

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Definisi *Traffic Light*

2.1.1. *Traffic Light*[1]

Lalu lintas adalah suatu kegiatan yang terjadi pada jalan raya yang bertujuan dapat melakukan suatu transportasi. Melakukan suatu kegiatan dari satu tempat ke tempat lain merupakan suatu kewajiban manusia dalam kehidupan sehari-hari, seperti contohnya melakukan berpergian berangkat dari rumah pagi hari untuk bekerja ataupun yang lain kemudian pulang pada sore hari merupakan hakikat dari transportasi dalam kehidupan nyata. Transportasi yang paling sering digunakan adalah dengan menggunakan jalan raya sebagai prasarannya. Pada gambar 2.1 merupakan lampu lalu lintas.



Gambar 2.1 Lampu Lalu Lintas [5]

Pada penerapan transportasi darat yang terdapat di jalan raya seluruh bercampur, mulai dari mobil pribadi, sepeda motor, bus, truk, sepeda hingga becak. Percampuran inilah yang menyebabkan adanya aturan lalu lintas (*traffic rules*), seperti rambu lalu lintas, marka, arah arus, hingga parkir.

Aturan menjadi lebih rumit ketika satu ruas jalan bertemu dengan ruas jalan lain, yang disebut persimpangan. Hal yang perlu dicermati adalah keberadaan lampu merah dan lampu hijau.

Pada ruas jalan terdapat kemacetan yang diakibatkan tidak fleksibelnya durasi lampulalu lintas pada lampu warna merah dan lampu warna hijau. Tanpa disadari adalah tidak pernah menghitung berapa banyak melintas di ruas jalan tersebut dengan lalu lintas dalam sehari dan tidak memperhatikan berapa detik nyala waktu hijau dan waktu merah pada suatu ruas jalan. Yang sering terdengar adalah apabila nyala lampu merah terlalu lama, atau nyala lampu hijau terlalu singkat. Secara umum, apabila sebelum dilakukan pembangunan lampu lalu lintas pada satu ruas jalan tersebut, perlu dilakukan perencanaan, misal dapat mengatur hitungan pada lampu lalu lintas warna merah dan lampu warna hijau, sehingga pada ruasjalan tersebut tidak mengalami kemacetan. Untuk simpang bersinyal yaitu simpang yang dilengkapi dengan lampu lalu lintas atau Alat Pemberi Isyarat Lampu Lalulintas (APILL), sedangkan simpang tak bersinyal yakni simpang tanpa APILL, dan biasanya diatur dengan rambu. Dari sejarah, sebelum adanya APILL, yang berperan sebagai pengatur lalu lintas adalah petugas polisi lalu lintas.

Awal penemuannya diawali ketika suatu hari seseorang melihat tabrakan antara mobil dan kereta kuda. Kemudian orang tersebut berpikir bagaimana cara menemukan suatu pengatur lalu lintas yang lebih aman dan efektif. Sebenarnya ketika itu telah ada sistem perngaturan lalu lintas dengan sinyal *stop and go*. Di negara kita yaitu Indonesia, pengaturan lampu lintas ini tertuang dan dilindungi oleh Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Nomor 22 Tahun 2009, yaitu Pasal 25, Pasal 103, serta Pasal 106. Umumnya pengaturan pergantian nyala hijau pada suatu ruas jalan dalam suatu persimpangan biasanya searah jarum jam. Misalnya dalam persimpangan empat urutan nyala hijau adalah Utara-Timur-Selatan-

Barat. Namun aturan ini tidaklah baku, tergantung dari hasil analisis ahli lalu lintas berdasarkan volume dan komposisi lalu lintas serta geometri simpang. Lampu Lalu Lintas Menurut Penjelasan UU Lalu Lintas No. 14 tahun 1992 pasal 8 ayat 1 huruf C menyebutkan bahwa Pengertian alat pemberi isyarat lalu lintas adalah peralatan teknis berupa isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan bunyi untuk memberi peringatan atau mengatur lalu lintas orang dan/atau kendaraan di persimpangan, persilangan sebidang ataupun pada arus jalan. Jadi lampu lalu lintas dapat diartikan sebagai lampu yang digunakan untuk mengatur kelancaran lalu lintas di suatu persimpangan jalan dengan cara memberi kesempatan pengguna jalan dari masing-masing arah untuk berjalan secara bergantian. Pada setiap lampu lalu lintas terdapat 3 buah lampu yang berwarna merah, kuning, dan hijau. Merah berarti berhenti, kuning berarti hati-hati, sedangkan hijau berarti jalan. Setiap lampu lalu lintas akan mengatur laju kendaraan yang akan berjalan lurus dan berbelok ke kanan. Sedangkan belok kiri diperbolehkan langsung kecuali ada lampu lalu lintas atau rambu-rambu lalu lintas lain yang mengatur belokan ke kiri. Hal itu telah diatur di Penjelasan UU Lalu Lintas No.14 tahun 1992.

2.1.2. Tujuan *Traffic Light*[2]

Secara umum, lampu lalu lintas digunakan untuk mengatur arus lalu lintas, menghindari hambatan karena adanya perbedaan arus jalan bagi pergerakan kendaraan, memfasilitasi persimpangan antara jalan utama untuk kendaraan dan pejalan kaki dengan jalan sekunder sehingga kelancaran arus lalu lintas dapat terjamin dan meminimalisasi konflik kendaraan. Dinas perhubungan melakukan penelitian yang dimaksud dengan deskriptis. Indikator yang digunakan fungsi manajemen meliputi perencanaan, pengorganisasian, penggerakkan dan pengawasan. Teknik pengumpulan sampel dilakukan dengan cara purposive sampling. Teknik pengumpulan data menggunakan wawancara, observasi dan studi dokumentasi.[15] Dalam tujuannya meminimalisasi konflik, diperlukan adanya pemisahan

berdasarkan waktu untuk menghindari atau mengurangi adanya konflik primer maupun sekunder.

Pada hal ini konflik primer adalah terjadinya pertemuan yang didapat dari adanya aliran kelompok kendaraan dari persilangan jalan ataupun disalah satu ruas yang mengalami kemacetan (*crossing*). Sedangkan konflik sekunder adalah terjadinya pertemuan yang didapat bukan berasal dari aliran kelompok kendaraan dari persilangan jalan. Namun berasal dari pertemuan lalu lintas berlawanan lurus dengan jalan belok (*opposing straight-trought traffic*), dan pertemuan dengan arus pejalan kaki (*crossing pedestrians*). Pemisahan berdasarkan waktu untuk menghindari atau mengurangi adanya konflik primer maupun sekunder dikenal dengan istilah pengaturan fase. Pengaturan fase harus dilakukan analisis terhadap kelompok pergerakan kendaraan dari seluruh yang ada sehingga dapat terwujud:

1. Urutan yang optimum dalam perhitungan antara master dan slave.
2. Mempertimbangkan waktu pengosongan (*clearance time*).

