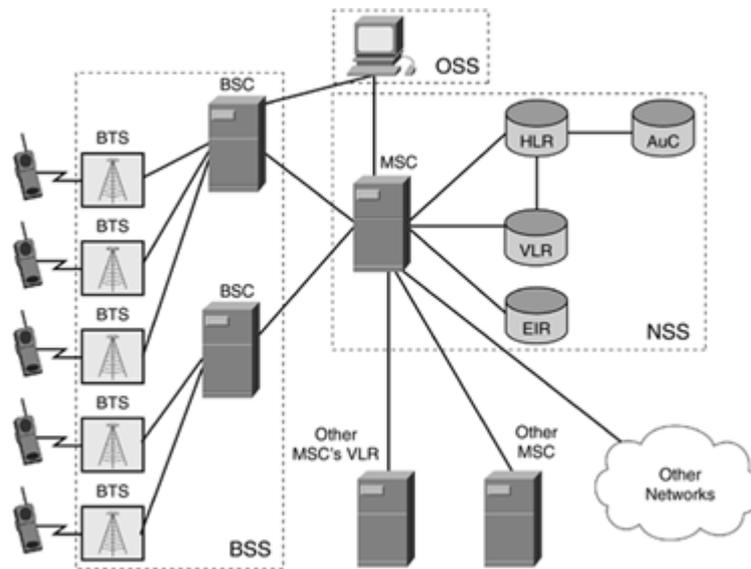


BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Arsitektur Komunikasi Selular

Sistem komunikasi seluler tersusun atas tiga komponen utama, yaitu *Mobile Station (MS)*, *Base Station System (BSS)* dan *Network System (NS)*. Gabungan dari peralatan-peralatan tersebut dinamakan *Global System for Mobile Communication (GSM)*.



Gambar 2.1 Arsitektur Komunikasi Selular

2.1.1 *Mobile Station (MS)*

Mobile Station merupakan perangkat yang dibawa oleh kita pelanggan/pengguna yaitu telepon genggam (hand phone), disebut mobile karena selalu kita bawa kemana-mana (mobile). Peralatan inilah yang berfungsi sebagai penerima dan pengirim data, baik suara maupun text.

Mobile Station terdiri dari dua komponen utama, yaitu *Mobile Equipment* (handphone) dan SIM Card. *Mobile Equipment* merupakan peralatan elektronik yang secara garis besar tersusun atas komponen radio transceiver (transmitter and receiver) atau peralatan penerima dan pengirim sinyal radio, dan *Digital Signal Processor (DSP)* yang mengolah sinyal radio tersebut agar dapat diterima oleh kita dalam bentuk teks maupun suara. Setiap *Mobile Equipment* selalu memiliki

nomor identitas yang identik, tidak ada yang sama di seluruh dunia yang disebut *International Mobile Equipment Identity* (IMEI).[13]

2.1.2 Base Station subsystem

Base Station Subsystem (BBS) merupakan peralatan yang mengendalikan hubungan antara radio dengan *mobile station*. *Base Station Subsystem* terdiri atas dua bagian yaitu : *Base Transceiver Station* (BTS) dan *Base Station Controller* (BSC).[13]

Base Station Controller (BSC) yang cara kerjanya mengatur hubungan radio antara satu dan beberapa *Base Transceiver Station*. (BTS) Selain itu juga *Base Transceiver Station* (BTS) merupakan penghubung antara *Mobile Station* dengan *Mobile Service Switching Center* (MSC).[13]

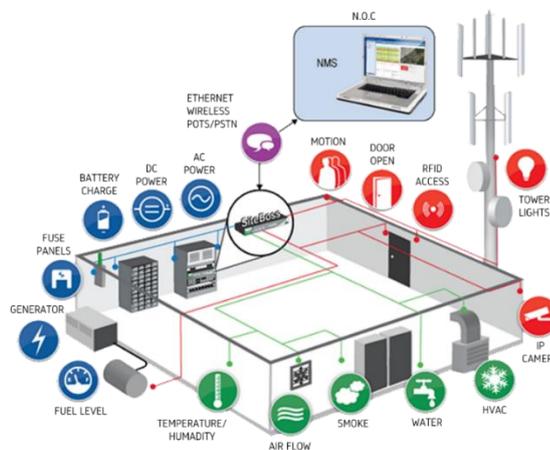
2.1.3 Base Transceiver Station

Base Transceiver Station merupakan salah satu elemen sistem komunikasi seluler yang menghubungkan *mobile station* dengan *base station control*). BTS sendiri terdiri dari 3 bagian utama yaitu *tower*, *shelter* dan *feeder*. Di dalam *shelter* terdapat berbagai *combiner*, *module per carrier*, *core module* yaitu power suplai, fan pendingin, *air conditioner*, baterai, dan AC/DC converter [2].

