

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Simanjuntak, Novan Parmonangan (2012), dalam makalahnya yang berjudul “Aplikasi *Fuzzy Logic Controller* pada Pengontrolan Lampu Lalu Lintas” dipaparkan bahwa sistem pengaturan aktifnya lampu lalu lintas yang digunakan di Indonesia menggunakan sistem pengaturan yang konvensional, dimana setiap pewaktuan dari perpindahan warna lampu lalu lintas dilakukan secara konstan. Sebagai contoh, di suatu persimpangan jalan yang kondisi lalu lintasnya sepi diberikan waktu yang sama dengan persimpangan jalan kondisi lalu lintasnya padat.

Windarto, Muhammad Haekal (2012), dalam penelitiannya yang berjudul “Aplikasi Pengatur Lampu Lalu Lintas Berbasis Arduino Mega 2560 Menggunakan *Light Dependent Resistor*” menjelaskan bahwa dengan melakukan suatu pengaturan durasi melalui data yang ada diluar settingan lampu lalu lintas, akan memudahkan setiap petugas dalam mengubah durasi lampu lalu lintas secara langsung di lapangan dan juga dapat memperlancar jalannya arus lalu lintas.

Rhobby Maulana (2014), dalam penelitiannya yang berjudul “Rancang Bangun Perangkat Telemetri Radio 433 Mhz Untuk Transmisi Data Gambar” menjelaskan bahwa Perangkat telemetri 433 MHz merupakan perangkat telemetri yang hemat biaya dan efektif untuk mengirimkan suatu data. Dalam penelitiannya, data yang dikirim adalah berupa data gambar. Dari pengujian yang dilakukannya

pada perangkat telemetri yang dilakukan perancangan sebelumnya, didapatkan data bahwa transmisi gambar dengan resolusi 680x480 menghasilkan loss dengan persentasi sebesar 1.65% pada jarak 50 m, persentasi loss sebesar 1.89% pada jarak 100 m dan persentasi loss sebesar 2.17% pada jarak 200 m. Hasil gambar yang direkonstruksi dari data yang diterima hampir serupa dengan gambar aslinya dalam format *grayscale*. Dengan kata lain, perangkat telemetri yang dilakukan perancangan sebelumnya dapat digunakan sebagai sistem telemetri yang baik.

Menurut Rusgianto (2011), pada jurnalnya yang berjudul “Pengaruh Jarak Jangkauan Terhadap Daya yang Hilang Transmisi Radio FM Eksperimen Universitas Muhammadiyah Jember” menyatakan bahwa Makin jauh posisi penerima terhadap radio pemancar maka daya yang diterima makin kecil. Kondisi di atas bisa terjadi apabila pemancar dan penerima saling melihat dan hanya ada satu sinyal yang diterima. Dengan kata lain, pemancar dengan daya yang rendah sangat berpengaruh terhadap jarak yang diterima. Semakin power outputnya maka semakin dekat pula jarak maksimal yang dapat dijangkau oleh penerima.

Adapun penelitian yang penulis lakukan berjudul “Sistem Pengatur Lampu Lalu Lintas Untuk Keadaan Darurat”. Pada penelitian tersebut penulis membuat sebuah sistem pengaturan lampu lalu lintas ketika kendaraan darurat seperti pemadam kebakaran yang sedang menuju lokasi, ambulans yang membawa orang sakit dan sejenisnya. Dengan menggunakan Arduino Nano sebagai kendali utama dan telemetri 433 Mhz sebagai media komunikasi nirkabel, sistem tersebut nantinya ditempatkan di semua lampu lalu lintas di setiap persimpangan dan ketika ambulan mengaktifkan pengendali darurat kemudian masuk pada jangkauan telemetri (jarak

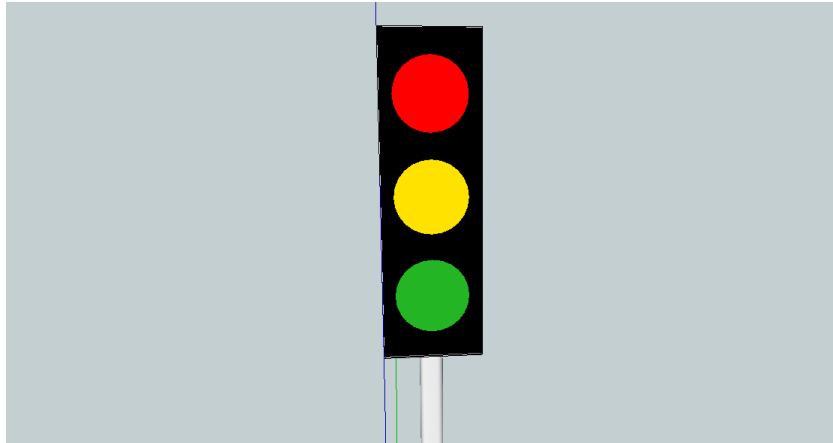
kurang lebih 250 meter), maka lampu lalu lintas akan berubah dari mode normak menjadi mode darurat