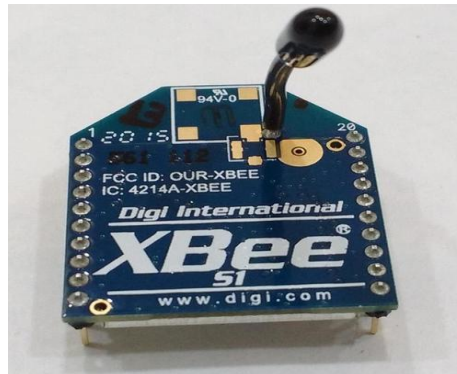
Jika hanya untuk memisahkan konflik primer yang terjadi maka pengaturan *fase* dapat dilakukan dengan dua fase. Hal ini dilakukan dengan masing-masing *fase* untuk satu jalur jalan. Pengaturan pada satu jalur yang mengalami kemacetan ini juga diterapkan untuk kondisi yang ada. Pergantian antar *fase* diatur dengan jarak waktu atau penyela jeda supaya terjadi kelancaran ketika jalur tersebut mengalami kemacetan. Istilah ini disebut dengan waktu antar hijau (*intergreen*) yang berfungsi sebagai waktu pengosongan (*clearance time*). Waktu antar hijau terdiri dari waktu semua merah (*all red*) yang bertujuan untuk disaat waktu semua merah (*all red*) untuk memberikan waktu pengosongan (*clearance time*) sehingga resiko kecelakaan dapat dikurangi. Hal ini dimaksudkan supaya akhir rombongan kendaraan pada satu ruas jalan tidak mengalami kemacetan. Besaran waktu semua merah sangat tergantung pada kondisi keadaan kendaraan di ruas jalan tersebut. Pertimbangan yang harus diperhitungkan adalah waktu percepatan dan jarak pada daerah *clearance time* pada satu ruas jalan yang mengalami

kemacetan. Secara khusus, seluruh pengaturan nyala lampu lalu lintas merupakan hasil analisis yang komprehensif dari ahli lalu lintas (*traffic engineer*) dan harus selalu diperbaharui (*update*) sesuai dengan kondisi lalu lintas eksisting. Ini akan mengurangi kemacetan serta menguntungkan pengguna jalan. Lampu lalu lintas yang rusak harus segera diperbaiki untuk mencegah kecelakaan dan agar pengguna jalan tidak merasa dirugikan apabila tiba-tiba lampu berfungsi kembali setelah lama tidak berfungsi.

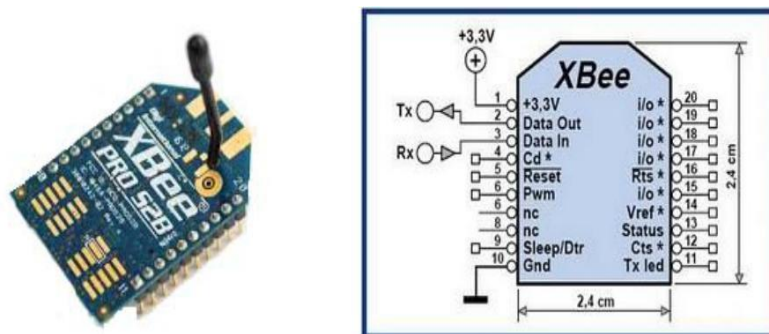
2.2. Komunikasi ZigBee

ZigBee adalah standar dari IEEE 802.15.4 untuk komunikasi data pada alat konsumen pribadi maupun untuk skala bisnis. ZigBee didesain dengan konsumsi daya yang rendah dan bekerja untuk jaringan personal tingkat rendah. Perangkat ZigBee biasa digunakan untuk mengendalikan sebuah alat lain maupun sebagai sebuah sensor yang *wireless*. ZigBee memiliki fitur dimana mampu mengatur jaringan sendiri, maupun mengatur pertukaran data pada jaringan. Kelebihan dari ZigBee lainnya adalah membutuhkan daya rendah, sehingga bisa digunakan sebagai alat pengatur secara *wireless* yang penginstalan hanya perlu dilakukan sekali, karena hanya dengan satu baterai dapat membuat ZigBee bertahan hingga setahun. ZigBee adalah spesifikasi untuk *protocol* komunikasi tingkat tinggi yang mengacu pada *standart* IEEE 802.15.4 yang berhubungan dengan *wireless* personel area *networks* (WPANs). Teknologi dari ZigBee sendiri dimaksudkan untuk penggunaan pengiriman data secara *wireless* yang membutuhkan transmisi data rendah dan juga konsumsi daya rendah, dan juga tidak lebih mahal dibandingkan dengan WPANs lain seperti *Bluetooth*. *Standart* ZigBee sendiri lebih banyak diaplikasikan kepada *system* tertanam (*embedded application*) seperti pengendalian industri atau pengendali alat lain secara *wireless*, data *logging*, dan juga sensor *wireless* dan lain-lain. ZigBee memiliki transfer *rate* sekitar 250 Kbps, yang lebih rendah dibandingkan dengan WPANs lain seperti *bluetooth* yang mempunyai transfer *rate* dengan 1 Mbps. Sedangkan jarak atau *range* kerja dari ZigBee sendiri sekitar 76

meter, yang dimana jaraknya lebih jauh dibandingkan dengan *Bluetooth*. Dengan konsumsi daya yang rendah.[6] Pada uraian diatas merupakan uraian dari komunikasi ZigBee dan ada bentuk fisik dari modul ZigBee tersebut seperti pada gambar 2.2 merupakan gambar fisik dari modul XBee S1 dan modul XBee S2 pada gambar 2.3, sebagai berikut :



Gambar 2.2 Modul XBee S1 [6]



Gambar 2.3 Modul XBee S2 Beserta Keterangan PIN [6]

Teknologi yang memenuhi spesifikasi dari ZigBee adalah perangkat dengan pengorerasian yang mudah, sederhana, membutuhkan daya sangat rendah serta biaya yang murah jika dibandingkan dengan WPANs lainnya, yakni *Bluetooth*. ZigBee fokus pada aplikasi Radio *Frekuensi* (RF) yang membutuhkan data tingkat rendah, baterai tahan lama, serta jaringan yang aman. ZigBee adalah standar jaringan mesh nirkabel dengan daya rendah dan biaya yang murah. Teknologi ZigBee banyak digunakan sebagai pengendali

