sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog (Capiel, 1982). Kontrol program dari PLC adalah menganalisa sinyal *input* kemudian mengatur keadaan *output* sesuai dengan keinginan pemakai.

Berdasarkan namanya yaitu *programmable logic control*, PLC mengungkap konsep sebagai berikut :

- *Programmable*
menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat dan dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
- *Logic*
menunjukkan kemampuan dalam memproses *input* secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR dan lain sebagainya.
- *Controller*
menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan.

Keadaan *input* PLC digunakan dan disimpan didalam memori dimana PLC melakukan instruksi logika yang diprogram pada keadaan *input*nya. Peralatan *input* dapat berupa sensor *photo electric*, *push button* pada panel kontrol, *limit switch* atau peralatan lainnya

dimana dapat menghasilkan suatu sinyal yang dapat masuk kedalam PLC. Peralatan *output* dapat berupa *switch* yang menyalakan lampu indikator, *relay* yang menggerakkan motor atau peralatan lain yang dapat digerakkan oleh sinyal *output* dari PLC.

Setiap *input* mempunyai alamat tertentu sehingga untuk mendeteksinya mikroprosesor memanggil berdasarkan alamatnya. Banyaknya *input* yang dapat diproses tergantung jenis PLC-nya. Sinyal *output* dikeluarkan PLC sesuai dengan program yang dibuat oleh pemakai berdasarkan analisa keadaan *input card*.

Setiap *output card* mempunyai alamat tertentu dan diproses oleh mikroprosesor menurut alamatnya. Banyaknya *output* tergantung jenis PLC-nya.

Untuk melaksanakan sebagai kontrol sistem. PLC didukung oleh perangkat lunak yang merupakan bagian penting dari PLC. Program PLC terdiri dari 2 jenis yaitu *ladder diagram* dan instruksi dasar diagram.

2.3 PLC OMRON tipe CQM1

PLC yang digunakan adalah PLC OMRON tipe CQM1. PLC tipe ini adalah salah satu PLC yang juga digunakan di laboratorium. PLC ini memiliki jumlah por *input/output* yang lebih banyak dari PLC Omron tipe CP1L-LD20TI-D. PLC CQM1 ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



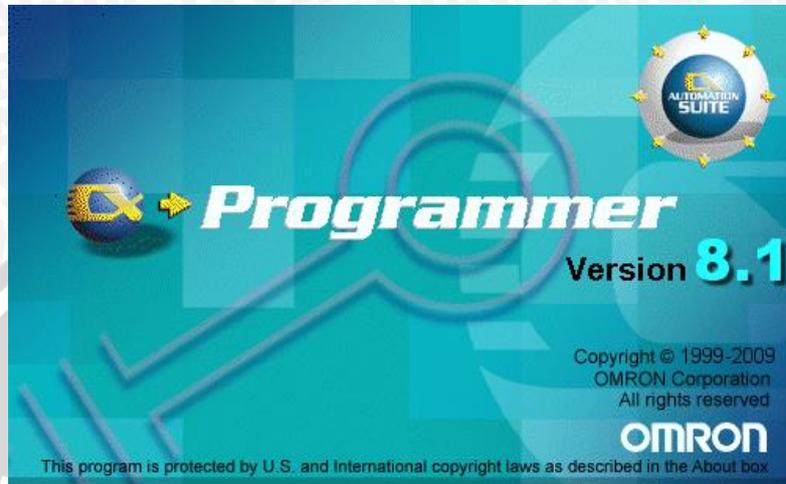
Gambar 2.2 PLC Omron CQM1

Sumber : <http://www.ia.omron.com/product/131.html>

2.4 Program CX-ONE

Program CX-ONE merupakan perangkat lunak yang dikembangkan untuk pemrograman PLC OMRON tipe apapun. Program ini dapat membantu pemrograman menuliskan program PLC atau memelihara suatu program PLC serta untuk melakukan

pengecekan proses suatu program PLC. Perangkat keras PLC dihubungkan ke PC oleh kabel ethernet. CX-ONE memiliki fitur simulasi *ladder diagram*. Dengan demikian, *ladder diagram* yang sudah dibuat pada program tersebut dapat langsung dicoba tanpa perlu menyambung PLC nyata dengan PC. Program yang dipakai dapat dilihat dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.3 Program CX-One.

