

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penerangan Jalan Umum (PJU)**

Lampu jalan atau dikenal juga sebagai penerangan jalan umum adalah lampu yang digunakan untuk penerangan jalan di malam hari sehingga mempermudah pengguna jalan dan pengendara kendaraan dapat melihat dengan lebih jelas jalan/medan yang akan dilalui pada malam hari, sehingga dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas dan keamanan dari para pengguna jalan.

Penerangan jalan umum dikawasan perkotaan memiliki fungsi antara lain:

1. Sebagai alat bantu navigasi jalan.
2. Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, khususnya pada malam hari.
3. Mendukung keamanan lingkungan
4. Memberikan keindahan lingkungan jalan.

#### **2.2 *Internet of Things (IoT)***

*Internet of Things*, atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif.

### 2.2.1 Pengertian *Internet of Things (IoT)*

*Internet of Things (IoT)* dapat didefinisikan kemampuan berbagai *device* yang bisa saling terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet. *Internet of Things (IoT)* merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet. sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung (Efendi, 2018).

*Internet of Things (IoT)* adalah Jaringan objek cerdas yang sifatnya terbuka dan komprehensif yang memiliki kapasitas untuk mengatur otomatis, berbagi informasi, data, dan sumber daya, bereaksi dan bertindak dalam menghadapi situasi dan perubahan lingkungan (Roihan et al., 2016). *Internet of Things (IoT)* semakin berkembang dan terus menjadi konsep terbaru yang paling banyak dibicarakan pada dunia TI.

Dalam beberapa tahun terakhir, sejumlah besar makalah telah mengusulkan desain dan implementasi dari *gateway IoT* untuk *smart home* dengan kabel, nirkabel, dan terintegrasi baik kabel dan nirkabel. Dengan sistem otomatisasi rumah berkabel, beberapa peneliti sistem yang diusulkan dengan sistem *remote* untuk mengendalikan suhu air melalui protokol kontrol transmisi dan internet (TCP / IP) protokol dengan biaya perangkat keras yang lebih rendah. Pada akhirnya, dipilih sistem *Internet of Things (IoT)* yaitu sistem yang tidak hanya mampu mengurangi biaya pemeliharaan tapi juga biasa perangkat keras/*hardware* dengan modul *WiFi* yang tertanam untuk berkomunikasi dengan *server* yang disediakan oleh para pengembang serta meningkatkan efisiensi (Madjid & Suprianto, 2019).

Namun *Internet of Things (IoT)* bukan hanya terkait dengan pengendalian perangkat melalui jarak jauh, tapi juga bagaimana berbagi data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk internet, dan lain-lain. Internet menjadi sebuah penghubung antara sesama mesin secara otomatis. Selain itu juga adanya user yang bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Manfaatnya menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* yaitu pekerjaan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih cepat, muda dan efisien.

### **2.2.2 Prinsip Kerja Internet of Things (IoT)**

Konsep *Internet of Things (IoT)* ini sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur *Internet of Things (IoT)*, yakni: barang fisik yang dilengkapi modul *Internet of Things (IoT)*, perangkat koneksi ke internet seperti modem dan *router wireless speedy* seperti di rumah anda, dan *cloud data center* tempat untuk menyimpan aplikasi beserta *data base*.

Dasar prinsip kerja perangkat *Internet of Things (IoT)* adalah benda didunia nyata diberikan identitas unik dan dapat dikalidi sistem komputer dan dapat direpresentasikan dalam bentuk data di sebuah sistem komputer. Pada awal-awal implementasi gagasan *Internet of Things (IoT)* pengenal yang digunakan agar benda dapat diidentifikasi dan dibaca oleh komputer adalah dengan menggunakan kode batang (*Barcode*), Kode QR (*QR Code*) dan Identifikasi Frekuensi Radio (RFID). Dalam perkembangannya sebuah benda dapat diberi pengenal berupa *IP address* dan menggunakan jaringan internet untuk bisa berkomunikasi dengan benda lain yang memiliki pengenal *IP address*.

Cara kerja *Internet of Things (IoT)* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung(Efendi, 2018).

### **2.3 Sistem Automasi**

Sistem automasi merupakan teknologi yang didasari atas aplikasi mekanis elektronis dan komputer untuk operasi dan kontrol produksi(Saputra, 2019). Dalam pemodelan sistem penerangan jalan umum ini, sistem automasi ini diperlukan agar penerangan jalan umum dapat terkontrol secara otomatis dalam mendeteksi kerusakan dan mengirimkan informasi kerusakan ke petugas terkait.

### **2.4 Node MCU**

NodeMCU adalah pengembangan dari ESP 8266. NodeMCU dibekali *port Micro USB* yang berfungsi sebagai *input power supply* dan untuk penghubung pada PC untuk melakukan pemrograman(de Almeida, 2015). NodeMCU juga di lengkapi dengan tombol *push button* yaitu tombol untuk *reset* dan *flash*. Gambar 2.1 menunjukkan *board* NodeMCU. NodeMCU bisa diberi coding dengan aplikasi Arduino IDE .

