

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Pengajuan penelitian yang dilakukan oleh penulis mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya, yaitu berdasarkan pada tabel 1.1 berikut:

Tabel 2.1 Uraian Penelitian – Penelitian sebelumnya

Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun	Isi Penelitian
Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT	Zavero Brillianata Abilovani, Widhi Yahya, Fariz Andri Bakhtiar	2018	Melakukan Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT. Pada penelitian ini yaitu menguji dan melakukan analisa terhadap sistem yang berjalan. Berbagai macam pengujian dilakukan antara lain, menguji ukuran paket data, menguji performa pada sistem, menguji fungsi pada aplikasi web, menguji jumlah nilai pada <i>delay</i> serta pada <i>throughput</i> .
Sistem Monitoring KWH Meter berbasis Modul Komunikasi PZEM004T	Andriana, Zulkarnain, HadiBaeh aqi	2019	Melakukan Sistem Monitoring KWh Meter berbasis Modul Komunikasi PZEM004T. Pada penilitian ini melakukan perancangan pada perangkat keras. Pada bagian input sistem terdapat sensor kWh yang berfungsi sebagai node modul listrik daya. Data yang dihasilkan berupa data digital sehingga bisa langsung dikirimkan melalui LoRa dengan tidak memerlukan pemrosesan konversi lagi. Pada bagian proses pada sistem menggunakan Arduino uno yang

			bertugas sebagai pengolah data yang telah dihasilkan node sensor.
Implementasi <i>Internet Of Thing</i> Untuk Kontrol Dan Monitoring KWh Meter Pascabayar	Muhamma d Nurul Hidayah, Riza Alfita, Kunto Aji	2020	Melakukan Implementasi <i>Internet Of Thing</i> Untuk Kontrol Dan Monitoring KWh Meter Pascabayar. Pada penelitian ini yaitu mengukur pemakaian energy listrik pada instalasi listrik yang dipakai. Dengan menggunakan <i>system</i> ini yang terpasang sensor tegangan ZMPT101b. dan sensor arus sct-013 didapat hasil yang telah dilakukan pada penelitian, <i>system</i> ini dapat mengukur arus hingga 0.05 dan faktor daya sebesar 0.2. dengan tingkat kesalahan pengukuran arus sebesar 2.461% dengan menggunakan sensor arus SCT-013 dan tingkat kesalahan pengukuran tegangan sebesar 0.98% dengan menggunakan sensor tegangan ZMPT101B.
Implementasi Modul Komunikasi LoRa RFM95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT	Ahmad Adhitya Nurhadi, Denny Darlis, Muhammad Ary Murti	2021	Melakukan Implementasi Modul Komunikasi LoRa RFM95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT untuk monitor kwh meter. Pada penelitian ini menggunakan dua skenario yaitu kondisi LOS (<i>Line of Sight</i>) dan kondisi non-LOS. Pengujian kinerja dilakukan di area Universitas Telkom pada tanggal 9 April 2021.

2.2 Komunikasi *Transceiver* SX1276

Transceiver SX1276 atau LoRa, yang merupakan singkatan dari "Long Range", adalah sistem komunikasi nirkabel jarak jauh, dipromosikan oleh LoRa Alliance. Sistem ini bertujuan agar dapat digunakan dalam perangkat bertenaga baterai agar dapat bertahan lama. Lapisan fisik *transceiver* SX1276, yang dikembangkan oleh Semtech, memungkinkan untuk komunikasi jarak jauh, berdaya rendah dan komunikasi throughput rendah *transceiver* SX 1276 beroperasi pada pita ISM 433 Mhz, 868 Mhz atau 915 MHz, tergantung di wilayah di mana itu diterapkan. Muatan setiap transmisi dapat berkisar dari 2 - 255 oktet, dan kecepatan data dapat mencapai hingga 50 Kbps. Teknik modulasi *transceiver* SX1276 adalah teknologi milik dari Semtech (Augustin, 2016)

2.2.1 Parameter BW

Bandwidth (BW) merupakan lebar frekuensi yang digunakan untuk memodulasi sinyal informasi dan sebagai representasi *chip rate* dari modulasi sinyal. Dalam komunikasi RF, besaran *bandwidth* dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan mulai 125 kHz, 250 kHz, hingga 500 kHz. (Setiawan, 2020)