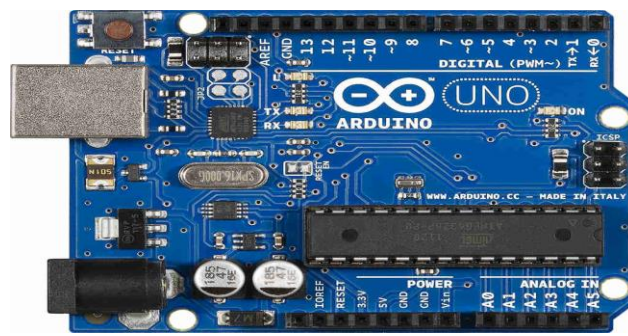
jaringan nirkabel dan aplikasi pemantau. Penggunaannya dengan daya yang rendah membuat bertahan lama bahkan dengan baterai berukuran lebih kecil. ZigBee tidak memiliki kemampuan seperti jaringan kabel listrik meskipun elemen-elemen lain dari rangkaian standar *OpenHAN* telah didukung oleh *OpenAMI* dan *Utility AMI* yang dapat langsung menghubungkan dengan stop kontak arus bolak-balik (AC). ZigBee tidak ditujukan untuk mendapatkan dukungan jaringan kabel listrik, namun lebih ditujukan untuk pengukuran cerdas dan aplikasi cerdas. Perencanaan ZigBee untuk kembali beroperasi melalui standar *OpenHAN*. Aliansi ZigBee adalah sebuah asosiasi perusahaan yang bekerja sama untuk melakukan pemantauan yang handal dan hemat.

Hubungan antara IEEE 802.15.4 dengan ZigBee adalah serupa dengan antara IEEE 802.11 dengan aliansi Wi-Fi. *ZigBee 1.0* telah disahkan pada tanggal 14 Desember 2004 dan telah tersedia untuk para anggota dari ZigBee.

2.3. Perangkat Keras

2.3.1 Arduino Uno

Arduino didefinisikan sebagai sebuah platform elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan yang ditujukan untuk seniman, desainer, hobi, dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino juga disebut sebagai sebuah *platform* komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada *board input-ouput* sederhana. Yang dimaksud dengan platform komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan menjawab situasi dan kondisi. Berikut gambar Arduino Uno pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Arduino Uno [7]

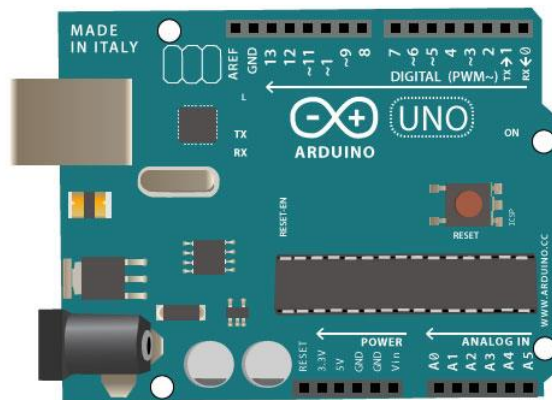
Arduino terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu *arduino board*, sebagai bagian dari perangkat keras dan *Arduino Integrated Development Environment (IDE)*. *Arduino board* berfungsi untuk membuat sketsa dan melakukan percobaan langsung untuk menghubungkan ke berbagai macam masukan maupun keluaran, sedangkan *Arduino IDE* merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menuliskan program yang akan dimasukkan ke dalam arduino.

Kelebihan Arduino dari platform *hardware* mikrokontroler lain adalah:

- a. IDE Arduino merupakan *multiplatform* yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi seperti Windows, Macintosh dan Linux.
- b. Arduino dibuat berdasarkan pada IDE *processing* yang sederhana sehingga mudah digunakan.
- c. Pemrograman Arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan *port* USB, bukan *port* serial. Fitur ini berguna karena banyak komputer yang sekarang ini tidak memiliki *port* serial.
- d. Arduino adalah *hardware* dan *software open source* sehingga bisa diunduh tanpa harus membayar ke pembuat Arduino.
- e. Biaya *hardware* cukup murah sehingga tidak terlalu menakutkan untuk membuat kesalahan.
- f. Proyek Arduino ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan sehingga bagi pemula akan lebih cepat dan mudah mempelajarinya.

g. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet yang dapat membantu setiap kesulitan yang dihadapi.

Pada saat ini, arduino sangatlah populer di seluruh dunia. Dengan adanya arduino ini banyak pemula yang mengenal robotika dan elektronika dikarenakan mudah dipelajari. Tetapi bukan hanya pemula saja yang banyak menggunakannya, orang – orang yang sudah professional di dalam hal robotika dan elektronika juga senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan arduino. Faktor penting yang mendorong seseorang untuk menggunakan arduino dikarenakan bahasa yang dipakai arduino bukanlah bahasa *assembler* melainkan bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka pada arduino. Berikut gambar 2.5 mengenai Arduino Uno beserta keterangan:



Gambar 2.5 Arduino Uno [4]

Berikut keterangan mengenai dari bagian-bagian di Arduino Uno :

a). Power

Arduino Uno dapat di-*supply* langsung ke USB atau *power supply* tambahan yang pilihan *power* secara otomatis berfungsi tanpa saklar.

b). VIN

PIN VIN adalah PIN yang digunakan jika ingin memberikan *power* langsung ke board Arduino dengan rentang tegangan yaitu 7V-12V.

c). 3.3

PIN tegangan 3.3 volt adalah PIN output di mana pada PIN tersebut disediakan tegangan 3.3 V yang telah melalui regulator.

d). GND yaitu PIN Ground atau PIN negatif.

e). IOREF

PIN ini penyedia referensi tegangan agar mikrokontrol beroperasi dengan baik. Memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan pada *output* untuk bekerja dengan 5V atau 3.3V.

f). Serial

Terdiri dari dua PIN yaitu RX dan TX. Sebagai penerima (RX) dan pemancar (TX) data serial data.

g). External Interrupts

Yaitu terdapat pada PIN 2 dan PIN 3. PIN ini berfungsi untuk mengaktifkan interrupts.

h). PWM

PIN 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 melayani *output* 8-bit PWM dengan fungsi `analogWrite()`.

i). SPI

10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). PIN yang *support* komunikasi SPI menggunakan SPI *library*.

j). LED

PIN 13 terhubung *built-in* LED yang dikendalikan oleh digital PIN nomor 13.