Alasan memilih NodeMCU ESP8266 lolin V.3 ialah karena mudah deprogram, memiliki pin I/O yang memadai, memori *flash* 4 MB, mempunyai pin

*OUT 5 volt* dan dapat mengakses jaringan Internet untuk mengirim dan mengambil data melalui koneksi *WiFi*. Pada tabel 2.1 menunjukkan spesifikasi Node MCU.



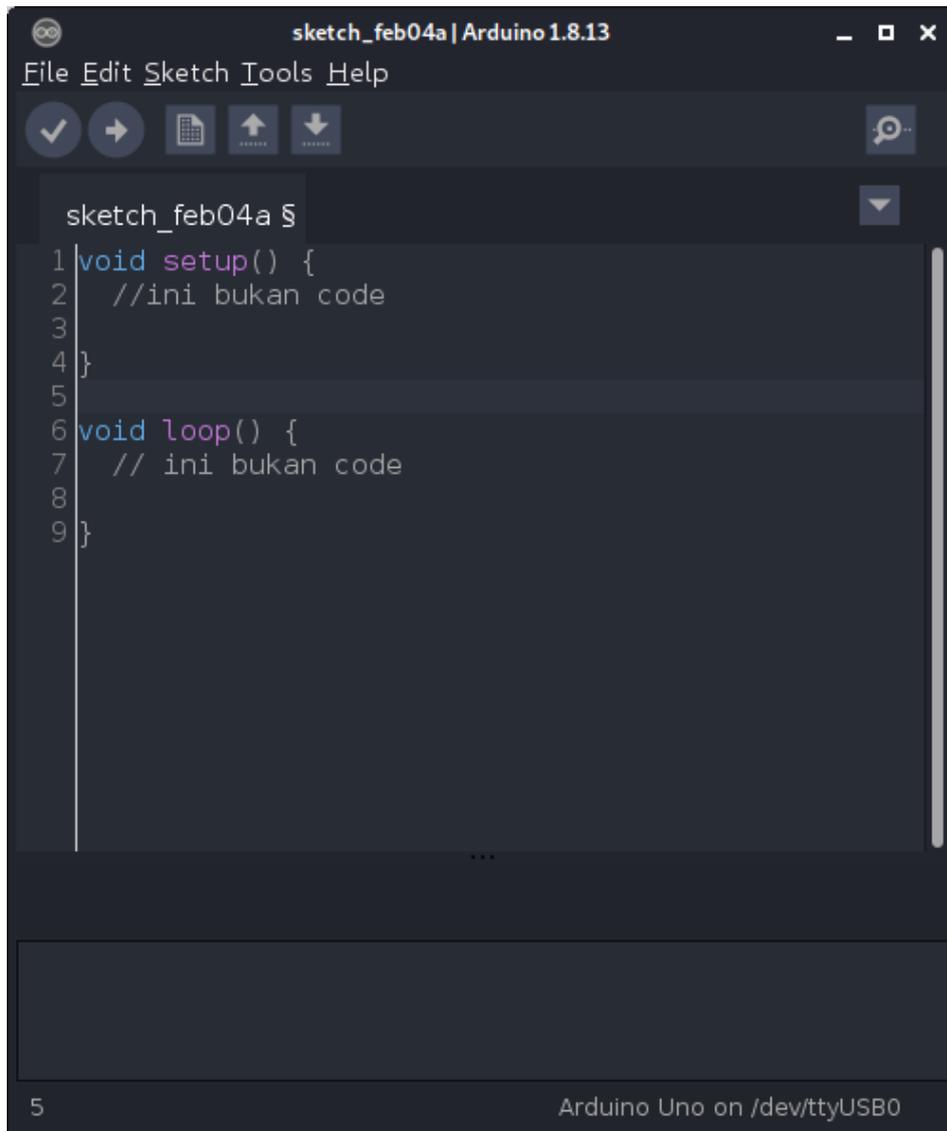
Gambar 2.1 Board NodeMCU. (<https://eprints.akakom.ac.id/> diakses pada 16 April 2020)

Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU

Spesifikasi	NodeMCU
Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran Board	57mm x 30mm
Tegangan <i>Input</i>	3.3 – 5V
GPIO	13 Pin
Kanal PWM	10 Kanal
10 bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clockspped	40/26/24 MHz
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 GHz – 2.5 GHz

## 2.5 IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan *source* program, kompilasi, *upload* hasil kompilasi dan uji coba secara terminal serial. IDE arduino dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 IDE Arduino

1. *Icon* menu **verify** yang bergambar ceklis berfungsi untuk mengecek program yang ditulis apakah ada yang salah atau *error*.
2. *Icon* menu **upload** yang bergambar panah ke arah kanan berfungsi untuk memuat / *transfer* program yang dibuat di *software* arduino ke *hardware* arduino.
3. *Icon* menu **New** yang bergambar sehelai kertas berfungsi untuk membuat halaman baru dalam pemrograman.