2.2.2 Parameter SF

Spreading Factor (SF) merupakan banyaknya *chip* atau banyaknya bit yang dapat di-*encode* untuk mewakili satu simbol. Besaran *spreading factor* diatur bermacam – macam mulai 7, 8, 9, 10, 11, hingga 12. (Setiawan, 2020)

2.2.3 Parameter CR

Coding Rate (CR) merupakan implementasi suatu modulasi untuk meningkatkan *Forward Error Correction* (FEC). Implementasi ini digunakan dengan melaksanakan encode 4 bit informasi dengan redundansi menjadi 5 bit, 6 bit, 7 bit, hingga 8 bit, sehingga lebih tahan interferensi singkat dan terjadi peningkatan waktu transmisi.

Besaran CR dapat diatur mulai 4/5, 4/6, 4/7, hingga 4/8. (Setiawan, 2020)

2.3 Data-Data Pada Sistem Komunikasi *Transceiver* SX 1276

2.3.1 Nilai RSSI

RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) merupakan indikator kekuatan sinyal yang diterima dan direkap oleh *receiver*. Indikator ini dilihat berdasarkan seberapa jauh nilai RSSI yang terekap dari nilai 0, dimana jika nilai RSSI mendekati nol, maka kekuatan sinyal yang diterima dapat dikatakan baik, dan jika menjauhi nilai nol, maka kekuatan sinyal dikatakan buruk. Nilai RSSI yang baik berkisar antara “-1” dan “-99”, sedangkan nilai RSSI yang buruk berada dibawah “-100”. (Setiawan, 2020)

Adapun untuk mendapatkan nilai rata – rata RSSI adalah sebagai berikut:

$$\text{Rata – Rata RSSI} = \frac{\text{Jumlah RSSI}}{\text{Paket Diterima}} \dots\dots\dots(2.1)$$

2.3.2 Nilai SNR

SNR (*Signal Noise Ratio*) merupakan perbandingan antara kekuatan sinyal dengan *noise level*. Pada indikator SNR, semakin besar nilai SNR, maka kualitas trafik semakin besar, artinya semakin besar kemungkinan trafik tersebut dipakai untuk komunikasi dan sinyal dalam kecepatan tinggi. (Setiawan, 2020).

Setiawan (2020) mengemukakan bahwa kategori nilai parameter SNR adalah sebagai berikut.

- 29,0 dB – ke atas = *Outstanding* (bagus sekali).
- 20,0 dB – 28,9 dB = *Excellent* (bagus), koneksi stabil.
- 11,0 dB – 19,9 dB = *Good* (baik), sinkronisasi sinyal dapat berlangsung lancar.
- 7,0 dB – 10,9 dB = *Fair* (cukup), rentan terhadap variasi perubahan kondisi sinyal pada jaringan.
- 0 dB – 6,9 dB = *Bad* (buruk), sinkronisasi sinyal gagal atau tidak lancar.

Adapun untuk mendapatkan nilai rata – rata SNR dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$SNR = \frac{\text{Jumlah SNR}}{\text{Paket Diterima}} \dots\dots\dots(2.2)$$

2.3.3 Nilai ToA

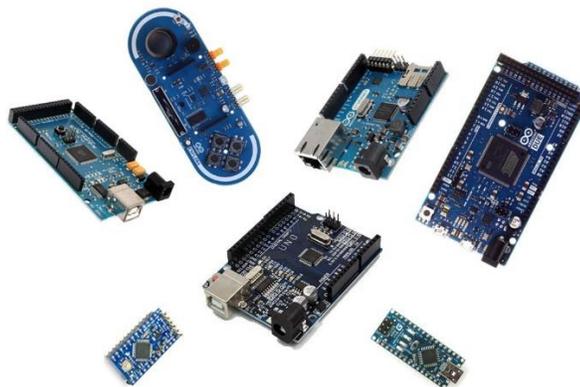
ToA (*Time on Air*) merupakan waktu tunggu antara pengirim dan penerima ketika melakukan pengiriman data atau bisa dikatakan waktu *delay* untuk data dapat diterima oleh penerima. (Setiawan, 2020)