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Lampu Lalu Lintas**

Lampu Lalu Lintas yaitu suatu lampu yang ditempatkan di persimpangan jalan sebagai alat untuk mengatur kelancaran lalu lintas dengan menampilkan lampu warna standar merah, kuning, dan hijau. Dalam Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan dikatakan bahwa APILL atau alat pemberi isyarat lalu lintas adalah perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu dan juga dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi sebagai alat bantu tambahan yang ditempatkan di persimpangan, *zebra cross* atau tempat penyebrangan pejalan kaki, ataupun ruas jalan lainnya dengan tujuan untuk mengatur lalu lintas orang dan kendaraan di tempat tersebut.

Lampu ini akan mengatur kapan kendaraan akan berhenti ataupun berjalan secara bergantian dari berbagai arah dengan pewaktuan yang telah diperhitungkan agar pergerakan kendaraan pada setiap kelompok kendaraan dapat bergerak secara bergantian sehingga antara satu dan lainnya tidak saling mengganggu arus yang ada dan tidak terjadi kemacetan.



**Gambar 2.1** Lampu Lalu Lintas.

Lampu lalu lintas telah digunakan hampir di semua kota di dunia ini. Untuk menandakan berhenti, warna lampu yang dipakai adalah warna merah, untuk menunjukkan hati-hati, warna lampu yang dipakai adalah warna kuning, dan untuk menunjukkan kendaraan boleh berjalan, lampu yang dipakai adalah warna hijau.

#### **2.2.1.1 Undang – Undang Lalu Lintas**

Lampu lalu lintas pada umumnya harus dipatuhi rambu-rambunya. Seperti yang dikatakan di Pasal 106 ayat (4) huruf c Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan bahwa kendaraan di jalan wajib mematuhi APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) yang terdapat di area tersebut, adapun sanksi yang melanggarnya adalah pidana kurungan sampai 2 bulan dan denda maksimal adalah Rp 500 ribu.

Namun untuk beberapa kondisi, terdapat beberapa pengguna jalan yang memperoleh hak utama untuk didahulukan dan diperbolehkan untuk menerobos

lampu merah dalam keadaan darurat dan itu diatur dalam Pasal 134 UU LLAJ dan Pasal 65 ayat (1) PP No.43 Tahun 1993. Dalam pasal tersebut dikatakan bahwa terdapat beberapa kendaraan yang mendapat hak utama untuk didahulukan, diantaranya sebagai berikut:

- a. Kendaraan pemadam kebakaran yang sedang melaksanakan tugas.
- b. Ambulans yang mengangkut orang sakit.
- c. Kendaraan untuk memberikan pertolongan pada Kecelakaan Lalu Lintas.
- d. Kendaraan pimpinan Lembaga Negara Republik Indonesia.
- e. Kendaraan pimpinan dan pejabat negara asing serta lembaga internasional yang menjadi tamu negara.
- f. Iring-iringan pengantar jenazah dan
- g. Konvoi dan/ atau Kendaraan untuk kepentingan tertentu menurut pertimbangan petugas Kepolisian Negara Republik Indonesia.

Dalam Pasal 65 ayat (4) PP No.43 Tahun 1993 juga disebutkan bahwa untuk kendaraan tertentu yang sedang bertugas seperti ambulans mengangkut orang sakit, kendaraan untuk memberi pertolongan pada kecelakaan lalu lintas, kendaraan pemadam kebakaran yang sedang melaksanakan tugas, kendaraan Kepala Negara atau Pemerintah Asing yang menjadi tamu negara, dan iring-iringan pengantaran jenazah tidak diberlakukan larangan atau perintah untuk mengikuti isyarat yang terdapat pada lampu lalu lintas.

## 2.2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem menyerupai sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Di dalam sebuah mikrokontroler, terdapat beberapa macam fitur di dalamnya seperti ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa Port I/O (port *input* dan *output*), dan juga terdapat beberapa *peripheral* seperti ADC (*Analog to Digital Converter*) dan DAC (*Digital to Analog Converter*), *timer* dan *counter* dan juga terdapat komunikasi serian dengan menggunakan port *transmitter* dan *receiver*, dengan kata lain mikrokontroler bukan hanya sebuah mikro prosesor saja karena bisa melakukan yang lebih dari itu.

Mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini baik oleh pemula maupun yang profesional yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit yang menggunakan arsitektur dari Harvard. Mikrokontroler sendiri secara umumnya dapat dibagi kedalam 3 tipe, yaitu tipe AT90Sxx, tipe ATmega dan tipe ATtiny. Setiap tipe sama-sama mikrokontroler yang bisa diprogram sebagai otak dari sistem, yang menjadi pembeda dari setiap tipe mikrokontroler adalah kapasitas memori, *peripheral*, dan fitur yang terdapat di dalamnya.