4. *Icon* menu **Open** yang bergambar panah ke arah atas berfungsi untuk membuka program yang disimpan atau membuka program yang sudah dibuat dari pabrikan *software* arduino.
5. *Icon* menu **Save** yang bergambar panah ke arah bawah berfungsi untuk menyimpan program yang telah dibuat atau dimodifikasi.
6. *Icon* menu **serial monitor** yang bergambar kaca pembesar berfungsi untuk mengirim atau menampilkan serial komunikasi data saat dikirim dari *hardware* arduino.

## 2.6 Arduino UNO

Arduino Uno adalah board *mikrokontroler* yang di dalamnya terdapat mikrokontroler, penggunaan jenis mikrokontrolernya berbeda-beda tergantung spesifikasinya. Pada Arduino Uno digunakan *mikrokontroler* berbasis ATmega 328. Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung *mikrokontroler* agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya (Budiharjo & Milah, 2014).

Alasan dasar menggunakan Arduino UNO adalah karena sudah memiliki mikrokontroler tersebut jadi tidak perlu membeli mikrokontroler yang lainnya, selain itu Arduino UNO mempunyai pin I/O lebih banyak jika kemudian hari ingin melakukan pengembangan terhadap system seperti menambahkan sensor tegangan,

sensor arus dan masih banyak sensor yang lainnya. Berikut adalah spesifikasi dan penampakan Arduino UNO.



Gambar 2.3 Arduino Uno (<https://store.arduino.cc/usa/> diakses 02 januari 2021)

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino UNO

<i>Mikrokontroler</i>	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan <i>Input</i>	7 – 12 V
Batas Tegangan <i>Input</i>	6 – 20 V
Pin I/O Digital	14 (6 diantaranya menyediakan PWM)
Pin <i>Input</i> Analog	6
Arus DC Tiap Pin I/O	40 mA
Arus DC Pin 3.3 V	50 mA
Memori <i>Flash</i>	32 KB dan 0.5 KB <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
<i>Clock Speed</i>	16 Mhz

## 2.7 Modul 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. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Cara kerja relay adalah apabila kita memberi tegangan pada kaki 1 dan kaki ground pada kaki 2 relay maka secara otomatis posisi kaki CO (*Change Over*) pada relay akan berpindah dari kaki C (*Normally close*) ke kaki NO (*Normally Open*). Relay juga dapat disebut komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC). Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik (de Almeida, 2015).

Alasan menggunakan relay ini karena bisa bekerja pada tegangan 5 volt dan mikrokontroler Arduino UNO juga mempunyai *output 5 volt*.



Gambar 2.4 Modul Relay

## 2.8 Power Supply (Adaptor)

*Power Supply* atau pencatu daya merupakan rangkaian elektronika yang dapat bertindak sumber energi untuk rangkaian elektronika lainnya. Sumber arus dari *Power Supply* adalah arus bolak-balik (AC) dari pembangkit listrik yang kemudian diubah menjadi arus searah (DC). Untuk dapat melakukan hal tersebut *Power Supply* memerlukan perangkat yang bisa mengubah arus AC menjadi DC. Di pasaran, beredar dua jenis *power supply* yaitu *linear power supply* dengan transformator konvensional dan *switching power supply*.

*Linear Power Supply* adalah pencatu daya yang memanfaatkan *step-down transformer*, *diode bridge*, dan Elco (*Electrolyte capasitor*). Pencatu daya ini masih menonjol untuk kebutuhan daya sedang dan merupakan jenis catu daya konvensional. Prinsip *power supply* jenis ini masih menerapkan mode perubahan tegangan AC ke DC menggunakan transformator *step-down* sebagai komponen utama penurunan tegangan. Tegangan AC ini diturunkan melalui sebuah *step-down transformer*. Lalu keluaran trafo disearahkan dengan dioda dan diratakan dengan

kapasitor elektrolit (elco). Terakhir, nilai tegangan diregulasi oleh IC Regulator (78xx) tergantung keluaran tegangan yang diinginkan.

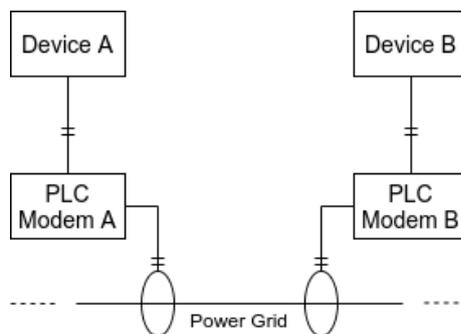
*Switching power supply* adalah pencatu daya yang keluaran tegangannya dihasilkan dari Switching regulator yang mampu mengeluarkan tegangan yang stabil terhadap perubahan-perubahan seperti tegangan masukan yang tidak konstan, arus beban yang tidak konstan dan temperatur ruangan yang tidak konstan.