BTS merupakan perangkat yang digunakan untuk memfasilitasi komunikasi nirkabel antara *mobile station* dengan jaringan yang akan dihubungkan dengan jaringan lain dalam komunikasi. BTS dapat diterapkan ke salah satu standar komunikasi nirkabel, biasanya dan umumnya terkait dengan teknologi komunikasi mobile seperti GSM dan CDMA. Dalam hal ini, BTS merupakan bagian dari *base station subsystem* (BSS) perkembangan untuk sistem manajemen. Ini juga mungkin memiliki peralatan untuk mengenkripsi dan mendeskripsi komunikasi, spektrum penyaringan alat (*band pass filter*), dll antena juga dapat dipertimbangkan sebagai komponen dari BTS dalam arti umum sebagai mereka memfasilitasi fungsi BTS. Biasanya BTS akan memiliki beberapa *transceiver* (TRXs) yang memungkinkan untuk melayani beberapa frekuensi yang berbeda dan berbagai sektor sel (dalam kasus BTS *sectorised*). Sebuah BTS dikendalikan oleh stasiun kontrol melalui fungsi *base station control* (BSC). BSC ini dilaksanakan sebagai unit diskrit atau bahkan tergabung dalam TRX di BTS [2].

Pada suatu shelter terdapat RBS 3G dan RBS 2G, 1 RBS terdapat 6 TRU dan 1 TRU terdapat 2 TRx. TRx adalah perangkat yang memancarkan dan menerima sinyal komunikasi dari atau ke perangkat mobile. TRx terdiri dari perangkat *Transmitter* dan *Receiver*.

1. *Transmisi*. Perangkat yang digunakan untuk mengatur slot trafik pada BTS.
2. *Rectifier*. Rectifier sebagai penyearah tegangan dari tegangan AC yang berasal dari PLN dikonversikan kedalam tegangan searah untuk dikonsumsi perangkat lainnya.
3. *Air Conditioner (AC)*. AC adalah suatu komponen / peralatan yang dipergunakan untuk mengatur suhu, sirkulasi, kelembaban dan kebersihan udara di dalam ruangan.
4. *Power Distribution Board (PDB)*. Berupa kotak berisi MCB / saklar-saklar power tiap-tiap perangkat.
5. *Power Distribution Box*. Untuk mendistribusikan / membagikan arus listrik ke berbagai komponen yang digunakan pada BTS.
6. *Grounding* Berfungsi untuk mengurangi atau menghindari bahaya yang disebabkan oleh tegangan tinggi.



Gambar 2.2 Shelter Base Transceiver Station

2.2 Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network atau jaringan sensor nirkabel adalah kumpulan sejumlah *node* yang diatur dalam sebuah jaringan kerjasama [1]. Masing-masing *node* dalam jaringan sensor nirkabel biasanya dilengkapi dengan radio *transceiver*

atau alat komunikasi *wireless* lainnya, mikrokontroler kecil, dan sumber energi seperti baterai. Banyak aplikasi yang bisa dilakukan menggunakan jaringan sensor nirkabel, misalnya pengumpulan data kondisi lingkungan, *security monitoring*, dan *node tracking scenario*. [1]

Perkembangan teknologi semakin mengarah kepada konektivitas lingkungan fisik. Kebanyakan observasi yang dilakukan di lapangan melibatkan banyak faktor dan parameter-parameter untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan akurat. Dengan adanya teknologi WSN, memungkinkan peneliti untuk mendapat informasi yang maksimal tanpa harus berada di area sensor. Informasi dapat diakses dari jarak jauh melalui *gadget* seperti laptop, *remote device*, *server* dan sebagainya.

Berikut adalah beberapa keuntungan yang bisa diperoleh dari teknologi WSN. [1]

1. Praktis karena tidak perlu ada instalasi kabel yang rumit dan dalam kondisi geografi tertentu sangat menguntungkan dibanding wired sensor.
2. Sensor menjadi bersifat *mobile*, artinya pada suatu saat dimungkinkan untuk memindahkan sensor untuk mendapat pengukuran yang lebih tepat tanpa harus khawatir mengubah desain ruangan maupun susunan kabel ruangan.
3. Meningkatkan efisiensi secara operasional.
4. Mengurangi total biaya sistem secara signifikan.
5. Dapat mengumpulkan data dalam jumlah besar.
6. Konfigurasi software lebih mudah.
7. Memungkinkan komunikasi digital 2 arah.