### 2.2.2.1 Arduino

Arduino adalah salah satu dari sekian pengendali mikrokontroler yang bersifat *open-source* yang dirancang khusus agar pengguna yang sedang melakukan perancangan elektronik lebih mudah dalam pembuatannya di berbagai bidang. Arduino memiliki *hardware* dengan *prosesor Atmel AVR* dan juga untuk

programnya Arduino memiliki *software* yang bahasa programnya pun memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino sendiri banyak diminati di seluruh dunia. Kebanyakan orang-orang yang masih pemula yang mulai belajar elektronika, robotika dan pemrograman mikrokontroler memulai dengan mengenal Arduino karena Arduino cukup mudah untuk dipelajari. Selain orang yang baru belajar robotika, seseorang yang senang robotika dan para profesional pun banyak yang membuat sesuatu prototipe dan mengembangkan prototipe tersebut dengan menggunakan Arduino.

Arduino tidak memakai bahasa *assembler* yang rumit, bahasa yang digunakan adalah bahasa C yang telah disederhanakan sehingga lebih mudah dengan menggunakan bantuan pustaka (*Libaries*) khusus Arduino. Selain itu, Arduino juga menyederhanakan proses bekerjanya dengan mikrokontroler.

Arduino memiliki berbagai macam kelebihan, adapun kelebihan yang ditawarkan antara lain:

- a. Harga perangkat keras Arduino yang dijual di pasaran biasanya relatif murah ( berada di kisaran 125 ribuan hingga 400 ribuan) dibandingkan dengan perangkat keras mikrokontroler pro yang lainnya. Selain itu, kita juga bisa membuat perangkat keras Arduino sendiri karena semua sumber daya yang dibutuhkan tersedia di website resmi Arduino dan komunitas- komunitas lainnya. Arduino juga cocok bukan hanya di untuk Windows, OS Linux juga cocok untuk Arduino.

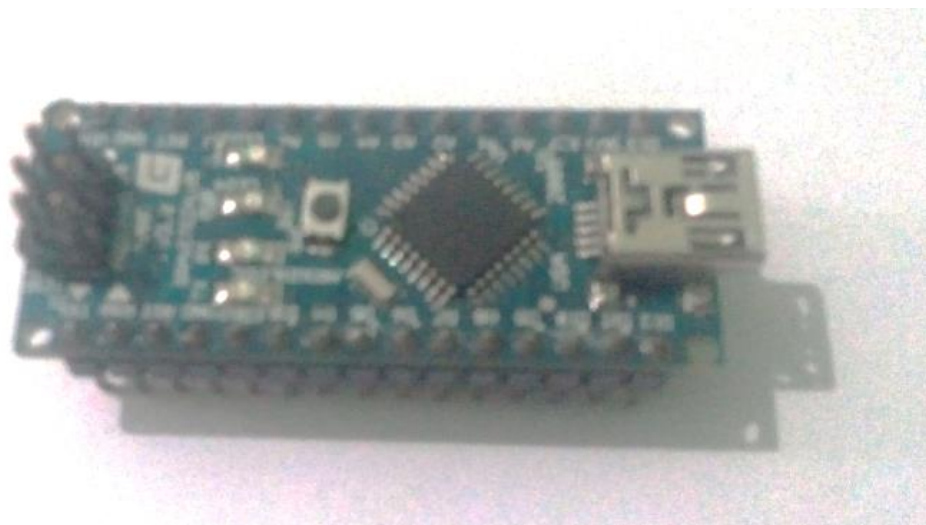
- b. Ruang lingkup pemrograman Arduino sangat sederhana dan sangat mudah untuk melakukan pemrogramannya. Bagi pemula, Arduino merupakan alternatif pembelajaran yang bisa dipahami dengan cepat. Selain itu, Arduino juga cukup fleksibel untuk digunakan sebagai pengembangan perangkat elektronik bagi mereka yang sudah tingkat lanjut. Arduino berbasis pada lingkungan pemrograman Processing, dengan begitu, seseorang yang sudah terbiasa menggunakan Processing tentu saja akan jauh lebih mudah ketika menggunakan Arduino.
- c. Perangkat lunak yang digunakan Arduino bernama Arduino IDE . perangkat lunak tersebut dipublikasikan sebagai Open Source yang tersedia bagi para pemrogram baik yang pemula maupun yang sudah berpengalaman untuk mengembangkan sistemnya lebih lanjut. Pemanaiannya sendiri tidak sulit.
- d. Perangkat keras yang terdapat pada Arduino menggunakan berbagai macam mikrokontroler. Pada umumnya tipe yang dipakai adalah tipe ATmega, seperti ATmega 1280, ATmega 168, ATmega 328 dan ATmega 8 (yang terbaru adalah ATmega 2560).
- e. Arduino tidak memerlukan chip programmer karena di dalam perangkatnya sudah terdapat *bootloader* yang menangani *upload* programnya dari PC. Arduino juga memiliki sarana komunikasi USB, dengan begitu perangkat yang tidak memiliki port serial/RS323 masih bisa menggunakannya.