k). TWI

PIN A4 atau PIN SDA dan A5 atau PIN SCL mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan *Wire Library*, dengan berikut digunakan pada Arduino Uno.

l). AREF

Tegangan referensi untuk *input* analog digunakan fungsi `analogReference()`.

m). Reset

Meneka jalur LOW untuk mereset mikrokontroler, terdapat tambahan tombol *reset* untuk melindungi salah satu blok.[13]

2.3.2 Modul XBee

XBee adalah salah satu modul dari sebuah perangkat komunikasi data wireless yang bekerja dalam frekuensi 2,4 GHz yang menggunakan protokol standar IEEE 802.15.4. Modul XBee terbagi dari 2 *series*, yaitu *series 1* dan *series 2*:

2.3.2.1 XBee Series 1

Salah satu contoh modul RF yang bekerja menggunakan teknologi DSSS adalah modul RF XBee *Series 1*. Modul RF XBee *series 1* ini merupakan radio *frequency transceiver* yaitu mendukung komunikasi secara *full duplex*. XBee *series 1* bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dengan menggunakan *standart* IEEE 802.15.4. Radio *frequency transceiver* ini merupakan sebuah modul yang terdiri dari RF *receiver* dan RF *transmitter* dengan *interface* serial UART *asynchronous*. Pengaturan beberapa parameter modul dapat dilakukan dengan menggunakan program X-CTU. Modul ini dapat digunakan untuk beberapa aplikasi pengiriman data sensor dan penentuan besarnya kuat sinyal yang diterima di sisi penerima yang dapat dijadikan sebagai referensi jarak antara sisi kirim dan sisi terima. XBee merupakan pemancar sekaligus penerima gelombang radio frekuensi yaitu frekuensi sebesar 2,4 GHz. Penggunaan Xbee pada alat ini menggunakan

komunikasi yang dapat langsung digunakan pada USB. Berikut gambar 2.6 Modul XBee *Series 1*.



Gambar 2.6 Modul XBee Series 1 [6]

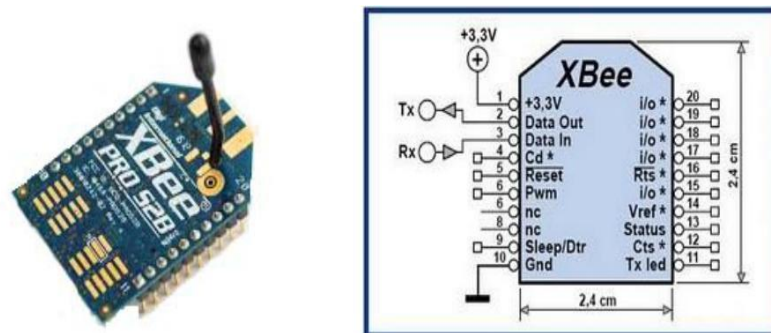
2.3.2.2 XBee Series 2

Modul RF XBee S2 merupakan perangkat yang berfungsi sebagai protokol komunikasi nirkabel. Perangkat *wireless* yang membutuhkan daya rendah ini cocok untuk implementasi pada jaringan sensor nirkabel karena harganya yang relatif murah. Modul yang beroperasi pada frekuensi band ISM (*Industrial, Scientific & Medical*) 2,4 GHz ini menyajikan kemampuan untuk pengiriman data antar perangkat dengan kemampuan kisaran jarak yang bervariasi tergantung pada kondisi dan tempat (*indoor & outdoor*). Protokol XBee Pro ini disiapkan untuk aplikasi yang memerlukan kecepatan data dan konsumsi daya rendah.

a. Arsitektur XBee Series 2

Perangkat ini memiliki 20 pin dengan fungsi yang berbeda-beda. Untuk koneksi minimum, dibutuhkan pin VCC, GND, DOUT & DIN, sedangkan untuk dapat melakukan *update firmware*, dibutuhkan koneksi pin VCC, GND, DIN, DOUT, RTS & DTR. VCC dan GND untuk tegangan suplai, DOUT merupakan pin Transmit (TX), DIN merupakan pin *Receive* (RX), RESET merupakan pin *reset* XBee PRO dan yang terakhir adalah PWM/RSSI merupakan indikator bahwa ada penerimaan data yang

biasanya dihubungkan ke led yang di-*drive* oleh transistor. Untuk mengaktifkan XBee dibutuhkan *supply* tegangan sebesar 3.3 V. XBee merupakan modul *tranceiver*, dengan mekanisme pengiriman data secara serial. Pin -pin untuk mengirim dan menerima data ada di pin 2 sebagai pin data OUT (Tx) dan pin 3 sebagai pin data IN (Rx). sehingga sangat penting untuk mengetahui pin Tx dan Rx. Bentuk fisik dan konfigurasi PIN XBee Pro S2 ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Bentuk Fisik dan Konfigurasi PIN XBee Series 2 [6]

b. Konsep Pengalamatan Pada XBee Series 2

Semua perangkat ZigBee memiliki dua alamat yang berbeda, yaitu alamat 64-bit dan alamat 16-bit. *Source Address* unik 64-Bit IEEE ditetapkan oleh pabrik dan dapat dibaca dengan perintah SL (*Serial Number Low*) dan SH (*Serial Number High*). Sedangkan pengalamatan 16-bit harus dikonfigurasi secara manual. Pada mode pengalamatan 16-bit digunakan *range* alamat dari 0 – 0xFFFF. Modul akan menggunakan alamat 64-bit jika nilai pada *Source Address* DL (mode alamat 16-bit) adalah “0xFFFF” atau “0xFFFE”. Untuk mengirimkan paket ke spesifik modul menggunakan alamat 64-bit, *Destination Address* (DL+DH) dari pengirim harus disesuaikan dengan *Source Address* (SL + SH) dari modul tujuan. Sedangkan untuk mengirimkan paket data menggunakan alamat 16-bit, pada sisi *Destination*

Address Low (DL) disesuaikan dengan *Source Address* (SL) pada modul tujuan dan untuk nilai *Destination Address High* (DH) diatur '0'. Paket data XBee dapat dikirim secara *Unicast* atau *Broadcast*.

A. *Unicast Mode*

Transmisi *unicast* adalah pengiriman data dari satu perangkat ke perangkat sumber tujuan lain. *Unicast Mode* adalah satu- satunya mode yang mendukung pengulangan. Dalam mode ini modul *receiver* mengirim paket *acknowledgement* (ACK) RF ke pemancar *transmitter*. Jika modul pengirim tidak menerima ACK, maka paket tersebut akan dikirim ulang hingga tiga kali atau sampai ACK diterima. Berikut ini adalah gambar contoh untuk setting perangkat XBee yang melakukan pengiriman data secara *unicast* antara *router* dan *coordinator*.