Tegangan hasil pencatu daya ini dihasilkan dengan cara men-switching transistor seri on atau *off* seperti. Dengan demikian, *duty cycle*-nya menentukan tegangan DC rata-rata. *Duty cycle* dapat diatur melalui feedback negatif. Feedback ini dihasilkan dari suatu komparator tegangan yang membandingkan tegangan DC rata-rata dengan tegangan referensi. Regulator switching (rangkaiannya dalam pencatu daya ini) pada dasarnya mempunyai frekuensi yang konstan untuk men-switching transistor seri. Besarnya frekuensi switching tersebut harus lebih besar dari 20kHz agar frekuensinya tersebut tidak dapat didengar oleh manusia. Frekuensi *switching* yang terlalu tinggi menyebabkan operasi *switching* transistor tidak efisien dan juga dibutuhkan inti ferit yang besar atau yang mempunyai permeabilitas tinggi. Untuk dioda clamp, harus digunakan dioda dengan karakteristik *fast recovery rectifier* atau dikenal dengan dioda schottky. Dioda ini berguna untuk mempertahankan titik kerja dari *switching* transistor dengan melakukan *clamp* (memotong) tegangan spike yang dihasilkan oleh transistor switching tersebut. Salah satu dioda *schottky* adalah 1N5819 dengan tegangan breakdown pada 40 V. Kelebihan dari dioda schottky adalah kecepatan responnya terhadap penyearahan tegangan. Dibandingkan dengan *Linear Power Supply*, pencatu daya ini memiliki kelebihan yaitu ringan karena tak

memerlukan *step-down transformer*. Berikutnya adalah efisien atau mampu mengubah nilai tegangan dengan persentase 65% hingga 85%. Mampu bekerja terus-menerus hingga 24 jam karena tidak menghasilkan temperatur yang tinggi dan harganya murah(Putranto & T, n.d.).

## 2.9 *Power Line Carrier (PLC)*

*Power Line Carrier (PLC)* merupakan media komunikasi yang menggunakan jaringan listrik sebagai media pembawa data. PLC sendiri mengirimkan data melalui jaringan listrik dengan cara arus pembawa data (*carrier current*) ditumpuk (*superposed*) di saluran transmisi listrik sehingga saluran tersebut menjadi saluran berfrekuensi tinggi. Media komunikasi melalui jaringan listrik tersebut merupakan media guided karena tidak menggunakan antena sebagai media mentransmisikan dan menerima data seperti yang tertera pada Gambar 2.5.

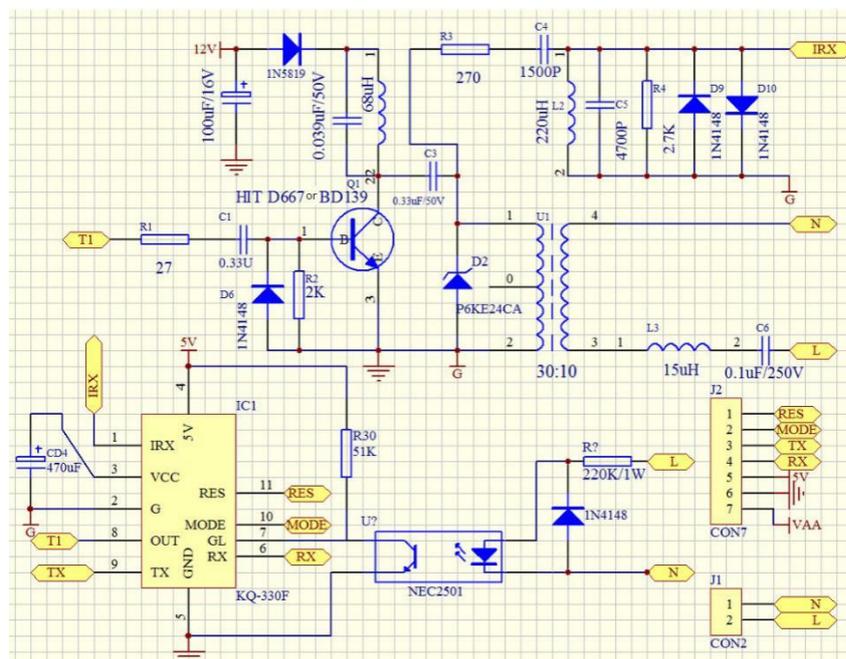


Gambar 2.5 Diagram Blok Sistem *Power Line Carrier (PLC)*

Dalam penggunaannya, ada beberapa hal yang dapat dilakukan dalam penggunaan PLC. Misalnya PLC dapat digunakan untuk akses internet melalui tegangan listrik dari PLN karena tegangan yang masuk ke rumah mengandung data dan suara. Teknologi ini jauh lebih efisien dibandingkan dengan penggunaan kabel

pada umumnya sehingga pemilik rumah dapat mengakses internet tanpa memakai kabel yang panjang.

Alasan menggunakan modul *Power Line Carrier* KQ330 ini yaitu selain dapat berkomunikasi serial melalui jaringan listrik juga karena memiliki banyak referensi dibandingkan menggunakan modul PLC yang lainnya sehingga memudahkan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.