- f. Input/output digital atau *digital pin* adalah pin yang berfungsi menghubungkan perangkat Arduino dengan beberapa komponen atau rangkaian digital sebagai *input* atau *output* Arduino.
- g. pin pin catu daya adalah pin yang berfungsi untuk memberikan tegangan yang dibutuhkan untuk komponen atau rangkaian yang nantinya dihubungkan dengan arduino. Pada bagian catu daya ini terdapat pin Vin dan pin Reset.

#### 2.2.2.1.1 Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu jenis papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler dari Arduino yang menggunakan mikrokontroller ATmega328 dengan bentuk yang cukup kecil. Fungsi Arduino Nano ini sebenarnya tidak ada bedanya dengan Arduino Uno. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan jack power DC pada Arduino Nanao dan penggunaan konektor Mini-B USB.



**Gambar 2.2** Arduino Nano.

Arduino Nano ini berfungsi sebagai tempat *prototyping* dari sirkuit mikrokontroler, oleh karena itu, Arduino Nano ini pun sering disebut sebagai papan pengembangan. Dengan menggunakan papan pengembangan Arduino Nano, membuat sebuah rangkaian elektronika mikrokontroler akan jauh lebih mudah daripada memulai dari merakit sirkuit ATmega328 dari awal di breadboard.

Setiap jenis dari arduino memiliki kelebihan masing-masing termasuk Arduino Nano. Adapun spesifikasi dari Arduino Nano bisa di lihat pada tabel 2.1 di bawah ini :

**Tabel 2.1** Spesifikasi Arduino Nano.

<b>Chip mikrokontroller</b>	<b>ATmega328P</b>
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan)	7V - 12V
Digital I/O pin	14 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM
Analog Input pin	6 buah
Arus DC per pin I/O	40 mA
Memori Flash	32 KB, 0.5 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	45 mm x 18 mm
Berat	5 g

Selain menggunakan *bootloader* untuk memasukkan program ke dalam arduino, terdapat cara lain yang bisa dilakukan untuk memasukkan program ke chip yang terdapat pada arduino nano, pemrograman bisa dilakukan langsung menggunakan *header ICSP (In Circuit Serial Programming)*. Dengan memakai *Arduino ISP Development Board*, power yang didapat Arduino diperoleh dari koneksi kabel *Mini-B USB*, atau dari sumber eksternal. Sumber eksternal di dubungkan ke pin sumber pada Vin dengan kisaran tegangan 7V sampai 12 V aatau ke pin 3,3 V.

Pin power yang terdapat pada Arduino Nano antara lain :

- a. **GND** adalah pin yang berfungsi sebagai *ground* atau pin negatif pada sumber.
- b. **Vin** adalah pin yang dipakai untuk memberikan sumber tegangan langsung kepada Arduino Nano tanpa memakai sumber tegangan dari USB. Adapun pada pin ini nilai tegangan yang disarankan adalah berkisar antara 7V sampai 12V
- c. **3V3**. Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator
- d. **REF**. Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroller. Biasanya digunakan pada board shield untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V

Chip ATmega328 pada Arduino Nano V3 memiliki memori sebesar 32 KB, tetapi ada sekitar 0,5 KB yang digunakan untuk pengaturan *bootloader*. Jumlah

EEPROM nya sebesar 1 KB dan bisa dilakukan baca dan tulis dengan memakai EEPROM *library* saat akan melakukan pemrograman pada Arduino Nano dan, SRAM nya sebesar 2 KB.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, Arduino Nano memiliki 14 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai input atau output, sengan menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digital(Read)*. Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus 20mA, dan memiliki tahanan pull-up sekitar 20-50k ohm (secara default dalam posisi disconnect). Nilai maximum adalah 40mA, yang sebisa mungkin dihindari untuk menghindari kerusakan chip mikrokontroller. (Feisal Ahmad, 2016)

Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- a. **Serial**, terdiri dari 2 pin : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX) yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data serial.
- b. **External Interrupts**, yaitu pin 2 dan pin 3. Kedua pin tersebut dapat digunakan untuk mengaktifkan interrupts. Gunakan fungsi *attachInterrupt()*
- c. **PWM**: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 menyediakan output PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi *analogWrite()*
- d. **SPI** : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), dan 13 (SCK) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *SPI Library*
- e. **LED** : Pin 13. Pada pin 13 terhubung built-in led yang dikendalikan oleh digital pin no 13.