Sumber : <https://industrial.omron.us/en/products/cx-one>

2.5 Sistem Kontrol Otomasi

Teknik otomasi adalah penggunaan mesin, sistem kontrol, dan teknologi informasi untuk optimisasi produksi dan pengiriman barang dan jasa. Otomasi hanya dilakukan jika hasilnya lebih cepat, lebih baik secara kuantitas dan/atau kualitas dibandingkan dengan penggunaan tenaga kerja manusia. Dalam dunia industri, otomasi merupakan lanjutan dari mekanisasi, di mana mekanisasi masih membutuhkan operator manusia selama mesin beroperasi atau membutuhkan bantuan tenaga otot manusia agar mampu bekerja. Otomasi mengurangi peran manusia dalam hal tersebut.

2.6 Sensor *Limit switch*

Limit switch umumnya digunakan untuk Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain. Menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil. Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek.

Prinsip kerja *limit switch* diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. *Limit switch* memiliki 2 kontak yaitu,

NO (*Normally open*) dan kontak NC (*Normally close*) dimana jika salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan.



Gambar 2.4 Limit switch

Sumber: <http://www.directindustry.com>

2.7 Sensor Berat *Load cell* dan *Module HX711*

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 ini memiliki struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan *reliable*, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat. Sensor *load cell* merupakan sensor regangan yang mempunyai prinsip kerja ketika bagian lain yang lebih elastis mendapat tekanan, maka pada sisi lain akan mengalami perubahan regangan yang sesuai dengan yang dihasilkan oleh *strain gauge*. Hal ini terjadi karena ada gaya yang seakan melawan pada sisi lainnya. Perubahan nilai resistansi yang diakibatkan oleh perubahan gaya diubah menjadi nilai tegangan oleh rangkaian pengukuran yang ada. Berat objek yang diukur dapat diketahui dengan mengukur besarnya nilai tegangan yang timbul. Pada rangkaian timbangan ini penggunaan sensor *load cell* untuk mendeteksi beban atau berat yang diperoleh, kemudian dihubungkan dengan modul hx711 sebagai penguatan beban yang diterima pada *load cell* kemudian data di lanjutkan ke Arduino.



Gambar 2.5 Load Cell dan Module HX711

Sumber: <http://www.sgbotic.com/>

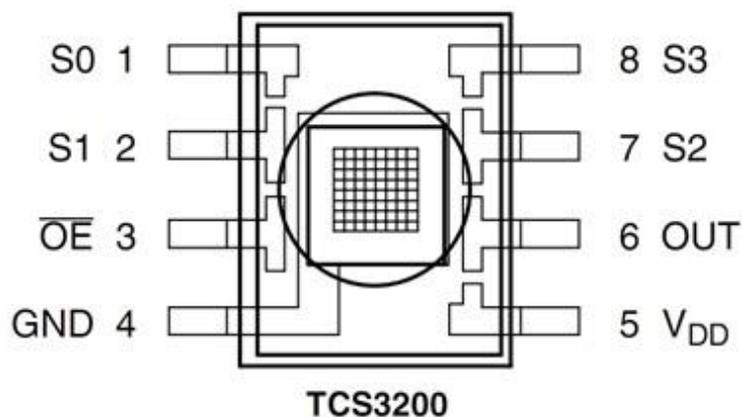
2.8 Sensor Warna

Sensor warna yang digunakan pada alat adalah TCS3200 ditunjukkan dalam Gambar 2.5. IC TCS3200 adalah IC pengkonversi warna cahaya ke frekuensi. *Silicon Photodiode* dan pengkonversi arus ke frekuensi merupakan komponen utama pembentuk IC TCS3200 ditunjukkan dalam Gambar 2.6. Sensor warna menghasilkan keluaran berupa gelombang persegi yang frekuensinya sesuai dengan warna cahaya yang diterima. Sensor TCS3200 memiliki tiga pilihan skala keluaran yaitu 100%, 20%, dan 2%. Skala keluaran sensor warna dapat diatur dengan mengatur keadaan dua pin masukan sensor yaitu pin S0 dan S1. Sensor warna TCS3200 memiliki 4 macam *Photodiode* yaitu *Photodiode* dengan filter warna merah, *Photodiode* dengan filter warna hijau, *Photodiode* dengan filter warna biru, dan *Photodiode* tanpa filter (*clear*). Jenis *Photodiode* yang digunakan saat pengukuran dapat ditentukan dengan mengatur keadaan 2 pin masukan sensor yaitu pin S2 dan S3. Pengaturan skala frekuensi keluaran dan jenis *Photodiode* dapat dilakukan dengan mengatur kondisi pin S0, S1, S2, dan S3 sesuai dengan Tabel 2.1.

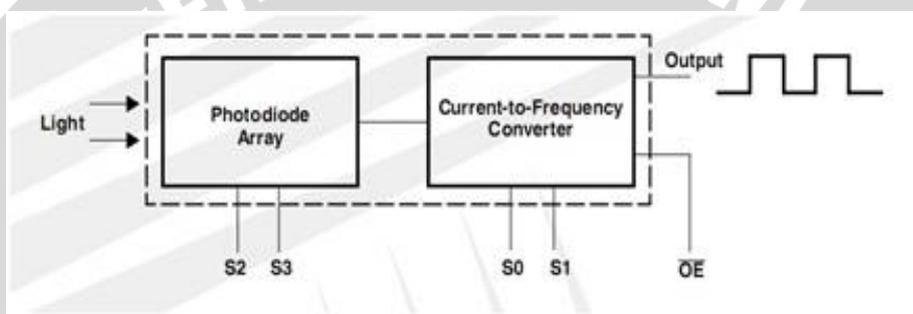
Tabel 2.1 Kombinasi S0 S1 dan S2 S3 untuk mengatur skala keluaran dan tipe photodioda

S0	S1	Skala frekuensi keluaran	S2	S3	Photodioda
0	0	Power down	0	0	Red
0	1	2%	0	1	Blue
1	0	20%	1	0	Clear
1	1	100%	1	1	Green

Sumber: TAOS 2003:2



Gambar 2I.6 IC TCS3200



Gambar 2.7 Diagram Blok IC TCS3200

Setiap warna bisa disusun dari warna dasar. Untuk cahaya, warna dasar penyusunnya adalah warna Merah, Hijau dan Biru, atau lebih dikenal dengan istilah RGB (*Red-Green-Blue*). Beberapa sampel warna dan komposisi RGB-nya berskala 8 bit ditunjukkan dalam Gambar 2.7.

	Hitam (R = 0, G = 0, B = 0)
	Merah (R = 255, G = 0, B = 0)
	Biru (R = 0, G = 0, B = 255)
	Hijau (R = 0, G = 255, B = 0)
	Hijau (R = 255, G = 255, B = 0)
	Orange (R = 255, G = 160, B = 0)

Gambar 2.8 Sampel warna dan komposisi RGB-nya

Keunggulan dari sensor TCS 3200 yaitu mempunyai resolusi yang sangat tinggi dalam mengkonversikan intensitas cahaya ke frekuensi.

2.9 Relay

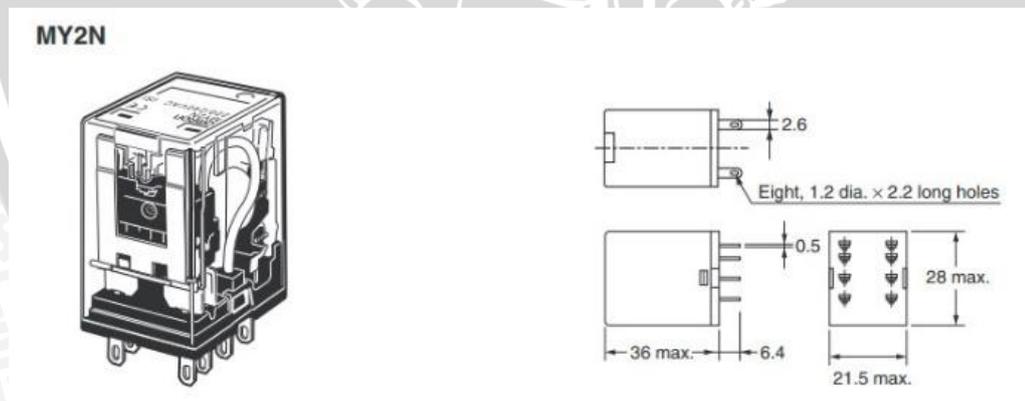
Karena keluaran dari arduino berupa tegangan 0 – 5 volt (logika *high*) sedangkan untuk PLC sendiri membutuhkan tegangan untuk masukan minimal 12 volt, maka dibutuhkan *relay* untuk mengaktifkan atau memberikan sinyal ke PLC untuk memberikan logika *high* maupun *low*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.8



Gambar 2.9 Relay 5 volt dc

Sumber : <http://www.espruino.com/Relays>

Serta pada PLC keluarannya memiliki tegangan 24 volt yang tidak bisa langsung dicatu pada motor dc 12 volt sehingga sebagai gantinya keluaran PLC dicatu pada *relay* 24 volt yang terhubung dengan motor



Gambar 2.10 Relay 24 vdc

Sumber : <http://store.tremtech.com/omron-my2-24vdc-relay/>

2.10 Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor

(bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*direct-unidirectional*. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

Bagian atau Komponen Utama Motor DC

- **Kutub medan** : Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan yaitu kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
- **Current Elektromagnet atau Dinamo**. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, *dynamo* berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub – kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
- **Komutator** komponen ini ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus Antara *dynamo* dan sumber daya.



Gambar 2.11 Motor DC

Sumber : www.elektronika-dasar.web.id

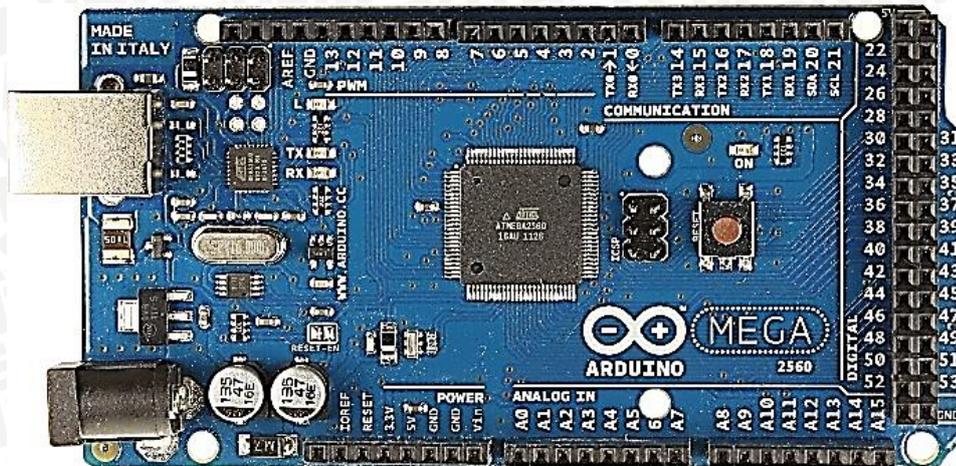
Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor DC dapat dikendalikan dengan mengatur

- Tegangan Dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
- Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

2.11 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega328 (lihat Gambar 2.11). *Board* ini memiliki 54 digital *input/output* pin (14 pin dapat digunakan

sebagai *output* PWM), 16 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, USB koneksi, jack listrik, header ICSP, dan tombol *reset*.



Gambar 2.12 Arduino Mega 2560

Sumber : www.electroschematics.com

Arduino Mega 2560 dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC ke adaptor DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan *plug jack* pusat-positif ukuran 2.1 mm konektor power. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin *header* dari konektor power. Arduino dapat beroperasi dengan catu daya eksternal 6 sampai 20 volt. Namun jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak papan. Kisaran yang disarankan adalah 7 sampai 12 volt.

ATmega 2560 memiliki 256 KB (dengan 8 KB digunakan untuk *bootloader*), 8KB dari SRAM dan 4 KB EEPROM. Masing-masing dari 54 pin digital di Arduino Mega 2560 dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi *pinMode* (), *digitalWrite* (), dan *digitalRead* (), beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal *pull-up* resistor (secara default terputus) dari 20-50 Kohm. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- *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) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.
- *Eksternal interrupts*: 2 (*interrupt* 0), 3 (*interrupt* 1), 18 (*interrupt* 5), 19 (*interrupt* 4), 20 (*interrupt* 3), dan 2 (*interrupt* 2). Pin ini dapat dikonfigurasi

untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai.

- PWM: 0 - 13. Menyediakan *output* PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite* ().
- SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
- LED: 13. Ada *built-in* LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai *high* LED menyala dan ketika pin bernilai *low* LED mati.
- I²C: 20 (SDA) dan 21 (SCL). Dukungan I²C (TWI) komunikasi menggunakan *wire*.

Arduino Mega 2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. Arduino Mega 2560 menyediakan 4 UART TTL (5V) untuk komunikasi serial. Sebuah Arduino Mega 2560 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai *port virtual com* untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* '8 U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang diperlukan. Namun pada Windows diperlukan sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari papan Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah [Software Serial Library](#) memungkinkan untuk berkomunikasi secara serial pada salah satu pin digital pada board Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 juga mendukung I²C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I²C.