Gambar 2.6 Skema *Power Line Carrier* kq330

(<https://img.staticbg.com/images/oapload/banggood/images/95/96/24f0b95f-a44a-4445-a0e6-43f42c79ea09.jpg> diakses 10 februari 2021)

Alat *Power Line Carrier* sebagai modul transmisi tentu saja memiliki bagian-bagian utama yang berperan penting dalam pengiriman dan penerimaan data. Bagian utama sistem komunikasi menggunakan PLC adalah:

1. Bagian Pemancar (*Transmitter*)

Sinyal informasi berupa sinyal analog maupun digital ditumpangkan ke sinyal pembawa melalui teknik modulasi sehingga dihasilkan sinyal pembawa

termodulasi (sinyal lolos pita) kemudian diperkuat untuk dipancarkan melalui media jaringan listrik.

## 2. Rangkaian Kopling

Rangkaian kopling merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengurangi redaman frekuensi dari terminal PLC. Coupler memberikan redaman dengan cara memberikan impedansi rendah ke frekuensi pembawa dan memberikan impedansi tinggi pada frekuensi saluran listrik. Fungsi rangkaian ini juga melewati frekuensi 112 kHz hingga 150 kHz dari terminal. Redaman frekuensi dari alat ini memerlukan metode resonansi dan osilasi supaya peredaman semakin efektif.

Sebuah coupler seharusnya tidak memberikan kerugian yang tinggi untuk sistem. Secara ideal, *coupler* hanya mengakibatkan kerugian transmisi sebesar 3dB yang disebabkan oleh sistem yang beroperasi bersamaan dengan listrik AC yang menyala sehingga listrik AC 220V harus di filter untuk menjaga keamanan sistem. Rangkaian ini terdiri atas filter dan transformator. Filter kapasitor yang digunakan berfungsi untuk memblokir sinyal frekuensi rendah sebesar 50Hz yang berasal dari AC220V. Transformator berfungsi untuk menyesuaikan impedansi antara listrik PLN dan peralatan komunikasi.

## 3. Modulator

Sistem *Power Line Carrier* mendapatkan sinyal masukan berupa sinyal digital yang berisi banyak data. Sinyal digital merupakan sinyal berbentuk pulsa yang dapat mengalami mempunyai nilai logika 0 dan serta memiliki bentuk gelombang kotak. Supaya PLC mampu mengeluarkan gelombang sinus atau

sinyal analog yang sesuai dengan listrik PLN, diperlukan modulator yang mampu mengonversi sinyal digital ke analog dengan berbagai metode. Metode yang umum dipakai adalah FSK (*Frequency Shift Keying*). Metode modulasi menggunakan FSK sangat sederhana misalnya pada pengiriman sinyal digital harus diasosiasikan masing-masing dua logika yang menyatakan logika “0” dan logika “1” dengan frekuensi yang berbeda, katakanlah  $f_1$  dan  $f_0$ . Untuk mengirim logika “0” aturlah  $f_0$  dan untuk logika “1” aturlah  $f_1$  pada *transmitter* (pengirim). Penerima hanya perlu untuk membedakan antara dua frekuensi tersebut.

#### 4. Media Transmisi Data

Media transmisi yang dipakai oleh sistem *Power Line Carrier* adalah media guided. Media guided adalah informasi atau data yang ditransfer melalui media yang tampak secara fisik sepanjang jalur dimana sinyal disebarkan, yang meliputi *twisted pair*, *coaxial cable*, kabel tembaga dan serat optik. Bahan yang umum dipakai dalam sistem ini adalah kabel tembaga.

Kendala yang sering dihadapi PLN dalam penyaluran listrik melalui kabel ini adalah rugi-rugi daya. Rugi tersebut dipengaruhi oleh adanya nilai resistansi pada saluran transmisi. Jika sumber tenaga listrik diberikan terminal masukan dari saluran transmisi, maka arus dan tegangan akan mengalir disepanjang saluran akan terdiri dari dua macam yaitu tegangan yang mengalir dari sisi pengirim menuju penerima dan tegangan yang mengalir dari sisi penerima menuju sisi pengirim. Maka dari itu, parameter impedansi dijadikan

parameter utama pada saluran listrik yang nilainya harus stabil(YUNIARTI, n.d.).

#### 5. Bagian Penerima (*Receiver*)

Melakukan penguraian atau pendemodulasian sinyal pembawa termodulasi yang diterima dimana teknik yang digunakan sama seperti pada bagian pemancar serta melakukan sinkronisasi antara pemancar dan penerima dengan jalan pemulihan sinyal pembawa yang diterima sehingga diperoleh kembali sinyal informasi yang dikirimkan.