Pada konsep pengalamatan, alamat SH dan SL merupakan *source address* yang sudah ditentukan oleh pabrik. Sedangkan DL dan DH merupakan *destination address* atau alamat XBee lain yang menerima data. PAN ID dari kedua XBee harus sama, supaya menandakan kedua XBee dalam jaringan yang sama. Ilustrasi komunikasi *unicast mode* ditunjukkan pada gambar 3. Perhatikan, alamat SL dari *Coordinator* menjadi DL dari *Router*,

B. *Broadcast Mode*

Mode transmisi *broadcast* dalam protokol XBee dimaksudkan untuk menyebarkan paket data ke seluruh node dalam satu jaringan PAN sehingga semua *node* menerima data *broadcast* yang dikirimkan. Untuk *broadcast mode*, di salah satu node yang akan membroadcast informasi, nilai DL diubah menjadi "0xFFFF" dan nilai DH menjadi "0". Sedangkan pada node yang lain DL nya diisi dengan SL dari node yang mem-*broadcast* informasi XBee series 2 dapat digunakan untuk komunikasi dengan jangkauan 40 meter

indoor dan 120 meter outdoor. Xbee series 2 atau ZigBee hanya memiliki kecepatan komunikasi maksimal 250 kbps.

2.3.3 Sensor Pendeteksi Objek

Pada Tugas Akhir mengenai “Rancang Bangun Pengendali Lampu Lalu Lintas Menggunakan Komunikasi ZigBee Berbasis Arduino” tersebut dibutuhkan adanya 2 buah pasang yaitu Infra merah dan *Photodiode*.

2.3.3.1 Infra Merah

Inframerah merupakan sebuah komponen yang dapat memancarkan cahaya yang tidak tampak yang disebabkan oleh radiasi yang ditimbulkan oleh cahaya inframerah yang memiliki panjang gelombang antara 700 nm sampai 1 mm dan berada pada spektrum berwarna merah. Tetapi meskipun cahaya dari sensor inframerah tidak kelihatan namun radiasi panas yang ditimbulkan oleh cahaya sensor infra merah masih dapat dirasakan dan terdeteksi. Secara umum, karakteristik dari cahaya yang ditimbulkan oleh sensor infra merah sama dengan cahaya yang dapat dilihat oleh mata dikarenakan cahaya dari sensor inframerah maupun dari cahaya yang dapat dilihat oleh mata tidak dapat menembus media yang tidak dapat melewati cahaya. Cahaya infra merah merupakan hasil dari radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang yang dimana panjang gelombang yang tampak akan lebih panjang dari cahaya yang tampak.



Gambar 2.8 Bentuk Fisik Infra Merah [1]

Pada rangkaian dari sensor infra merah dibutuhkan sebuah photodetektor yang memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap cahaya yang berfungsi sebagai pendeteksi atau penerima cahaya merah yang ditransmisikan oleh sensor infra merah yang selanjutnya akan dilakukan pengkodean data biner pada sisi penerima. Komponen detektor tersebut adalah *photodiode* dan *phototransistor*, komponen – komponen inilah yang akan merubah cahaya merah yang dihasilkan dari sensor menjadi pulsa-pulsa yang berbentuk sinyal listrik, dikarenakan *photodiode* memiliki respon terhadap cahaya infra merah yang lebih baik daripada *phototransistor* maka *photodiode*-lah yang sangat sesuai digunakan pada rangkaian ini.

2.3.3.2 Photodiode

Photodiode merupakan piranti semikonduktor dengan struktur yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam keadaan terbalik, untuk mendeteksi cahaya. Ketika energi cahaya dengan panjang gelombang yang benar jatuh pada sambungan photodiode maka arus mengalir dalam sirkuit eksternal. Komponen ini kemudian akan bekerja sebagai generator arus, yang arusnya sebanding dengan intensitas cahaya. *Photodiode* merupakan piranti semikonduktor dengan struktur sambungan p-n yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam keadaan terbalik, untuk mendeteksi cahaya.



Gambar 2.9 Bentuk Fisik *Photodiode* [1]

Ketika energi cahaya dengan panjang gelombang yang benar jatuh pada sambungan *photodiode*, arus mengalir dalam sirkuit eksternal. Komponen ini kemudian akan bekerja sebagai generator arus, yang arusnya sebanding dengan intensitas cahaya

2.3.4 *Liquid Crstal Display (LCD 16X2)*

Liquid Crstal Display (LCD) ialah suatu *display* dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot *matriks*. Penggunaan LCD sangat praktis dikarenakan konsumsi daya yang rendah, lebih ringan dan tampilan yang dihasilkan lebih bagus. Pada *Liquid Crstal Display (LCD)* terdapat dua susunan dimensi yang dibagi menjadi dalam baris dan kolom yang mana pada pembuatan prototipe ini, perancang menggunakan *Liquid Crstal Display (LCD)* 16x2.

Penggunaan *Liquid Crstal Display (LCD)* akan mempermudah menampilkan hasil dari perancangan yang telah dilakukan, yaitu menampilkan hasil scanning berupa jumlah obyek yang melintas di masing-masing ruas jalan baik itu utara, barat, selatan, dan timur.[14] Untuk perancangan prototipe dengan menggunakan *Liquid Crstal Display (LCD)* 16x2 dengan baris dan kolomnya digunakan untuk menampilkan jumlah obyek yang melintas di masing-masing ruas jalan. Gambar 2.10 merupakan bentuk fisik dari *Liquid Crstal Display (LCD)* 16x2.



Gambar 2.10 Bentuk Fisik 16x2 [8]

Berikut penjelasan PIN pada *Liquid Crstal Display* (LCD) 16x2 :

- a. PIN data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan *Liquid Crstal Display* (LCD) 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

Tabel 2.1 Fungsi PIN pada *Liquid Cristal Display* (LCD) 16x2

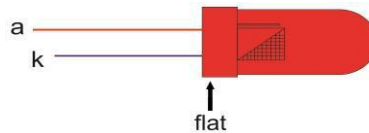
Pin No	Function	Name
1	<i>Ground (0V)</i>	<i>Ground</i>
2	<i>Supply voltage; 5V (4.7V – 5.3V)</i>	Vcc
3	<i>Contrast adjustment; through a variable resistor</i>	VEE
4	<i>Selects command register when low; and data register when high</i>	<i>Register Select</i>
5	<i>Low to write to the register; High to read from the register</i>	<i>Read/write</i>
6	<i>Sends data to data pins when a high to low pulse is given</i>	<i>Enable</i>
7	<i>8-bit data pins</i>	DB0
8		DB1
9		DB2
10		DB3
11		DB4
12		DB5
13		DB6
14		DB7
15	<i>Backlight VCC (5V)</i>	Led+
16	<i>Backlight Ground (0V)</i>	Led-

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, penggunaan *Liquid Crstal Display* (LCD) sangat mudah dalam proses pengoprasiannya. Untuk dapat mengoprasikan *Liquid Crstal Display* (LCD) hanya diperlukan daya yang sangat rendah. Selain itu untuk *contrast* dari LCD tersebut dapat diatur dengan hanya menambahkan komponen elektronika seperti resistor yang akan memberikan tegangan *contrast* pada *Liquid Crstal Display* (LCD) tersebut. Selain itu *Liquid Crstal Display* (LCD) juga telah dilengkapi dengan pengontrol yang sudah menyatu dengan *Liquid Crstal Display* (LCD) tersebut. *Liquid Crstal Display* (LCD) memiliki 16 PIN konektor yang memiliki fungsi masing-masing. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, pengaturan kecerahan dari *Liquid Crstal Display* (LCD) dapat diatur dengan menggunakan resistor trimpot. Untuk konfigurasi antara *Liquid Crstal Display* (LCD) dan resistor trimpot.

2.3.5 *Light Emitting Diode* (LED)

LED merupakan singkatan dari *Light Emitting Diode*. Dari sisi penggolongan, *Light Emitting Diode* (LED) merupakan komponen aktif bipolar semikonduktor, karena itu hanya mampu mengalirkan arus dalam satu arah. Untuk menyalakan *Light Emitting Diode* (LED), cukup dengan mengalirkan arus dari anoda ke katoda *forward biass* dengan beda potensial minimum berkisar antara 1,5 hingga 2 volt dan arusnya berkisar di 20 mA. Perlu diperhatikan juga bahwa *Light Emitting Diode* (LED) juga memiliki tegangan nyala maksimum, jika tegangan tersebut terlewati maka LED akan rusak. Di Pasaran umumnya *Light Emitting Diode* (LED) dikemas berkaki dua (katoda dan anoda) dengan bermacam-macam warna nyala. Untuk membedakan kedua kaki tersebut, kaki anoda biasanya dibuat lebih panjang daripada katoda. Harganya sangat terjangkau, berkisar dari 250 rupiah hingga beberapa ribu rupiah. *Light Emitting Diode* (LED) banyak digunakan untuk indikator dan transmisi sinyal atau bahkan untuk penerangan. *Light Emitting*

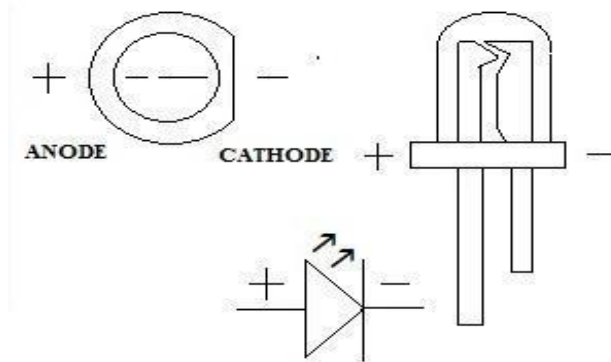
Diode (LED) banyak digunakan karena hemat daya, tahan lama dan ekonomis, maka jika popularitas *Light Emitting Diode* (LED) mengalahkan tabung nixie maupun lampu pijar.



Gambar 2.11 *Light Emitting Diode* (LED) [3]

Light Emitting Diode (LED) harus dihubungkan dengan langkah yang tepat, gambar 2.11 menunjukkan label a atau + untuk anoda dan k atau - untuk katoda pada kaki *Light Emitting Diode* (LED). Katoda memiliki kaki yang lebih pendek. Di dalam sebuah *Light Emitting Diode* (LED), katoda memiliki kandungan elektroda yang lebih besar. *Light Emitting Diode* (LED) dapat rusak oleh panas saat disolder, meskipun resiko yang ditimbulkan akan sangat kecil. *Light Emitting Diode* (LED) atau dioda pemancar cahaya merupakan sebuah jenis dioda yang dapat memancarkan cahaya apabila diberikan tegangan. Kegunaan dari *Light Emitting Diode* (LED) sendiri digunakan sebagai lampu indikator yaitu dalam hal ini sebagai indikator lampu *traffic light*.

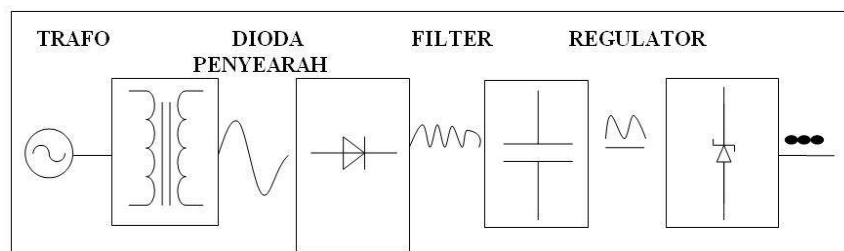
Light Emitting Diode (LED) adalah salah satu komponen elektronik yang tidak asing lagi di kehidupan manusia saat ini. Pada saat ini *Light Emitting Diode* (LED) sudah banyak digunakan, seperti untuk penggunaan lampu permainan anak-anak, untuk rambu-rambu lalu lintas, lampu indikator peralatan elektronik hingga ke industri, untuk lampu emergency, untuk televisi, komputer, pengeras suara (*speaker*), harddisk eksternal, proyektor, *Light Emitting Diode* (LED) dan berbagai perangkat elektronik lainnya sebagai indikator bahwa sistem sedang berada dalam proses kerja, dan biasanya berwarna merah atau kuning. *Light Emitting Diode* (LED) ini banyak digunakan karena konsumsi daya yang dibutuhkan tidak terlalu besar yaitu tegangan sebesar 3 Volt (normalitasnya) dengan arus 10-150 mA. Pada gambar 2.12 merupakan bentuk fisik dan simbol dari *Light Emitting Diode* (LED).