2.4 Mikrokontroler Arduino

Arduino merupakan nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan *smart project* dengan salah satu penciptanya adalah Massimo Banzi. Papan perangkat keras ini bersifat “*open source*” sehingga boleh dibuat oleh siapa saja untuk memudahkan eksperimen atau perwujudan berbagai peralatan berbasis mikrokontroler, seperti otomasi akses pintu ruangan, pemantauan ketinggian air, pelacakan lokasi mobil, dan lain – lain. (Kadir, 2018)

Arduino merupakan platform prototyping berbasis *open source* elektronik yang mudah digunakan (fleksibel) baik dari perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunaknya (*software*). Arduino mempunyai input yang dapat menerima data masukan dari berbagai sensor dan outputnya sebagai pengendali seperti lampu, motor, dan aktuator lainnya. (fungkyking, 2018)

Arduino memiliki berbagai jenis papan, seperti Arduino Uno, Arduino Diecimila, Arduino Duemilanove, Arduino Leonardo, Arduino Mega, Arduino Nano, dan lain – lain seperti pada gambar 2.1

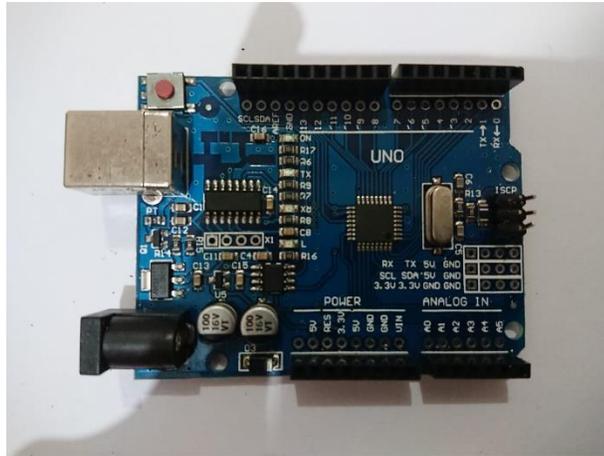


Gambar 2.1 Beberapa Jenis Arduino

Sumber: (<https://www.musbikhin.com/>)

2.4.1 Arduino Uno

Arduino Uno dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.2 Arduino uno

Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328, *Board* ini memiliki 14 digital *input / output* pin. Yang terdiri dari 6 pin *output* PWM, 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pinpin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, dalam pengoperasiannya arduino uno dapat dihubungkan ke komputer dengan kabel USB, dari adaptor AC-DC, dan juga baterai (Heriyanto Ebiet Van TA, 2014).

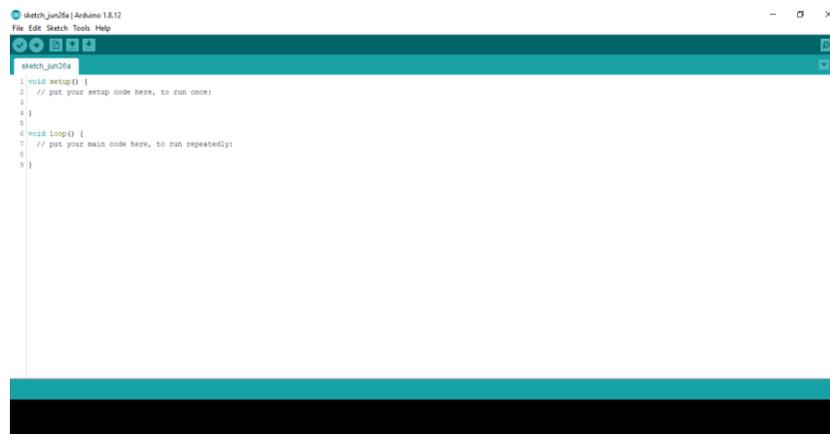
Arduino Uno memiliki spesifikasi seperti di bawah ini :

- Tegangan pengoperasian 5V.
- Tegangan input yang disarankan 7-12V.
- Batas tegangan input 6-20V.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM).
- Jumlah pin input analog sebanyak 6.
- Arus DC tiap pin I/O sebesar 40 mA.
- Arus DC untuk pin 3.3V sebesar 50 mA.
- *Memori Flash* sebesar 32KB (ATmega328), sekitar 0.5KB digunakan oleh *bootloader*.

- SRAM sebesar 2KB (ATmega328).
- EEPROM sebesar 1KB (ATmega328).
- *Clock speed* 16MHz.

2.4.2 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan *Software* yang digunakan untuk koneksi ke perangkat keras Arduino untuk mengupload program. *Software* ini mengandung sebuah *text editor* untuk menulis kode, sebuah *message area*, *text console*, dan *toolbar*. Pada Arduino IDE dapat digunakan untuk pemrograman pada jenis Arduino lain seperti Arduino *Due*, Arduino *Zero*, *Edison*, *Galileo*, dan lain – lain.



Gambar 2.3 Tampilan Arduino IDE

Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

2.5 Prinsip Pengukuran Daya Listrik Satu Fasa

Pengukuran daya pada sistem arus bolak balik dibedakan menjadi tiga jenis daya, yaitu:

2.5.1 Daya semu (S)

Daya Semu adalah daya listrik yang didapatkan dari hasil perhitungan rumus daya atau biasa disebut dengan daya nominal (daya yang tertulis). yang diukur dalam satuan VA atau kVA. Besaran daya dalam satuan kVA belum

merupakan daya sebenarnya, sehingga total daya dalam satuan Kva disebut dengan daya semu.

Persamaan Perhitungan Daya Semu :

$$S = V \times I \dots\dots\dots(2.3)$$

2.5.2 Daya Aktif (P)

Daya Aktif adalah satuan daya listrik yang didapatkan dari hasil perkalian daya semu dengan faktor daya (*Cosphi*) yang diukur dalam satuan watt atau kW. Besaran daya aktif dalam satuan kW adalah besaran daya yang sebenarnya, sehingga daya dalam satuan kW biasa disebut dengan Daya Aktif (kW)

Persamaan Perhitungan Daya Aktif :

$$P = S \times \text{Cos } \varphi \dots\dots\dots(2.4)$$

Untuk mengetahui hasilnya, maka harus diketahui berapa nilai *cosphi* atau faktor daya instalasi atau alat listrik tersebut. Sebenarnya jika nilai daya semu sama dengan daya aktif, maka nilai *cosphi* (faktor dayanya) adalah 1, atau dengan kata lain tidak ada kehilangan daya, dan hal ini dianggap tidak ada faktor daya (*cosphi*). Namun karena penggunaan berbagai peralatan listrik yang menghasilkan induksi magnetik, maka menyebabkan timbulnya daya reaktif atau daya yang hilang. Karena adanya daya reaktif yang menyebabkan kerugian daya inilah, maka nilai daya aktif (daya sebenarnya) akan lebih kecil dibandingkan daya semu (daya total). Perbandingan antara daya aktif dengan daya semu inilah yang disebut dengan faktor daya (*cosphi*), dan nilainya pasti dibawah 1 (<1,00).

2.5.3 Daya Reaktif (Q)

Daya Reaktif adalah satuan daya reaktif, yang menyatakan seberapa besar daya reaktif yang dihasilkan dari berbagai peralatan listrik yang digunakan, semakin besar daya reaktif akan berdampak semakin besar kerugian atau selisih antara daya semu dengan daya nyata akan semakin besar. Daya reaktif diukur dalam satuan VAR atau kVAR. Persamaan perhitungan daya reaktif yaitu:

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \dots\dots\dots(2.5)$$

2.6 KWH (*Kilo Watt Hour*)

KWh adalah satuan yang menyatakan seberapa besar daya listrik yang terpakai dalam satu jam, dengan besaran daya listriknya adalah *kilo watt*. 1 kWh adalah pemakaian alat listrik dengan daya sebesar 1000 *watt* (1 kw) dalam satu jam.

$$1 \text{ kwh} = 1000 \text{ watt dalam 1 jam} \dots \dots \dots (2.6)$$

Jadi untuk mengetahui berapa nilai kWh maka dua yang harus diketahui yaitu besar daya listrik dan lama pemakaiannya.

Persamaan Perhitungan kWh:

$$\text{kWh} = \text{watt} \times \text{lama pemakaian (jam)} / 1000 \dots \dots \dots (2.7)$$

Contoh suatu alat listrik sebesar 500 *watt* dinyalakan selama 2 jam

- Daya yang digubakan 500 watt
- kWh = watt × lama pemakaian (jam)/1000
- kWh = 500 w × 2 jam/1000
- kWh = 1

2.7 Modul *Transceiver* SX 1276

Modul *transceiver* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.4 Modul *Transceiver* SX1276

Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

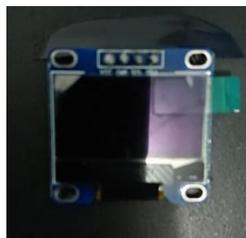
Modul *transceiver* SX1276 dalam menyampaikan informasi memiliki fitur modem jarak jauh, sehingga modul *transceiver* SX1276 sangat cocok digunakan untuk sistem monitoring. Modul *transceiver* SX1276 juga mudah digunakan, berukuran kecil, dan berdaya rendah untuk transmisi data nirkabel jarak jauh.

Spesifikasi modul *transceiver* SX1276 :

- Modul *transceiver* SX1276.
- 168dB *maximum link budget*.
- *Frequency Range* 137-1020 MHz.
- *RXCurrent* 11 Ma.
- Modul *transceiver* SX1276 DR 0,018-40 kbps.
- +20 dBm - 100 mW *konstan RF output vs. V supply*.
- +14 dBm *high efficiency PA*.
- Bit Program 300 kbps.
- Sensitif tinggi : <-148 dBm.
- *Bullet-proof front end* : IIP3 = -11 dBm
- FSK, GFSK, MSK, GMSK, modul *Transceiver* SX 1276 dan OOK
- *modulation*.
- 127dB *Dynamic Range* RSSI.
- *Packet engine up to 256 bytes with CRC*.

2.8 OLED SSD1306

OLED (*Organic Light-Emitting Diode*) merupakan teknologi yang memungkinkan lembaran – lembaran film tipis yang dibuat dari bahan – bahan organik yang dapat memancarkan cahaya ketika arus listrik dialirkan, sehingga menghasilkan kualitas gambar yang lebih baik dan awet daripada LCD. Pada modul OLED SSD1306 berukuran 0.96 inci dan bersifat monokrom, memiliki resolusi 128 x 64, dan dapat berkomunikasi dengan arduino menggunakan I2C. (Kadir, 2018)



Gambar 2.5 OLED SSD 1306

Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

2.9 Sensor SCT 013

Split-core Current Transformer (SCT) adalah sebuah sensor arus bolak balik yang menggunakan konsep cara kerja dari transformator arus. Transformator arus ini kemudian dirancang agar dapat menghasilkan nilai arus sekunder yang lebih kecil dibandingkan nilai arus pada jaringan transmisi listrik daya besar kenilai arus yang lebih kecil, sehingga dengan begitu akan lebih aman untuk digunakan sebagai pengukuran. Trafo arus memiliki struktur komponen yang terdiri dari lilitan sekunder yang ada pada cincin *ferromagnetic*, dengan komponen lilitan *primer* yang melewati bagian tengah cincin. Cincin *ferromagnetic* ini bekerja dengan menahan sedikit fluks dari lilitan *primer*. Fluks ini bertugas untuk menginduksi tegangan dan arus ke dalam lilitan *sekunder* sehingga dapat mempengaruhi arus yang dihasilkan. Transformator arus ini biasanya memiliki rasio berkisar antara 600:5, 800:5 atau 1000:5 ampere dengan rasio standart pada lilitan sekunder sebesar 5 ampere.



Gambar 2.6 Sensor SCT 013

Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

Sensor arus SCT013 adalah salah satu jenis sensor arus yang menggunakan prinsip kerja diatas dan digunakan untuk mengukur arus bolak-balik. Salah satu contohnya adalah SCT013-100 yang dapat mengukur Arus AC sampai dengan 100 Ampere. Sensor Arus SCT013-100 pada umumnya juga digunakan sebagai

instrument pembacaan dalam sistem proteksi transmisi tenaga listrik. Sistem proteksi yang dimaksud ini sangatlah kompleks dan membutuhkan komponen lain, sehingga Sensor Arus SCT013-100 dibuat dengan dilengkapi spesifikasi dan kelas yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan sistem proteksi yang ada. Selain itu, Sensor Arus SCT013-100 juga sering di aplikasikan pada sebuah alat pengukur daya (Kwh) digital/token.

Sensor SCT 013 memiliki spesifikasi seperti di bawah ini:

- *Input Current* : 0 – 100A AC.
- *Output Mode* : 0 – 50mA.
- *Non-linearity* : around 3%.
- *Turn Ratio* : 100A : 0,05A
- *Resistance Grade* : Grade B.
- *Work Temperature* : -25 C to 70 C.
- *Dielectric Strength (between shell and output)* : 1000V AC/ 1min 5mA.
- *Leading Wire in Length* : 1m Open.
- *Size* : 13mm x 13mm.

2.10 Sensor ZMPT101B

Modul sensor ZMPT101B adalah sensor tegangan yang dapat mengukur tegangan dari 0-1000V. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan menurunkan tegangan masukan menggunakan *step down transformer*, kemudian dengan masuk ke *op-amp* dan akan didapat nilai keluaran yang stabil tergantung dari nilai masukannya. Berikut ini adalah spesifikasi dari modul sensor tegangan ZMPT101B :

Tabel 2.2 Tabel Spesifikasi Modul Sensor ZMPT101B

Model	ZMPT101B
Arus primer	2Ma
Arus sekunder	2Ma
Turns ratio	1000:1000
Phase angle error	$\leq 20'$ (input 2mA, sampling resistor 100 Ω)

Jangkauan <i>linear</i>	0 ~ 1000V 0~ 10mA (<i>sampling resistor 100Ω</i>)
<i>Linearitas</i>	$\leq 0.2\%$ (20%dot~ 120%dot)
Toleransi kesalahan	$-0.5\% \leq f \leq 0$ (<i>input 2mA, sampling resistor 100Ω</i>)
Tegangan terisolasi	4000V
Pengaplikasian	Pengukuran tegangan dan daya
<i>Same Polarity</i>	1 3pin
<i>Encapsulation</i>	<i>Epoxy</i>
Instalasi	PCB
Suhu operasional	-40°C ~ +70°C

Sumber: (<https://repository.uksw.edu/bitstream>)

Modul sensor ZMPT101B memiliki dimensi yang kecil, akurasi pengukuran yang tinggi, dan konsistensi keluaran yang stabil untuk pengukuran tegangan dan daya. Modul sensor ini biasanya digunakan untuk pengukuran daya/energi, perlengkapan rumah tangga, dan perlengkapan industri.



Gambar 2.7 Sensor ZMPT101B

Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

2.11 RTC

RTC (*Real time clock*) adalah jam elektronik berupa *chip* yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara *real time*. Karena jam tersebut

bekerja *real time*, maka setelah proses hitung waktu dilakukan output datanya langsung disimpan atau dikirim ke *device* lain melalui sistem antarmuka.

Adapun komponen RTC adalah sebagai berikut:



Gambar 2.8 Komponen RTC

Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

Chip RTC sering dijumpai pada motherboard PC (biasanya terletak dekat chip BIOS). Semua komputer menggunakan RTC karena berfungsi menyimpan informasi jam terkini dari komputer yang bersangkutan. RTC dilengkapi dengan baterai sebagai pensuplai daya pada chip, sehingga jam akan tetap up-to-date walaupun komputer dimatikan. RTC dinilai cukup akurat sebagai pewaktu (timer) karena menggunakan osilator kristal.

2.12 Antena Omni

Antena merupakan elemen pada sistem komunikasi *wireless* (tanpa kabel) yang berperan untuk mengubah gelombang elektromagnetik tertuntun (dalam saluran kabel) menjadi gelombang elektromagnetik yang merambat bebas. Antena adalah elemen penting yang ada pada setiap sistem telekomunikasi tanpa kabel (nirkabel/*wireless*). Antena merupakan elemen penting pada setiap sistem komunikasi yang berperan untuk mengubah gelombang elektromagnetik yang merambat bebas di udara. Pada piranti telekomunikasi *wireless*, sebuah antena dapat berfungsi sebagai pemancar dan penerima radiasi gelombang, artinya mengubah gelombang elektromagnetik tertuntun menjadi gelombang ruang bebas atau sebaliknya dari gelombang ruang bebas menjadi

gelombang tertuntun dalam saluran kabel (Ahkami, 2016)



Gambar 2.9 Antena Omni

Sumber: (Dokumentasi Pribadi)