Tabel 2.3 Konfigurasi Pin Modul *Power Line Carrier* KQ330

Pin Modul PLC	Fungsi
Ac	220 VAC
Ac	220 VAC
$\pm 12V$	+12 <i>power supply</i> (300mA)
GND	<i>Digital Circuit Ground</i>
$\pm 5V$	+5V <i>power supply</i> (12 mA)
RX	TTL level, pembawa data masuk dari mikrokontroler port TX
TX	TTL level, pembawa data keluar dari mikrokontroler port RX
Mode	Pemilih mode <i>Mode High = floating</i> atau 5V <i>Mode low = ground</i>
NC/RST	Pin <i>reset (active low)</i> Digunakan untuk mode atur frekuensi



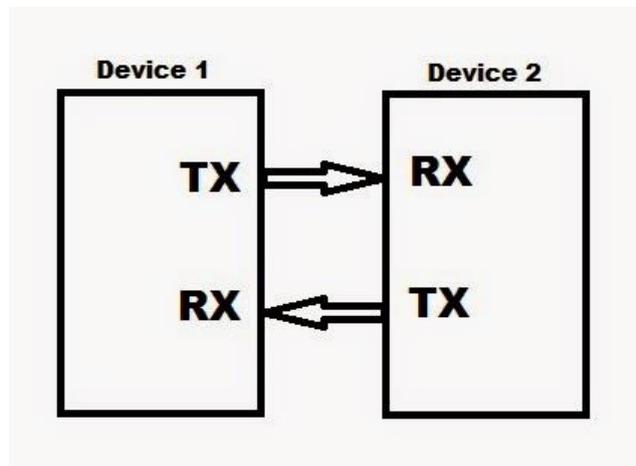
Gambar 2.7 Modul *Power Line Carrier* (PLC) KQ330

## 2.10 Komunikasi Serial

Komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data secara satu per satu pada waktu tertentu. Sehingga komunikasi data serial hanya menggunakan dua kabel yaitu kabel data untuk pengiriman yang disebut transmit (TX) dan kabel data untuk penerimaan yang disebut receive (RX). Kelebihan dari komunikasi serial adalah jarak pengiriman dan penerimaan dapat dilakukan dalam jarak yang cukup jauh dibandingkan dengan komunikasi paralel tetapi kekurangannya kecepatannya lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel. Dikenal dua cara komunikasi data secara serial, yaitu komunikasi data secara sinkron dan komunikasi data secara asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, clock dikirimkan bersama - sama dengan data serial, sedangkan komunikasi data serial asinkron, clock tidak dikirimkan bersama data serial, tetapi dibangkitkan secara sendiri - sendiri baik pada sisi pengirim (transmitter) maupun pada sisi penerima (receiver).

Perlu kita ketahui pemrograman sketch Arduino menggunakan gaya bahasa C tapi pada pembuatan library-nya menggunakan C++ yang menerapkan pemrograman Objek (*Class*). Untuk itu, disarankan mengetahui sedikit dasar-dasar pemrograman berorientasi objek. Pemrograman code Arduino (*sketch*) untuk komunikasi serial menjadi mudah karena fungsi-fungsi sudah tersedia dalam class yang tersedia untuk komunikasi serial. Instance dari class untuk 16 komunikasi serial (objek) sudah dibuatkan namanya serial. Data yang dikirim ke port serial akan dikirim ke *buffer* pengirim (*TX buffer*) begitu juga data yang diterima adalah data

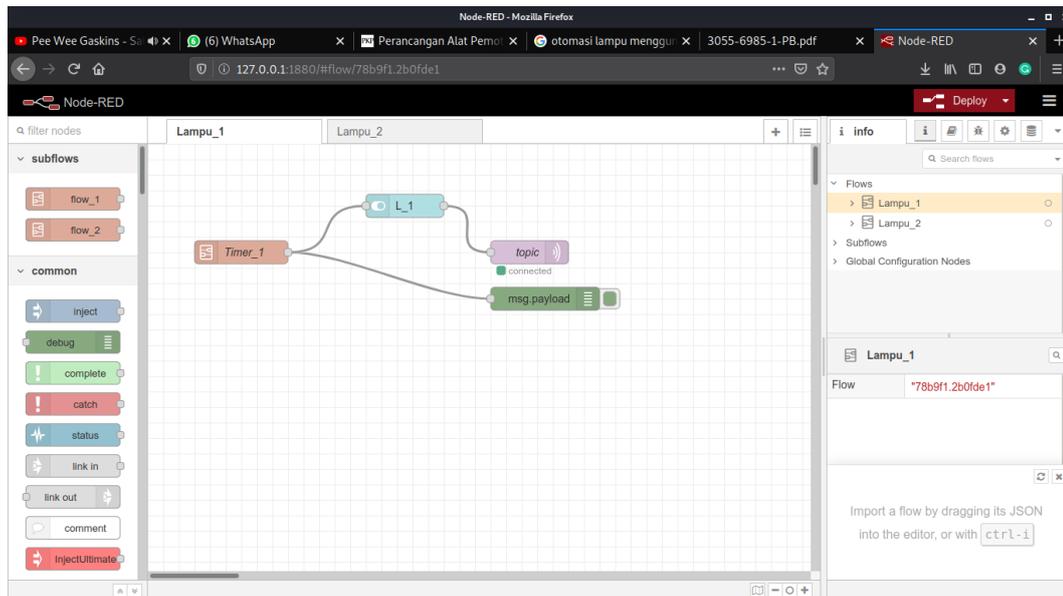
yang diambil dari *buffer* penerima (*RX buffer*)(Sokop et al., 2016). Ilustrasi pengiriman ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Ilustrasi Komunikasi Serial