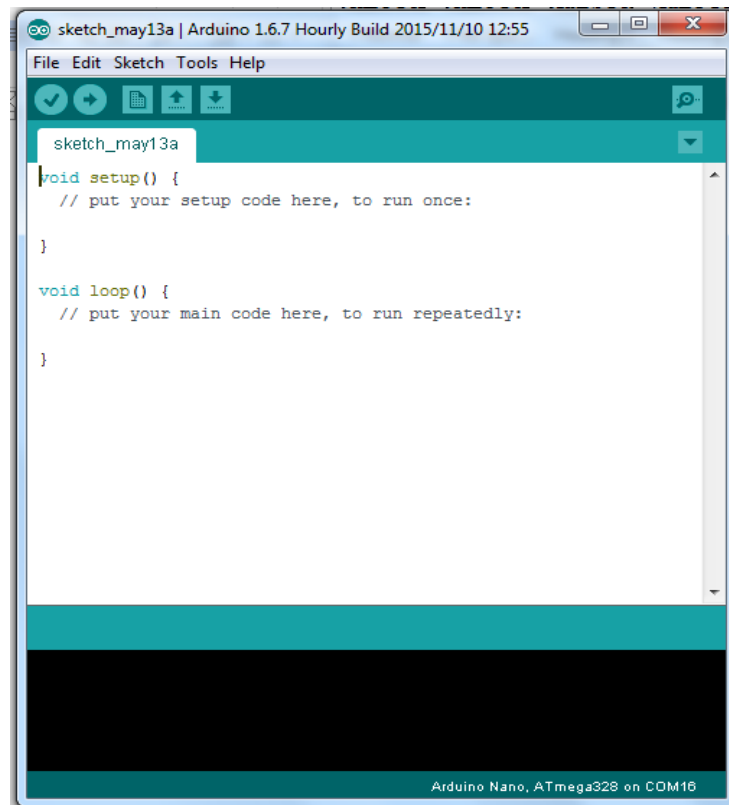
### 2.2.2.1.2 Arduino IDE

IDE itu merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya yaitu lingkungan terintegrasi yang dipakai untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui *sintaks* pemrograman. Arduino memakai bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C.

Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.


Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai *sketch*. Sketch tersebut ditulis kedalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi *.ino*. Teks editor pada Arduino Software memiliki fitur” seperti *cutting/paste* dan *seraching/replacing* sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program. Terdapat juga fitur-fitur lain yang berhubungan dengan mikrokontroler seperti komunikasi serial, penambahan *libary* dan fitur lainnya yang dapat membantu dalam pemrograman.



**Gambar 2.3** Tampilan Awal Arduino IDE.

Pada Arduino IDE terdapat beberapa *toolbar* dengan berbagai macam fungsi, fungsi tersebut antara lain :

**Tabel 2.2** Fungsi *Toolbar* Arduino IDE.

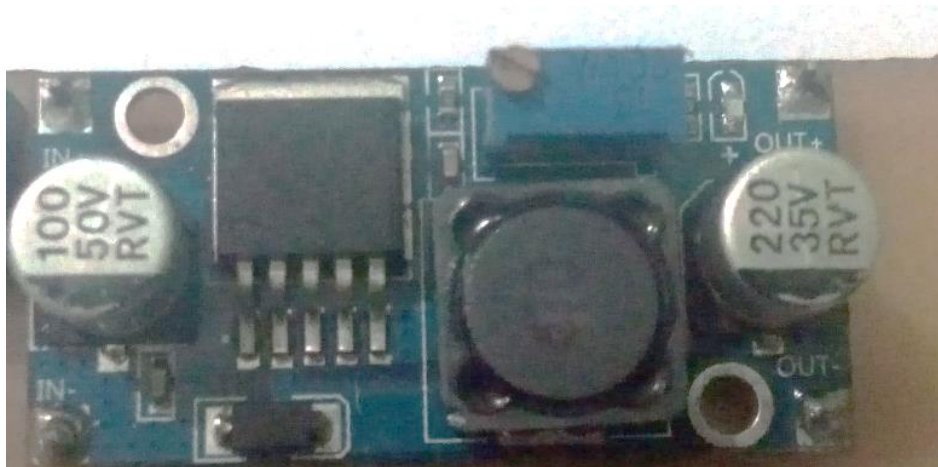
<i>Icon</i>	<b>Nama dan Fungsi</b>
	<p><i>Verify</i></p> <p>Berfungsi untuk melakukan pengecekan apakah program yang dibuat sebelumnya sudah baik atautkah masih ada kesalahan dalam penulisannya baik yang sudah tersimpan sebelumnya ataupun yang baru dibuat.</p>