Gambar 2.12 Bentuk Fisik dan Simbol [3]

2.3.6 Catu Daya

Bagian terpenting pada sebuah rangkaian elektronika adalah Catu daya, karena catu daya merupakan sumber energi dari sebuah rangkaian. Terdapat dua buah sumber tegangan yaitu DC (*Direct Current*) dan AC (*Alternating Current*). Sedangkan dalam kebiasaan sehari-hari banyak menggunakan arus AC, maka dari itu diperlukan *power supply* untuk dapat mengubah sumber tegangan AC menjadi DC. *Power supply* sendiri merupakan kumpulan dari beberapa perangkat elektronika diantaranya ialah *trafo*, penyearah (*rectifier*), *filter* dan *regulator*^[10]. *Power supply* memperoleh sumber tegangan dari PLN sebesar 220 VAC yang kemudian diturunkan menjadi 12 VAC dengan menggunakan *trafo*. Berikut gambar 2.13 gambar blok diagram catu daya :



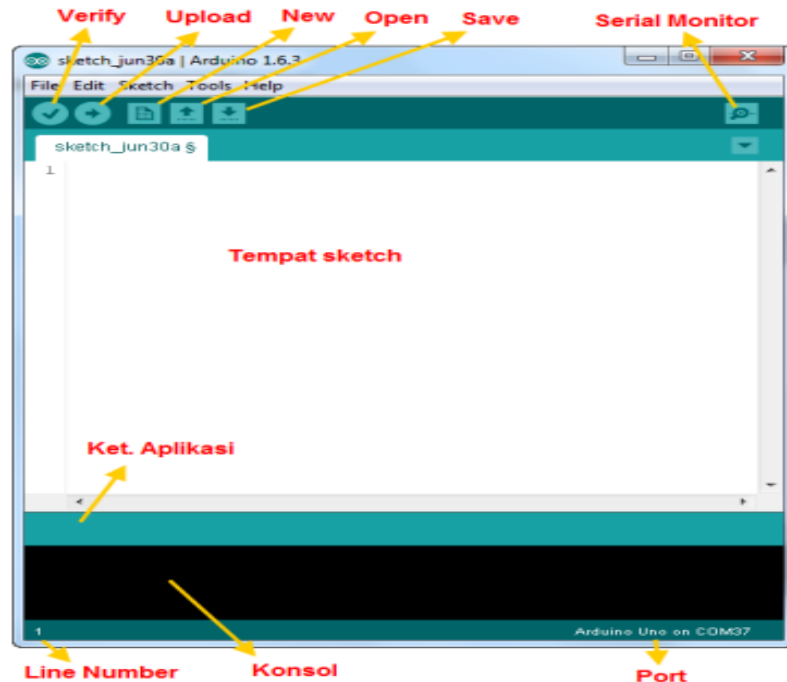
Gambar 2.13 Blok Diagram Rangkaian Catu Daya [9]

Tegangan 12 VAC lalu disearahkan dengan menggunakan *dioda bridge* sehingga menghasilkan tegangan DC keluaran dari *diode bridge* ini masuk ke dalam IC *regulator* yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan. IC *regulator* yang digunakan adalah 7805 yang menghasilkan keluaran sebesar +5 volt.

2.4 Perangkat Lunak

2.4.1 Arduino *Integrated Development Environment* (IDE)

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk memprogram pada modul Arduino Uno. Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk memprogram Arduino *board*, disini memerlukan suatu aplikasi *Integrated Development Environment* (IDE) bawaan dari Arduino. Aplikasi ini digunakan untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino (*Sketches*, para *programmer* menyebut *source code* Arduino dengan istilah "*sketches*"). *Sketch* merupakan *source code* yang memiliki logika dan algoritma yang akan dimasukkan pada *Integrated Circuit* (IC) mikrokontroler Arduino.



Gambar 2.14 Tampilan Software Arduino IDE [10]

Toolbar IDE Arduino tersebut terdiri dari:

- a. *Verify / Compile*, merupakan sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode-kode biner. Mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Kode biner adalah yang bisa dipahami oleh Mikrokontroler. Maka dari itu *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- b. *Upload*, merupakan sebuah modul yang digunakan untuk meng-*upload* kode dalam *sketch* ke Arduino.
- c. *New*, merupakan sebuah tombol untuk membuat *sketch* baru dan *sketch* ini berupa *sketch* kosong yang nantinya digunakan untuk memasukkan kode program ke dalamnya.
- d. *Open*, merupakan sebuah tombol untuk membuka daftar *sketch* pengguna maupun membuka contoh *sketch* yang sudah disediakan.
- e. *Save*, merupakan tombol untuk menyimpan *sketch*. Setelah selesai meyimpan akan muncul pesan di bagian bawah *window*.
- f. *Serial Monitor*, merupakan *tool* yang sangat berguna, terutama untuk *debugging* kode. Monitor menampilkan data *serial* yang dikirim keluar dari Arduino (*USB* atau *Serial Board*). Ini juga dapat mengirim data *serial* kembali ke Arduino menggunakan *Serial Monitor*.

Tabel 2.2 Nama Bagian Arduino IDE

Nama Bagian	Keterangan
<i>Verify</i>	Sebelum <i>source code</i> diupload ke <i>board</i> Arduino, biasakan untuk memverifikasi terlebih dahulu <i>sketch</i> yang dibuat. Jika ada kesalahan pada <i>sketch</i> , nanti akan muncul eror.
<i>Upload</i>	Berfungsi untuk mengupload <i>sketch</i> ke <i>board</i> Arduino. Walaupun tidak mengklik tombol <i>verify</i> , maka <i>sketch</i> akan di <i>compile</i> , kemudian langsung diupload ke <i>board</i> .
<i>New Tab</i>	Berfungsi untuk membuat <i>sketch</i> baru.

Nama Bagian	Keterangan
<i>Open</i>	Membuka <i>sketch</i> yang sudah pernah dibuat.
<i>Save</i>	Menyimpan <i>sketch</i> , tapi tidak disertai mengcompile.
<i>Serial Monitor</i>	Membuka <i>interface</i> untuk komunikasi serial.
<i>Editing Sketch</i>	Tempat untuk menuliskan <i>source code</i> .
<i>Console</i>	Pesan – pesan akan muncul pada bagian ini. Misal, ketika mengcompile atau ketika ada kesalahan pada <i>sketch</i> yang dibuat, maka informasi eror dan baris akan diinformasikan di bagian ini.
<i>Board dan Serial Port Selection</i>	Bagian ini menginformasikan <i>board</i> yang digunakan dan <i>port</i> mana yang digunakan.

Pada Arduino IDE terdapat perintah. Berikut perintah-perintah yang terdapat pada Arduino IDE beserta penjelasannya :

1. Struktur Pemrograman Arduino

Pada Arduino IDE menggunakan Bahasa pemrograman sendiri. Berikut ini merupakan contoh Bahasa pemrograman pada Arduino IDE.

```
void setup( )
{
  //Statement
}
void loop( )
{
  //Statement
}
```

Bagian void setup() merupakan inisialisasi yang hanya dijalankan sekali pada awal program. Bagian void loop() merupakan bagian untuk mengeksekusi program yang akan dijalankan berulang-ulang.

a. Variable

Variable adalah sebuah penyimpanan nilai yang dapat digunakan dalam program. *Variable* harus diikutsertakan tipe serta nilai awalnya.

```
Int inputVariable = 0;
inputVariable = analogRead(3);
```


Bagian baris pertama merupakan mendefinisikan sebuah variabel bernama `inputVariable` dengan kondisi nilai awal 0.

b. Konstanta

1. *True/False*

Merupakan konstanta Boolean yang mendefinisikan *logic level*.

False mendefinisikan 0 dan *True* mendefinisikan 1.

```
If ( b == TRUE)
{
//Statement
}
```

2. *High/Low*

Konstanta ini mendefinisikan aktifitas pin *HIGH* atau *LOW* dan digunakan ketika membaca dan menulis ke pin digital. *HIGH* didefinisikan sebagai 1 dan *LOW* didefinisikan sebagai 0.

```
DigitalWrite(13, HIGH);
```

3. *Input/Output*

Konstanta ini digunakan dengan `pinMode()` untuk mendefinisikan mode pin digital, sebagai *input* atau *output*.

```
pinMode (13, OUTPUT);
```

c. *Flow Control*

1. *If...Else*

If operator, contoh penggunaannya dapat digunakan pada saat menguji sebuah kondisi apabila tidak sesuai dengan kondisi yang pertama maka akan mengeksekusi baris program yang di *else*.

```
If (inputPin == HIGH )
{
//Laksanakan rencana A
}
Else
{
//Laksanakan rencana B
}
```

2. *Do...While*

Sama seperti `while()` hanya saja pada *Do...While* tidak melakukan pengecekan pada awal tapi di akhir, sehingga otomatis akan melakukan satu kali baris perintah walaupun pada awalnya sudah terpenuhi.

```
Do
{
//Statement
}
While (someVariable ?? value)
```

d. *Time*

1. *Delay (ms)*

Menghentikan program untuk sementara sesuai dengan yang dikehendaki, satuannya *millisecond*.

```
Delay(3000); //menghentikan selama 3000ms
```

e. *Serial*

1. `Serial.begin (rate)`

Pernyataan ini digunakan untuk mengaktifkan komunikasi serial dan mengatur *baudrate*.

```
Serial.begin(9600); /*membuka serial port dan
mengatur baudrate 9600 bps*/
```

2. `Serial.print ()`

Pernyataan ini digunakan untuk mengirim isi variabel data ke PIN serial dan implikasinya akan membuat isi data ditampilkan di penampilan informasi PIN serial di komputer.

```
Serial.print(inputString); /*Untuk mengirim
kalimat pada komunikasi serial8*/
```

f. Komentar1. *//Line* komentar

Semua pernyataan yang ada tidak akan dieksekusi jika diawali dengan dua garis miring ” // ” (komen)

2. */*...*/* Blok komen

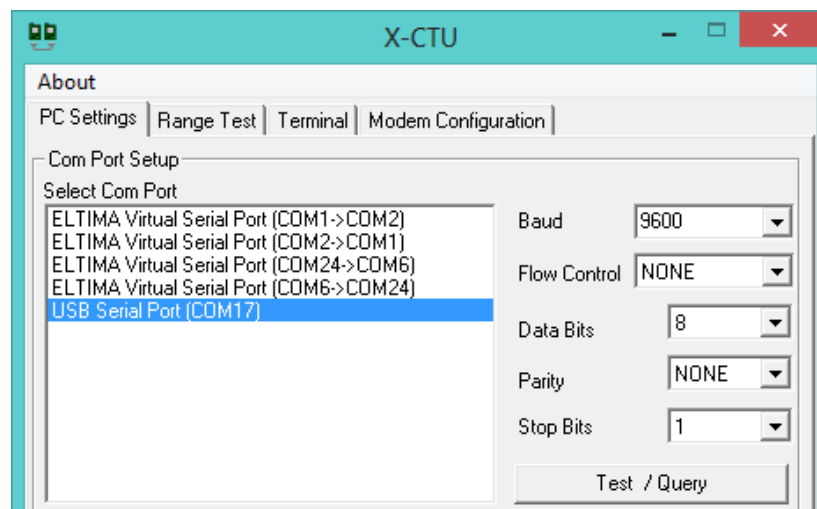
Semua yang ada dalam blok ini tidak akan dieksekusi dan tidak akan di *compile* sehingga tidak mempengaruhi besar program yang dibuat untuk dimasukkan dalam Arduino *board* [19].

g. EERPRM

Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EPROM) adalah *chip* memori tidak-terhapus yang dipakai dalam mikrokontroler, komputer dan peralatan elektronik lain untuk menyimpan sejumlah konfigurasi data pada alat elektronik tersebut yang tetap harus terjaga meskipun catu daya dimatikan.

2.4.2 Software X-CTU

Software X-CTU merupakan *software* yang digunakan untuk mengkonfigurasi Xbee agar dapat berkomunikasi dengan Xbee lainnya. X-CTU adalah sebuah aplikasi yang dimana program ini dirancang oleh Digi untuk berinteraksi dengan XBee. Pada aplikasi ini *user* bisa meng-*update firmware* XBee dari *coordinator* menjadi *Router / End device*. Berikut gambar 2.15 tampilan pada aplikasi X-CTU :



Gambar 2.15 Tampilan Software X-CTU [11]

Berikut penjelasan mengenai bagian-bagian yang terdapat pada software X-CTU :

1. *PC Settings*

Pada tab ini memungkinkan pengguna untuk memilih *COM port* yang diinginkan dan mengkonfigurasi *port* tersebut sesuai pengaturan XBee yang diinginkan. Terdapat tombol *Test / Query* pada tab *PC Settings*, tombol ini digunakan untuk menguji *COM port* yang telah dipilih.

2. *Range Test*

Pada tab *range test* ini, pengguna dapat melakukan pengujian *range test* antara dua XBee dengan mengirimkan paket data yang ditentukan pengguna dan memverifikasi apakah paket data yang dikirim sama dengan yang diterima.

3. *Terminal*

Pada *tab* ini, pengguna memungkinkan akses ke *COM port* komputer dengan program terminal *emulation*.

4. Modem Configuration Tab

Pada tab ini, pengguna dapat melakukan pemrograman pada pengaturan *firmware* Xbee dan merubah versi *firmware*nya melalui *Graphical User Interface* (GUI).