## 2.11 Node-RED

Node-Red adalah sebuah tool atau alat untuk menghubungkan perangkat keras, API dan layanan online seperti aplikasi Internet of Things (IoT). Node-RED berbasis *browser* yang pemrogramannya berbentuk visual yang memudahkan pengguna untuk menghubungkan *flow* dengan penggunaan node yang luas di dalam *palette* yang dapat langsung diterapkan dengan satu klik. Lanskap bahasa pemrograman sangatlah luas dan meliputi berbagai jenis gaya dan paradigma pemrograman, namun begitu sebetulnya ada alternatif untuk pengembangan atau produksi *software* dan juga untuk membuat prototipe ide dengan cepat. Node-RED digunakan bersama dengan Antares, MQTT, dan protokol lain (Mulyono, 2018).



Gambar 2.9 Node-RED

Gambar 2.9 merupakan gambar contoh dari *flow* pada Node-RED. *Flow* ini dapat terbentuk karena terdapat node-node yang saling berhubungan. Pada setiap node yang terdapat pada *flow* memiliki fungsi masing-masing. Walaupun Node-Red didesain untuk *Internet of Things* (IoT). Ia juga dapat digunakan untuk keperluan umum dan untuk berbagai macam jenis aplikasi.

Node-Red menyediakan berbagai jenis node yang dapat membuat developer langsung menjadi produktif, seperti:

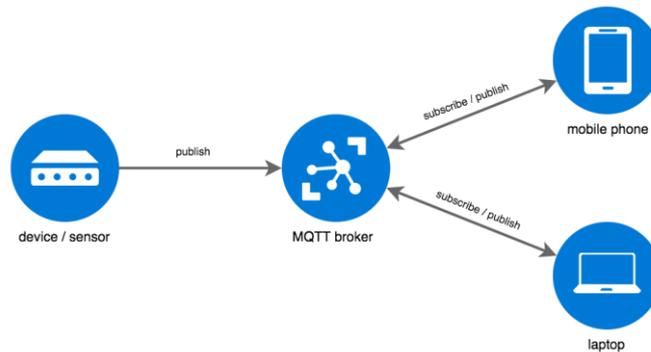
1. Menampilkan *input* node dan *output* node yang mana mengizinkan subskripsi dan tanda terima dari topik *MQ Telemetry Transport* (MQTT) dan keluaran dari topik MQTT ke sebuah broker.
2. Mengembangkan layanan web melalui permintaan HTTP (berserta pembuatan balasan HTTP); dan TCP level rendah dan layanan *User Datagram Protocol* yang dapat membuat *server*, menerima *input*, dan menghasilkan *output*. Membuat node dengan fungsi tersendiri (dalam JavaScript),

menghasilkan pesan dengan pemicu berbasis waktu, dan menunda pesan untuk menilai batas *flow*.

## 2.12 Protokol MQTT

MQTT atau *Message Queuing Telemetry Transport* merupakan protokol transport dengan sifat *client server publish/subscribe*. MQTT merupakan protokol transport dengan karakteristik sederhana terbuka dan ringan yang dirancang agar mudah diimplementasikan. Sehingga MQTT dapat digunakan di banyak situasi, termasuk penggunaannya dalam komunikasi *machine-to-machine* (M2M) dan *Internet of Things* (IoT).

MQTT adalah protokol yang dirancang untuk perangkat terbatas dan bandwidth rendah, latensi tinggi atau jaringan yang tidak dapat diandalkan. Prinsip-prinsip desain berguna untuk meminimalkan bandwidth jaringan dan kebutuhan sumber daya perangkat dan juga berusaha untuk memastikan keandalan dan beberapa tingkat jaminan pengiriman. MQTT ditemukan oleh Dr. Andy Stanford-Clark dari IBM dan Arlen Nipper of Arcom (sekarang Eurotech) pada tahun 1999. MQTT telah diterapkan secara luas di berbagai industri sejak awal kemunculannya. Standar port yang bisa digunakan untuk MQTT adalah TCP/IP port 1883. Port 1883 ini sudah terdaftar untuk penggunaan MQTT melalui SSL. Dikarenakan MQTT berjalan dengan menggunakan TCP/IP, protokol ini membutuhkan transportasi guna menjalankan perintah MQTT, *byte stream* dari *client to server* atau *server to client*. Gambar 2.10 memperlihatkan bagaimana protokol MQTT bekerja.



Gambar 2.10 Protokol MQTT  
 (<https://www.maritimedatasystems.com/index.php/portfolio/ais-mqtt-server/>  
 diakses 14 januari 2021)

Keterangan:

1. Publish merupakan kanal untuk melakukan *subscribe* (*client*) yang juga berfungsi sebagai filter untuk broker dalam mengirimkan pesan ke setiap *client* dengan Topik yang sudah ditentukan.
2. Broker (cloud) berfungsi untuk menangani *publish* dan *subscribe* data agar sumber pengirim data *publisher* dan penerima data (*client*) tidak saling mengetahui (space decoupling)

Pada Gambar 2.10 terdapat dua tipe *client* yaitu *publisher* dan *subscriber* yang mana kedua *client* tersebut dapat saling terhubung dengan sebuah topik tertentu yaitu melalui broker.