<b>Icon</b>	<b>Nama dan Fungsi</b>
	<p><i>Upload</i></p> <p>Berfungsi untuk melakukan <i>compile</i> program yang telah dibuat sebelumnya kedalam mikrokontroler yang terdapat pada Arduino. Program tersebut harus tidak ada error sebelumnya</p>
	<p><i>New</i></p> <p>Berfungsi untuk menampilkan <i>sketch</i> kosong untuk membuat program baru untuk Arduino.</p>
	<p><i>Open</i></p> <p>Berfungsi untuk menampilkan <i>sketch</i> yang sebelumnya telah disimpan untuk bisa dilakukan perubahan program ataupun untuk melakukan <i>compile</i> program tersebut ke Arduino</p>
	<p><i>Save</i></p> <p>Berfungsi untuk melakukan penyimpanan hasil program yang telah dibuat.</p>
	<p><i>Serial Monitor</i></p> <p>Berfungsi untuk membuka serial monitor. Serial monitor disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan sketch pada port serialnya.</p>

board pada Arduino Software IDE, berdampak pada dua parameter yaitu kecepatan CPU dan baudrate yang digunakan ketika melakukan kompilasi dan meng-upload *sketch*.

### 2.2.3 Regulator DC-DC

Modul konverter DC ke DC (DC-DC Converter) adalah modul yang berfungsi sebagai penurun tegangan (*step down*) pada tegangan DC. Modul ini menggunakan IC LM2596S yang merupakan Integrated Circuit (IC) untuk mengubah nilai dari tegangan (*voltage level*) arus searah / *Direct Current* (DC) menjadi lebih kecil dibanding tegangan masukannya.



**Gambar 2.4** Regulator DC DC.

Tegangan masukan (*input voltage*) yang dapat dialiri tegangan berapa pun antara 3 Volt sampai 40 Volt DC, kemudian nilai tegangan inputan tersebut dirubah menjadi tegangan yang lebih rendah di antara 1,5 Volt sampai 35 Volt DC tergantung nilai resistor yang diberikan.

Besar arus berkelanjutan (*continuous current*) yang dapat dialirkan pada modul elektronika ini sebesar 1,5 A dengan arus puncak / *momentary peak current* 3A, tetapi 3A ini dengan waktu yang singkat dan bukan sebagai acuan.



### 2.2.4 7-Segment

*Seven Segment* adalah suatu kumpulan segmen yang difungsikan untuk menampilkan angka. Dalam 7-Segment ini terdapat 7 buah LED yang disusun hingga membentuk nilai delapan dengan urutan dari a sampai g yang sering juga disebut DOT MATRIKS. Setiap segment ini biasanya terdiri dari LED untuk yang ukuran kecil dan beberapa LED untuk ukuran yang lebih besar.



**Gambar 2.5** 7-Segment.

#### 2.2.4.1 Jenis-Jenis 7- Segment

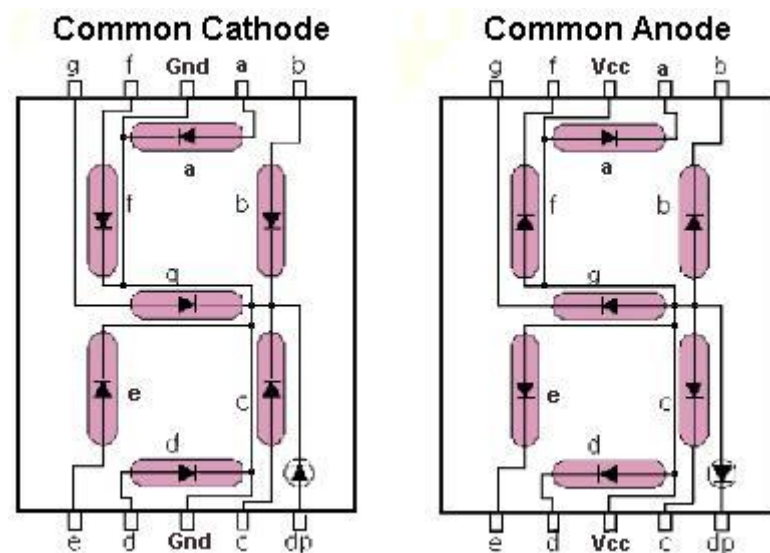
##### a. Common Anoda

*Common Anoda* merupakan jenis 7-Segment yang memiliki pin yang terhubung dengan semua kaki pada anoda LED. Ketika common anoda diberi tegangan VCC dan pin a sampai g dipasang ke *ground* dengan setiap kaki nya

dipasang saklar, maka LED dari *7-Segment* akan menyala ketika saklar berada pada kondisi aktif (1).

### b. Common Katoda

merupakan jenis *7-Segment* yang memiliki pin yang terhubung dengan semua kaki katoda LED. Ketika pin a sampai g diberi tegangan VCC dan *ground* nya terpasang, maka LED dari *7-Segment* akan menyala ketika VCC berada pada kondisi aktif (1).



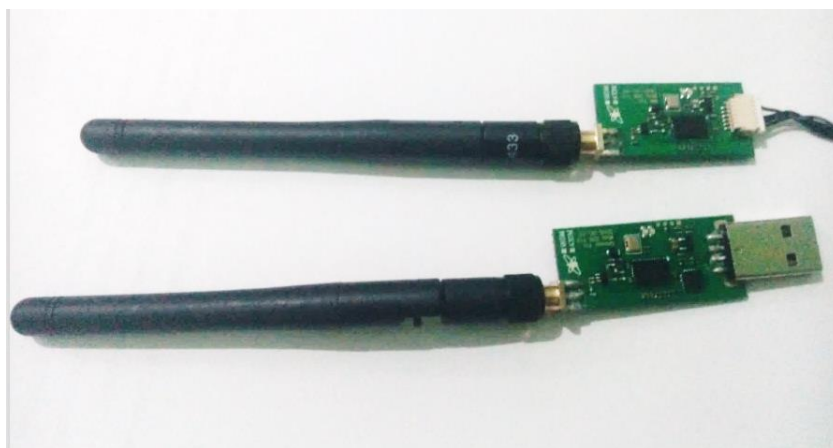
**Gambar 2.6** Skematik *Internal Segment Display*

(Sumber: <http://4.bp.blogspot.com/-FpAY2VfGyE8>, 2017)

### 2.2.5 Telemetri Kit 3DR

Kata telemetri berasal dari bahasa Yunani, yakni: *tele* yang berarti jarak jauh, dan *metron* yang berarti pengukuran. Telemetri adalah suatu proses pengukuran sebuah objek baik ruang, benda, alam ataupun parameter lainnya,

ketika didapatkan hasil yang dibutuhkan maka akan langsung dikirimkan ke tempat dengan jarak tertentu baik menggunakan media kabel maupun nirkabel (tanpa menggunakan kabel) dengan menggunakan metode pengiriman data. Pada proses pengiriman data telemetri, semua informasi data diubah terlebih dahulu menjadi informasi digital. Dengan kata lain, semua sensor, transduser dan detektor harus mempunyai keluaran berupa data digital dan ketika data yang diperoleh adalah data analog, maka data tersebut harus di rubah dahulu baru bisa dikirimkan lewat telemetri.



**Gambar 2.7** Radio Telemetri Kit 3DR.

Radio telemetri kit 3DR ini adalah salah satu modul telemetri yang ideal untuk dipakai sebagai pengatur koneksi jarak jauh. Modul ini diproduksi oleh 3D Robotics dengan memakai frekuensi radio 433MHz, dipilihnya frekuensi 433 MHz ini karena frekuensi tersebut tidak sensitive terhadap fenomena refleksi, terutama pada hambatan dinding, struktur logam dan air.

Operasi *narrowband* pada frekuensi 433MHz yang terdapat pada GHz membuat rentang jarak tranmisi dari telemetri ini bisa menjangkau hingga beberapa kilometer dengan kebutuhan daya yang kecil. Ditinjau dari konsumsi daya, pada frekuensi 433MHz daya yang dibutuhkan lebih rendah dari untuk setiap bitnya dibandingkan frekuensi lain yang lebih tinggi.

Sistem 433MHz disini juga menggunakan antena yang memiliki ukuran yang lebih kecil dengan atenuasi yang lebih rendah dibandingkan dengan frekuensi lain. Adapun spesifikasi modul telemetri kit 3DR dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Volume telemetri kit 3DR sangat kecil.
- b. Frekuensi yang beroperasi telemetri kit 3DR dapat dipilih antara: 433MHz-915MHz.
- c. *TX Output* telemetri kit 3DR bisa menapai 20 dBm ketika mengkonsumsi daya 100mW.
- d. Telemetri kit 3DR dapat menerima sensitivitas hingga -121dBm.
- e. Memiliki fitur *Adaptive Time Division Multiplex (TDM)*.
- f. Memiliki fitur *Frequency-Hopping Spread-Spectrum (FHSS)*.
- g. Telemetri kit 3DR Didukung oleh LBT dan AFA.
- h. Link serial telemetri kit 3DR transparan.
- i. Kecepatan transfer data telemetri kit 3DR sebesar 250Kbps.

- j. Telemetry kit 3DR dapat memperbaiki sekitar 25% dari kesalahan data.
- k. Telemetry kit 3DR menggunakan *amplifier* bilateral untuk mendapatkan cakupan yang lebih luas.
- l. Jangkauan transmisi dapat mencapai beberapa mil jauhnya dengan menggunakan antena kecil *omni-directional*.
- m. RT telemetry kit 3DR memiliki sistem untuk melakukan transmisi data dari jarak jauh secara tersebar.
- n. AT telemetry kit 3DR memiliki sistem untuk melakukan transmisi data secara tersebar.
- o. Berdasarkan HM-modul nirkabel TRP, radio ini dilengkapi dengan Si1000 8051 mikrokontroler dan modul radio Si4432.
- p. Radio ini memiliki *master collocates* dengan antena panjang dan *slave collocates* dengan antena pendek, sehingga dapat mengurangi beban pada pesawat.

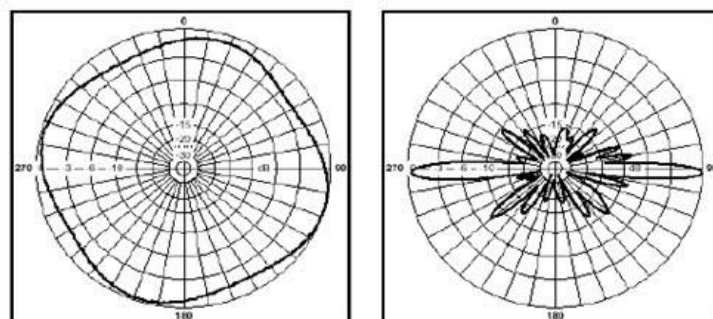
### **2.2.6 Antena *omni-directional***

Antena *omni-directional* adalah jenis antena yang memiliki karakteristik pancaran yang menyebar ke segala arah dengan memiliki daya yang sama. Agar antena *omni-directional* dapat menghasilkan cakupan yang luas, *gain* antena *omni-directional* tersebut harus difokuskan agar daya yang dipakai tersebar secara horizontal (mendatar) dan mengabaikan pola pancaran secara vertikal (dari atas ke bawah) sehingga antena dapat di letakkan di tengah sebagai pusatnya.



**Gambar 2.8** Antena *Omni-Directional*.

Keuntungan dari antena berjenis *omni-directional* adalah antena ini dapat melayani jumlah pengguna yang lebih banyak dan cakupan area yang luas. Namun kesulitannya dari antena *omni-directional* adalah pengalokasian frekuensi dari setiap sel agar antara satu dengan yang lainnya tidak terjadi interferensi. Antena *omni-directional* biasanya di gunakan pada kondisi yang memiliki base station terbatas dan cenderung untuk posisi pelanggan yang melebar.



**Gambar 2.9** Area pancaran Antena *Omni-Directional*.

(Sumber: [http://2.bp.blogspot.com/-uW\\_LfnDcmT0](http://2.bp.blogspot.com/-uW_LfnDcmT0), 2017)

## 2.2.7 Sistem Komunikasi

### 2.2.7.1 USART

USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*) adalah jenis transmisi data yang bisa digunakan secara *synchronous* maupun *asynchronous*. Karena kelebihanannya, ketika USART disandingkan dengan UART sudah dipastikan akan kompatibel. secara umum pengaturan dari mode *synchronous* dan *asynchronous* adalah sama. Yang menjadi pembedanya hanya terletak pada sumber clocknya. Untuk mode *asynchronous*, masing-masing peripheral memiliki sumber clocknya sendiri, sedangkan untuk mode *synchronous* hanya memiliki satu sumber clock yang digunakan bersama-sama. Oleh karena itu, dalam hardware mikrokontroler, mode *asynchronous* hanya memakai 2 pin yaitu RXD dan TXD, sedangkan untuk mode *synchronous* harus 3 pin yaitu RXD, TXD dan XCK.

Komunikasi serial data antara master dan slave pada SPI diatur melalui 4 buah pin yang terdiri dari SCLK, MOSI, MISO, dan SS sbb:

1. SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai *clock*.
2. MOSI jalur data dari master dan masuk ke dalam *slave*.
3. MISO jalur data keluar dari *slave* dan masuk ke dalam *master*.
4. SS (*slave select*) merupakan pin yang berfungsi untuk mengaktifkan *slave*.

USART Pada transmisi sinkron (USART), transmitter akan mengirimkan clock / timing signal sehingga device penerima tahu kapan membaca bit data berikutnya. Transmisi asinkron (UART) mengizinkan pengirim tidak memberikan clock sinyal pada penerima, sebagai gantinya untuk memulai transmisi pengirim mengirimkan start bit pada tiap byte data yang dikirimkan dan diakhiri dengan stop bit. Komunikasi dengan menggunakan USART dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan mode sinkron dimana pengirim data mengeluarkan pulsa/*clock* untuk sinkronisasi data, dan yang kedua dengan mode asinkron, dimana pengirim data tidak mengeluarkan pulsa/*clock*, tetapi untuk proses sinkronisasi memerlukan inisialisasi, agar data yang diterima sama dengan data yang dikirimkan. Pada proses inisialisasi ini setiap perangkat yang terhubung harus memiliki baud rate (laju data) yang sama. Pada mikrokontroler AVR untuk mengaktifkan dan mengeset komunikasi USART dilakukan dengan cara mengaktifkan register2 yang digunakan untuk komunikasi USART. (Nurchahyo,2015)