2.2.1 Bagian-Bagian *Wireless Sensor Network*

Wireless Sensor Network (WSN) terbagi atas 5 (lima) bagian, yaitu :

1. *Transceiver*, berfungsi untuk menerima/mengirim data dengan menggunakan protokol IEEE 802.15.4 atau IEEE 802.11b/g kepada *device* lain.
2. Mikrokontroler, berfungsi untuk melakukan fungsi perhitungan, mengontrol dan memproses *device* yang terhubung dengan mikrokontroler.
3. *Power source*, berfungsi sebagai sumber energi bagi sistem *wireless sensor* secara keseluruhan

4. *External memory*, berfungsi sebagai tambahan *memory* bagi sistem *wireless sensor*, pada dasarnya sebuah unit mikrokontroler memiliki unit *memory* sendiri.

Sensor, berfungsi untuk men-*sensing* besaran-besaran fisis yang hendak diukur. Sensor adalah suatu alat yang mampu untuk mengubah suatu bentuk energi ke bentuk energi lain, dalam hal ini adalah mengubah dari energi besaran yang diukur menjadi energi listrik yang kemudian diubah oleh ADC menjadi deretan pulsa terkuantisasi yang kemudian bisa dibaca oleh mikrokontroler.

2.3 Modul Transmisi NRF24L01

Modul komunikasi serial (*serial communication module*) yang menggunakan pita frekuensi 2,4 GHz. Frequency band ini adalah pita frekuensi ISM yang bebas lisensi dan dilengkapi dengan sirkuit penguat signal derau rendah LNA (Low Noise Amplifier) dan Power Amplifier, dapat mentransmisikan data hingga jarak 1 kilometer pada kecepatan 250 kbps.[3]

Kecepatan transmisi data dari modul elektronika ini dapat mencapai 2 Mbps, dengan 125 pilihan kanal yang dimodulasi dengan algoritma GFSK berefisiensi tinggi, memiliki fitur anti interferensi, cocok untuk kontrol pada mesin industri.



Gambar 2.3 Modul Komunikasi NRF24L01

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah alat pengendali berukuran mikro atau sangat kecil yang dikemas dalam bentuk *chip*. Sebuah mikrokontroler pada dasarnya bekerja seperti sebuah mikroprosesor pada komputer. Keduanya memiliki sebuah *CPU* yang menjalankan instruksi program, melakukan logika dasar, dan pemindahan data.[11]

2.5 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 input *analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik, dan tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Arduino Uno menggunakan kabel USB untuk menghubungkan ke komputer. Sumber tegangan didapat dari adaptor AC-DC atau dapat juga menggunakan baterai.[11]



Gambar 2.4 Arduino Uno R3

2.6 Sensor Tegangan ZMPT101B (AC)

Sensor tegangan menggunakan transformator tegangan sebagai penurun tegangan dari 220 ke 5 Volt AC kemudian disearahkan menggunakan jembatan diode untuk mengubah tegangan AC ke tegangan DC, kemudian di filter menggunakan kapasitor setelah itu masuk kerangkaian pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan, tegangan yang dihasilkan tidak lebih dari 5 Volt DC sebagai inputan ke mikrokontroler.[7] Sensor Tegangan dengan teknik pembagi tegangan dapat digunakan pada tegangan AC dan DC, sedangkan sensor tegangan yang menggunakan sebuah transformator hanya dapat digunakan untuk membaca tegangan AC.



Gambar 2.5 Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor tegangan AC ini memerlukan kalibrasi karena hasil keluaran tidak benar –benar linear maka di lakukan kalibrasi menggunakan persamaan regresi linear sederhana. Berikut adalah persamaan regresi linear untuk mendapatkan nilai keluaran yang linear.

$$y = a + bx \quad (2.1)$$

Dengan menyatakan tegangan yang terukur pada voltmeter sebagai x , dan data ADC (*Analog to Digital Converter*) yang terbaca pada unit mikrokontroler sebagai y , maka dihasilkan persamaan untuk mencari nilai a dan b sebagai berikut.

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2.2)$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2.3)$$

Setelah mendapatkan nilai a dan b , selanjutnya akan dicari nilai tegangan (x) yang linear, maka persamaan (2.1) diubah menjadi:

$$x = (y - a)/b \quad (2.4)$$

Setelah mendapatkan hasil dari pengukuran tegangan, maka nilai galat (*error*) dari pengukuran dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

$$E_{Absolute} = |X_{terukur} - X_{sebenarnya}| \quad (2.5)$$

$$E_{Relative} = \frac{E_{Absolute}}{X_{sebenarnya}} \quad (2.6)$$

$$Percent\ of\ Error = E_{Relative} \times 100\% \quad (2.7)$$

Keterangan:

$E_{Absolute}$: *Error Absolute*

$E_{Relative}$: *Error Relative*

$X_{terukur}$: Nilai yang terukur pada perangkat

$X_{sebenarnya}$: Nilai yang terukur pada voltmeter

2.7 Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Prinsip kerja modul sensor tegangan ini dapat membuat tegangan input mengurangi 5 kali

dari tegangan asli. Sehingga, sensor hanya mampu membaca tegangan maksimal 25 V bila diinginkan Arduino analog input dengan tegangan 5 V, dan jika untuk tegangan 3,3 V, tegangan input harus tidak lebih dari 16.5 V. Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai 1023, karena chip Arduino AVR memiliki 10 bit, jadi resolusi simulasi modul $0,00489$ V yaitu dari $(5 \text{ V} / 1023)$, dan tegangan input dari modul ini harus lebih dari $0,00489 \text{ V} \times 5 = 0,02445 \text{ V}$. [9]



Gambar 2.6 Sensor Tegangan DC

2.8 Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*. *Hall effect allegro ACS712* merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik dan proteksi beban berlebih.[6]

Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan hall transducer secara berdekatan. [6]



Gambar 2.7 Sensor Arus ACS712

Berikut ini adalah persamaan untuk mencari nilai arus listrik efektif.

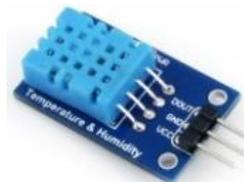
$$I_{RMS} = \frac{I_P}{\sqrt{2}} \quad (2.8)$$

$$I_{RMS} = 0.707106 \times |I_P| \quad (2.9)$$

Nilai 0.707106 didapatkan dari perhitungan integral arus listrik AC yang memiliki sifat gelombang sinusoidal. Dengan mengetahui arus puncak (IP) maka kita dapat mengetahui nilai arus efektifnya (IRMS) menggunakan persamaan

2.9 Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya [10]. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program *memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. Dalam sensor ini terdapat sebuah thermistor tipe NTC *Negative Temperature Coefficient* untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban tipe resistif dan sebuah mikrokontroler 8-bit yang mengolah kedua sensor tersebut dan mengirim hasilnya ke pin output dengan format *single-wire bi-directional* (kabel tunggal dua arah).[10]



Gambar 2.8 Sensor DHT11

2.10 Sensor Gas MQ-135

Sensor MQ135 adalah sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi gas amonia (NH₃), natrium-(di)oksida (NO_x), alkohol / ethanol (C₂H₅OH), benzena (C₆H₆), karbondioksida (CO₂), gas belerang / sulfur-hidroksida (H₂S) dan asap / gas-gas lainnya di udara.

Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistensi analog di pin keluarannya. Pin keluaran ini bisa disambungkan dengan

pin ADC (analog-to-digital converter) di mikrokontroler / pin analog input Arduino Anda dengan menambahkan satu buah resistor saja (berfungsi sebagai pembagi tegangan / voltage divider), [14]



Gambar 2.9 Sensor Gas MQ-135

2.11 RFID MFRC522 Module

Mifare RC522 RFID Reader Module adalah sebuah modul berbasis IC Philips MFRC522 yang dapat membaca RFID dengan penggunaan yang mudah dan harga yang murah, karena modul ini sudah berisi komponen-komponen yang diperlukan oleh MFRC522 untuk dapat bekerja. Modul ini dapat digunakan langsung oleh MCU dengan menggunakan interface SPI, dengan supply tegangan sebesar 3,3V.[12]

MFRC522 merupakan produk dari NXP yang menggunakan *fully integrated* 13.56MHz *non-contact communication card chip* untuk melakukan pembacaan maupun penulisan. MFRC522 support dengan semua varian MIFARE Mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus RF identification protocols.[12]



Gambar 2.10 Mifare RC522 RFID Reader Module

2.12 Index Standar Pencemaran Udara

Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) adalah standar untuk laporan kualitas udara kepada masyarakat. Dalam ISPU terdapat skala untuk menerangkan tingkat kualitas udara dan dampaknya bagi kesehatan bagi makhluk hidup. ISPU ditetapkan berdasarkan 5 pencemar yaitu Karbon Monoksida (CO), Sulfur Dioksida (SO₂), Nitrogen Dioksida (NO₂), Ozon Permukaan (O₃), Partikel Debu (PM₁₀). Di Indonesia ISPU diatur berdasarkan Keputusan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) Nomor KEP- 107/Kabapedal/11/1997 [15]. Berikut adalah tabel skala dan kategori kualitas udara dalam ISPU :

Jika dari 0 – 50 berstatus baik, sedangkan 51 – 100 berstatus sedang, 101-150 berstatus tidak sehat, 151 – 299 berstatus sangat tidak sehat, 300 –500 berstatus berbahaya.