Mosquitto adalah salah satu *server* yang dapat di akses melalui [test.mosquitto.org](https://test.mosquitto.org), bekerja dengan meng-host *server* / *broker* yang tersedia untuk umum. MQTT adalah protokol yang sangat ringan dengan menggunakan model *publish* dan *subscribe*. Hal ini membuat MQTT cocok untuk olah pesan mesin ke mesin contohnya sensor daya rendah atau perangkat seluler (Mulyono, 2018).

Port *server* yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

- 1883 : MQTT, tidak terenkripsi
- 8883 : MQTT, terenkripsi
- 8884 : MQTT, terenkripsi, diperlukan sertifikat klien
- 8080 : MQTT melalui WebSockets, tidak terenkripsi
- 8081 : MQTT melalui WebSockets, terenkripsi

Untuk security, pengguna dapat memberikan *username* dan *password* dengan paket MQTT di protokol V3.1. Enkripsi di seluruh jaringan dapat ditangani dengan SSL, terlepas dari itu protokol MQTT itu sendiri (perlu dicatat bahwa SSL bukan protokol yang paling ringan dan memang menambah *overhead* jaringan yang signifikan). Keamanan tambahan dapat ditambahkan oleh aplikasi yang mengenkripsi data yang dikirim dan diterima.

### **2.13 Penelitian terkait**

Berikut ini adalah beberapa referensi laporan proyek akhir dan tugas akhir yang pernah dibuat di Politeknik Negeri Bandung antara lain:

1. Tahun 2012, Anggoro Suryo Pramudyo dalam Proyek Akhir yang berjudul “PENERAPAN POWER LINE COMMUNICATION PADA SISTEM MONITORING, CONTROLLING AND DATA COMMUNICATION MELALUI SISTEM KELISTRIKAN 220 VOLT AC” pernah melakukan penelitian mengenai komunikasi melalui jaringan listrik menggunakan LM1893N, controlling dan monitoring maupun sharing file sampai dengan 1200 baud/s atau 1200 bps dan jarak sampai dengan  $\leq 200$  meter dengan error 0%.

2. Tahun 2018, Andi Wawan Indrawan dalam Proyek Akhir yang berjudul “PEMANFAATAN JARINGAN LISTRIK TEGANGAN RENDAH SEBAGAI MEDIA PEMBAWA INFORMASI HASIL PENGUKURAN BESARAN LISTRIK” pernah melakukan penelitian mengenai komunikasi melalui jaringan listrik menggunakan *Power Line Carrier* (PLC) KQ330, yang memiliki prinsip kerja memonitoring pengukuran energi listrik antara lain arus, tegangan, daya nyata dan energi listrik secara real time. berhasil mengirimkan data dengan jarak uji 12 meter.
3. Tahun 2018, Galuh Lukitasari dalam Proyek Akhir yang berjudul “IMPLEMENTASI POWER LINE COMMUNICATION (PLC) UNTUK MONITORING PENGGUNAAN ARUS DI POLITEKNIK NEGERI MALANG” berhasil mengirimkan data dari Lab 3 menuju ke Lab 2 yang memiliki jarak berkisaran 3-5 meter menghasilkan nilai bit error rate sebesar 0 atau bisa dikatakan tidak ada kesalahan/error saat pengiriman data berlangsung.

Peralatan yang dirancang oleh Anggoro Suryo Pramudyo dapat berfungsi dengan baik untuk *controlling*, *monitoring* dan *sharing file* antar komputer serta hasil pengujian rangkaian LM1893N dapat diketahui bahwa rangkaian tersebut dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang ditunjukkan oleh datasheet. Namun pada kecepatan transfer data hanya mampu bekerja pada 1200 bps, ketika *boudrate* diatas 1200 bps maka transfer data mengalami *error*. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Wawan Indrawan dan Galuh Lukitasari penelitian hanya dilakukan pada jarak 3-12 meter.

Maka dari permasalahan tersebut, akan dirancang suatu teknik pengiriman data menggunakan *power line carrier* dengan frekuensi 50 Hz dilakukan dengan menumpangkan sinyal komunikasi yang berisi data berfrekuensi rendah menggunakan modul *Power Line Carrier* (PLC) KQ330 dengan jarak uji 3-200 meter serta kecepatan *boudrate* 9600 bps. Perbedaan antara proyek akhir yang dirancang dengan proyek akhir terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Perbedaan proyek akhir yang dirancang dengan proyek akhir terdahulu

	Proyek Akhir Terdahulu Anggoro	Proyek Akhir Terdahulu Andi	Proyek Akhir Terdahulu Galuh	Proyek Akhir Sekarang
Modulasi	ASK	ASK	ASK	ASK
Pengolah Data	Atmega128	ATmega 328	-	ATmega 328 dan ESP8266
Jarak uji (m)	$\leq 200$	12	3-5	200
Kecepatan tranfer	1200	9600	9600	9600
Penerapan	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil