

III. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini terdiri dari berbagai instrumen, komponen, perangkat kerja serta bahan-bahan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Alat dan bahan.

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan
1.	Modul Arduino Uno	Sebagai modul pengendali sistem dengan mikrokontrolernya ATmega328
2.	XBee S2	Sebagai perangkat telemetri untuk pengiriman data
3.	XBee <i>Sheild</i>	Sebagai komponen eksternal untuk menghubungkan Arduino Uno dengan XBee S2
4.	DHT 11	Sebagai sensor kelembaban
5.	LM35DZ	Sebagai sensor suhu
6.	Baterai <i>recharger</i> 8.4V DC	Sebagai sumber catu daya sistem
7.	Resistor	Sebagai hambatan pada rangkaian
8.	PCB	Sebagai media rangkaian
9.	Solder dan timah	Alat bantu memasang komponen
10.	XBee <i>adapter</i>	Sebagai modul untuk mengatur konfigurasi XBee S2
11.	LED	Sebagai indikator POWER ON

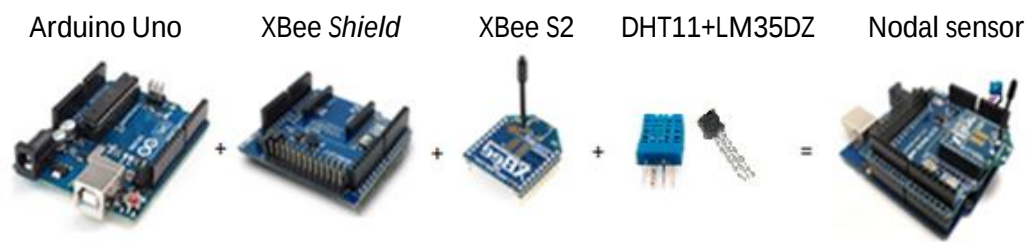
12.	<i>Thermometers</i> Testo 925	Sebagai acuan untuk kalibrasi suhu
13	<i>Hygrometer</i> (HTC-1)	Sebagai acuan untuk kalibrasi kelembaban
14.	Saklar kecil	Sebagai saklar ON/OFF catu daya
15.	Kabel penghubung	Sebagai penghubung antar komponen
16	Kotak	Sebagai tempat komponen elektronika
17.	Komputer	Sebagai penyimpanan data <i>logger</i> dan media pemantauan

3.2 Spesifikasi Alat

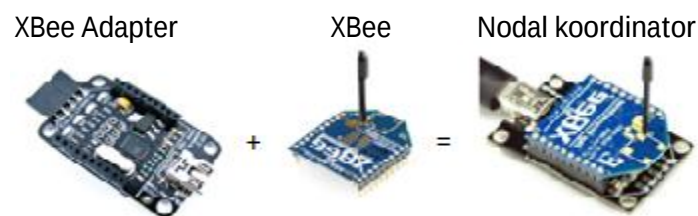
Spesifikasi alat pada penelitian ini terdiri atas dua jenis, yaitu nodal sensor dan nodal koordinator. Perangkat nodal sensor dalam penelitian ini berfungsi sebagai pengindera suhu dan kelembaban lingkungan yang selanjutnya kedua data tersebut dikirimkan menuju nodal koordinator. Perangkat nodal koordinator dalam penelitian ini berfungsi sebagai penerima data suhu dan kelembaban dari setiap nodal sensor.

Komponen dari perangkat nodal sensor terdiri atas modul Arduino Uno dengan mikrokontroler ATmega 328, XBee *shield*, XBee S2 serta sensor DHT11 dan LM35DZ yang dapat dilihat pada Gambar 3.1, sedangkan untuk komponen dari perangkat nodal koordinator terdiri atas XBee *adapter* dan XBee S2 yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Perangkat telemetri XBee S2 pada nodal sensor dikonfigurasi menjadi tipe *router* atau *end devise* yang berfungsi untuk mengirimkan data. Perangkat telemetri XBee S2 pada nodal koordinator dikonfigurasi menjadi tipe *coordinator* yang berfungsi menerima data dari *router* atau *end devise*.



Gambar 3.1 Komponen perangkat nodal sensor



Gambar 3.2 Komponen perangkat nodal coordinator

3.3 Spesifikasi Sistem

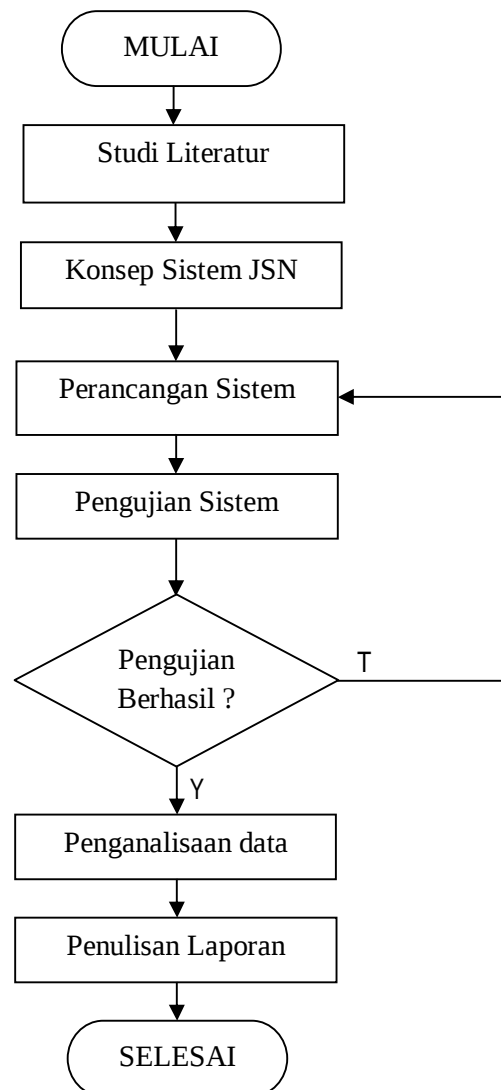
Spesifikasi sistem alat yang dibuat adalah sebagai berikut:

1. Sistem mampu memantau suhu dan kelembaban lingkungan pada setiap titik yang telah ditentukan. DHT11 sebagai sensor kelembaban dan LM35DZ sebagai sensor suhu diletakkan pada nodal sensor untuk membaca suhu dan kelembaban yang ada pada lingkungan. Data dari sensor dihubungkan dengan modul Arduino Uno dengan mikrokontrolernya ATmega 328.
2. Pada setiap perangkat nodal sensor, data suhu dan kelembaban yang telah diolah oleh mikrokontroler ATmega 328 dikirimkan dengan menggunakan perangkat telemetri XBee S2 menuju perangkat nodal coordinator yang terhubung dengan komputer melalui XBee *adapter*.

3. Perangkat nodal koordinator menerima data suhu dan kelembaban yang dikirim oleh perangkat nodal sensor. Perangkat nodal koordinator dapat membedakan antara nodal sensor satu dengan nodal sensor yang lainnya karena setiap nodal sensor memiliki identitas yang berbeda, sehingga data suhu dan kelembaban dari masing-masing nodal sensor dapat dipisahkan berdasarkan identitas nodal sensor tersebut.
4. Jaringan komunikasi yang dibentuk antara perangkat nodal sensor dan perangkat nodal koordinator dapat menggunakan jaringan komunikasi *mesh*, sehingga jangkauan dari sistem menjadi lebih luas.
5. Menggunakan baterai *recharger* 8.4V DC sebagai sumber tegangan, sehingga tidak diperlukan rangkaian catu daya.
6. Pada masing-masing perangkat nodal sensor terdapat LED indikator yang menyatakan sistem sedang bekerja dan saklar ON/OFF untuk mengaktifkan dan menghentikan sistem pada perangkat nodal sensor.
7. Sistem pemantau terhubung dengan komputer dengan komunikasi serial USB dengan XBee *adapter* sebagai *interface* ke komputer.
8. *User Interface* dibuat dengan menggunakan perangkat lunak LabVIEW sebagai pengolahan data yang dapat ditampilkan dan disimpan pada komputer.

3.4 Tahap Penelitian

Tahap penelitian yang akan dilakukan mengikuti diagram alir yang tertera pada Gambar 3.3. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam proses pembuatan tugas akhir ini, sehingga dapat dilaksanakan secara sistematis.



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

3.4.1 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan kajian mengenai rancang bangun JSN dan hal-hal yang berkaitan dengan jaringan ini secara umum. Kajian dikhususkan pada rancang bangun dari JSN yang akan dibangun berupa pengukuran suhu dan kelembaban.

3.4.2 Konsep Sistem JSN

Pada tahap ini dilakukan perancangan JSN untuk mengetahui kinerja dari JSN. Dalam penelitian ini akan dilakukan percobaan komunikasi jaringan dengan topologi *peer to peer*, *star* dan *mesh*.

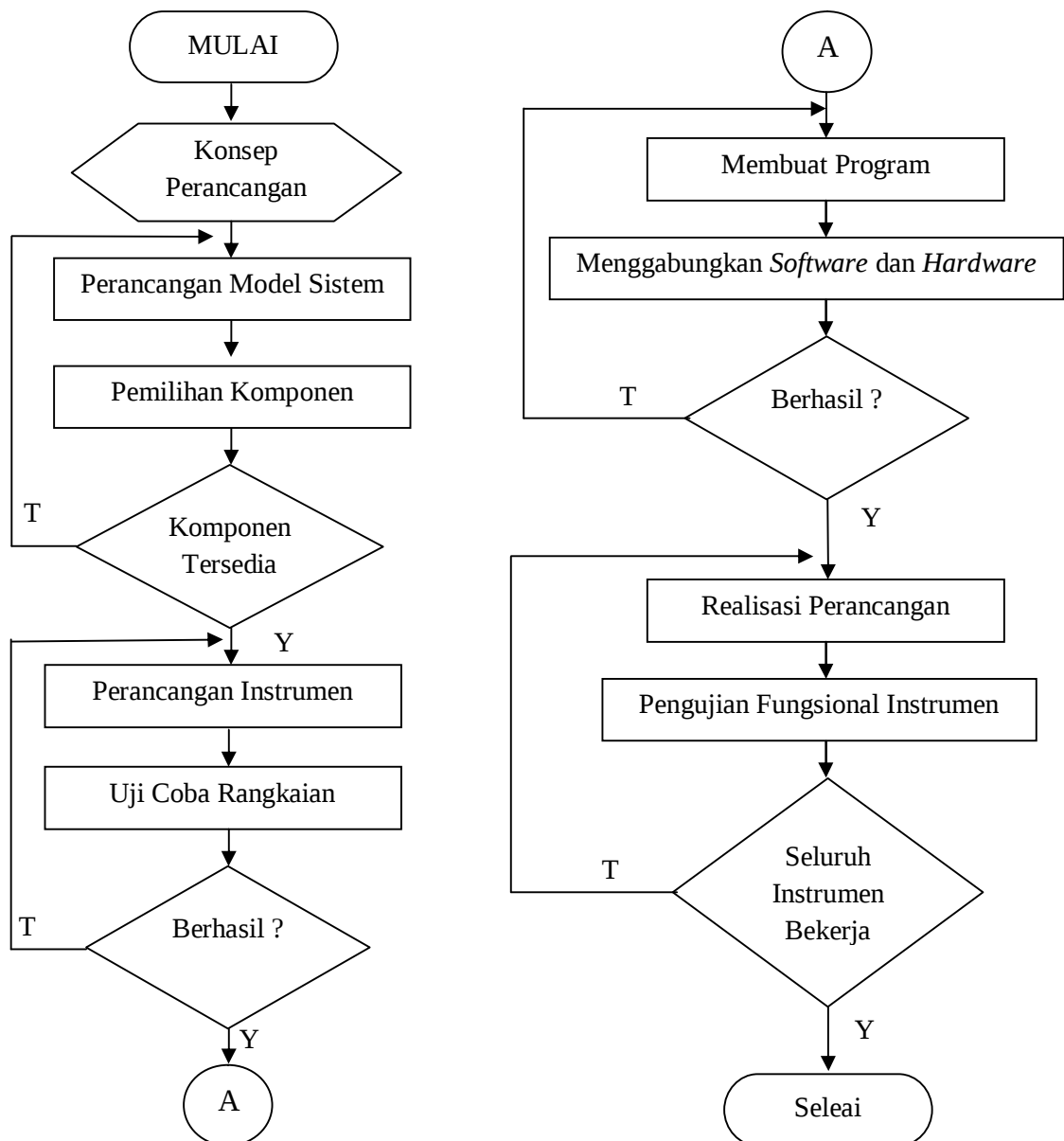
Pada topologi *peer to peer* terdiri dari dua buah nodal, dimana satu nodal berfungsi sebagai nodal koordinator yang membentuk jaringan dan nodal yang lain dikonfigurasi sebagai *router* atau *end device*.

Pada topologi *star* mempergunakan beberapa nodal yang terhubung pada sebuah nodal koordinator yang diposisikan sebagai pusat jaringan. Setiap data dari beberapa nodal dikirimkan menuju koordinator, nodal koordinator bertugas menerima data dari beberapa nodal tersebut.

Pada topologi *mesh* mempergunakan nodal *router* untuk meneruskan pesan menuju nodal koordinator. Nodal *router* dapat meneruskan pesan ke nodal *router* yang lainnya dan *end device* sesuai dengan kebutuhan. Masing-masing *device* dapat berkomunikasi dengan *device* yang lain secara langsung jika *device-device* tersebut dalam posisi berdekatan dan dapat membangun *link* komunikasi [15].

3.4.3 Perancangan Sistem JSN

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem JSN. Pada Gambar 3.4 merupakan tahapan dalam pembuatan alat rancang bangun JSN berbasis Zigbee untuk pemantauan suhu dan kelembaban. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam perancangan dan pembuatan tugas akhir ini, sehingga dapat dilaksanakan secara sistematis.



Gambar 3.4 Diagram alir prosedur kerja

3.4.3.1 Spesifikasi Teknis Perancangan

Perancangan sistem JSN yang akan dibangun berdasarkan spesifikasi perangkat sebagai berikut:

a. Spesifikasi Sensor Kelembaban DHT11 yaitu [7] :

i. Sensor kelembaban

1. Resolusi : 16Bit
2. *Repeatability* : $\pm 1\%$ RH
3. Akurasi : 20 – 90 % RH $\pm 5\%$ RH *error*

ii. Karakteristik elektrik

1. Catu Daya : 3,5 – 5,5 V DC
2. Konsumsi arus : pengukuran : 0,3mA
Standby : 60 μ A
3. Periode *sampling* : < 2 seconds

b. Spesifikasi Xbee S2 yaitu [14] :

- i. RF *data rate* : 250 Kbps
- ii. *Indoor/urban range* : 40 meter
- iii. *Outdoor/RF LOS range* : 120 meter
- iv. *Transmit power* : 1,25mW(+1 dBm)/2mW(+ 3 dBm)
- v. *Frequency band* : 2,4 GHz
- vi. *Interference immunity* : DSSS
- vii. *Antena* : Wire
- viii. *Supply voltage* : 2,1 – 3,6 VDC
- ix. *Transmit current* : 35mA/45mA *boost mode*@3,3VDC
- x. *Receive current* : 38mA/40mA *boost mode*@3,3VDC

- c. Spesifikasi modul Arduino Uno yaitu [6] :
- i. Mikrokontroler : ATmega 328
 - ii. *Operating voltage* : 5V
 - iii. *Input voltage (recommended)* : 7 – 12V
 - iv. *Input voltage (limits)* : 6 – 20V
 - v. *Digital I/O pins* : 14 (6 provide PWM output)
 - vi. *Analog input pins* : 6
 - vii. *DC current per I/O pins* : 40 mA
 - viii. *DC current for 3,3 V pins* : 50 mA
 - ix. *Flash memory* : 32 KB (0.5 KB used by bootloader)
 - x. SRAM : 2 KB
 - xi. EEPROM : 1 KB
 - xii. *Clock speed* : 16 MHz
- d. Spesifikasi I/O expansion XBee Shield yaitu [16] :
- i. *Interface shield* kompatibel dengan *board* Arduino
 - ii. 3 indikator led XBee yaitu ON/SLEEP, RSSI dan ASS
 - iii. Menyediakan arus maksimal 500 mA pada tegangan 3,3 Volt
 - iv. 2,54 mm *break out* untuk XBee
- e. Spesifikasi sensor suhu LM35DZ yaitu [8]:
- i. Memiliki sensitivitas yaitu 10 mV/°C.
 - ii. Akurasi dalam kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25°C.
 - iii. Memiliki rentang nilai operasi suhu 0°C sampai 100°C.
 - iv. Memiliki arus yang rendah yaitu 60 µA.

3.4.3.2 Perancangan Pembuatan sistem

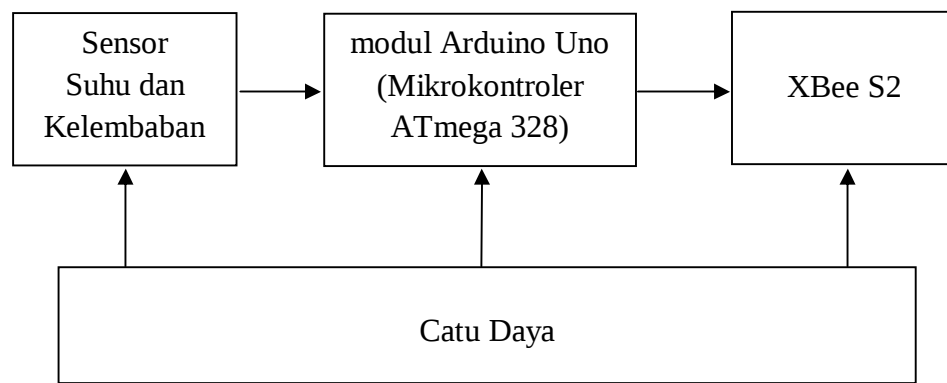
Pembuatan sistem yang dibangun dimulai setelah semua komponen tersedia. Sistem yang dibangun terdiri atas pengirim informasi berupa suhu dan kelembaban, serta penerima informasi yang kemudian akan ditampilkan pada layar komputer dan disimpan sebagai data *logger*.

Langkah pertama adalah pembuatan nodal sensor sebagai pengirim informasi suhu dan kelembaban. Pembuatan nodal sensor dengan memprogram mikrokontroler ATmega 328 sebagai pusat pengendalian pada modul Arduino Uno agar dapat mengolah data suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor LM35DZ dan DHT11. Selanjutnya adalah mengirimkan data tersebut menggunakan telemetri XBee S2 yang sudah dikonfigurasi dengan perangkat lunak X-CTU. Untuk menghubungkan antara modul Arduino Uno dengan XBee S2 menggunakan XBee *shield*.

Langkah kedua adalah pembuatan nodal koordinator sebagai penerima data suhu dan kelembaban yang dikirim oleh nodal sensor. Untuk menerima data tersebut, maka digunakan telemetri yang sama yaitu XBee S2 yang sudah dikonfigurasi. Telemetri XBee S2 pada nodal koordinator dihubungkan dengan XBee *adapter* yang terhubung dengan komputer menggunakan komunikasi serial, sehingga setelah data diterima XBee S2 dapat ditampilkan di layar komputer. Agar komputer dapat menampilkan data tersebut, maka digunakan perangkat lunak LabVIEW. LabVIEW diprogram agar dapat menampilkan data suhu dan kelembaban serta menyimpannya sebagai data *logger*.

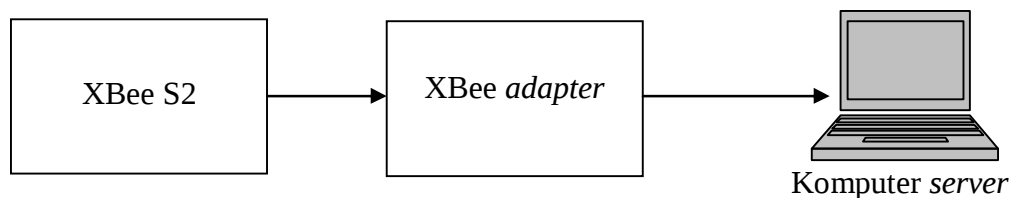
3.4.3.3 Perancangan Mode Sistem JSN

Perancangan mode sistem JSN dilakukan dengan pembuatan perangkat nodal sensor dan nodal koordinator. Pada perangkat nodal sensor terdiri dari sensor kelembaban DHT11, sensor suhu LM35DZ, modul Arduino Uno dengan mikrokontrolernya ATmega 328 sebagai pusat kendali, XBee S2 sebagai perangkat telemetri dan catu daya seperti ditunjukkan pada Gambar 3.5 berikut ini:



Gambar 3.5 Blok diagram nodal sensor

Pada perangkat nodal koordinator terdiri dari XBee S2 sebagai perangkat telemetri dan XBee *adapter* sebagai *interface* yang terhubung ke komputer *server* melalui media kabel USB seperti ditunjukkan blok diagram pada Gambar 3.6 berikut ini:

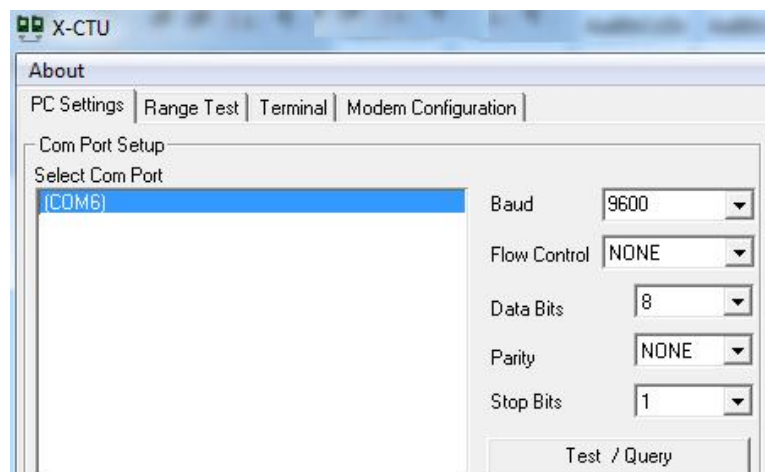


Gambar 3.6 Blok diagram nodal koordinator

Tahap perancangan mode sistem JSN yang akan dibangun adalah sebagai berikut:

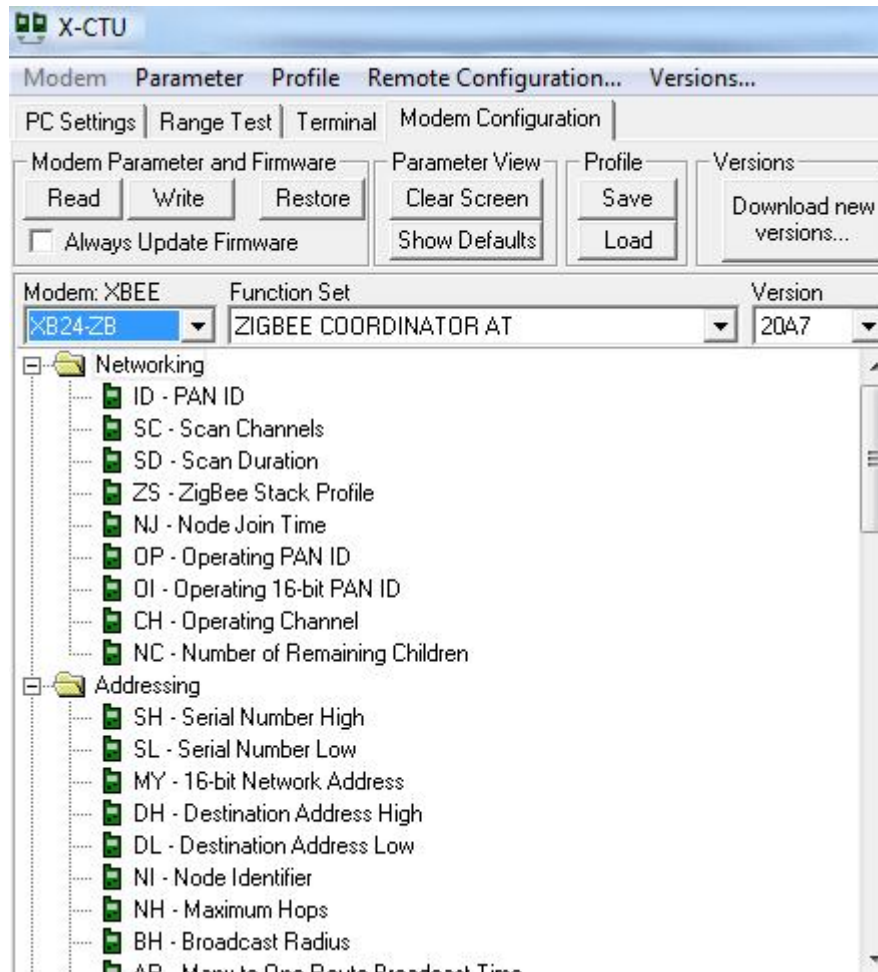
- a. Melakukan konfigurasi perangkat telemetri XBee S2 yang berfungsi sebagai nodal sensor dan juga nodal koordinator dengan menggunakan perangkat lunak X-CTU. Sebelum melakukan konfigurasi pada perangkat telemetri XBee S2 terlebih dahulu melakukan setting COM *Port* serial terminal perangkat lunak X-CTU seperti pada Gambar 3.7 dengan mengkonfigurasi parameter yang digunakan, yaitu sebagai berikut:

1. *Baud* : 9600
2. *Flow control* : none
3. *Data Bits* : 8
4. *Parity* : none
5. *Stop bits* : 1



Gambar 3.7 Konfigurasi PC *setting* pada X-CTU

Konfigurasi dilanjutkan dengan melakukan *setting protocol, frame type*, dan parameter - parameter *frame* perangkat telemetri Xbee S2 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Konfigurasi XBee S2 dengan X-CTU

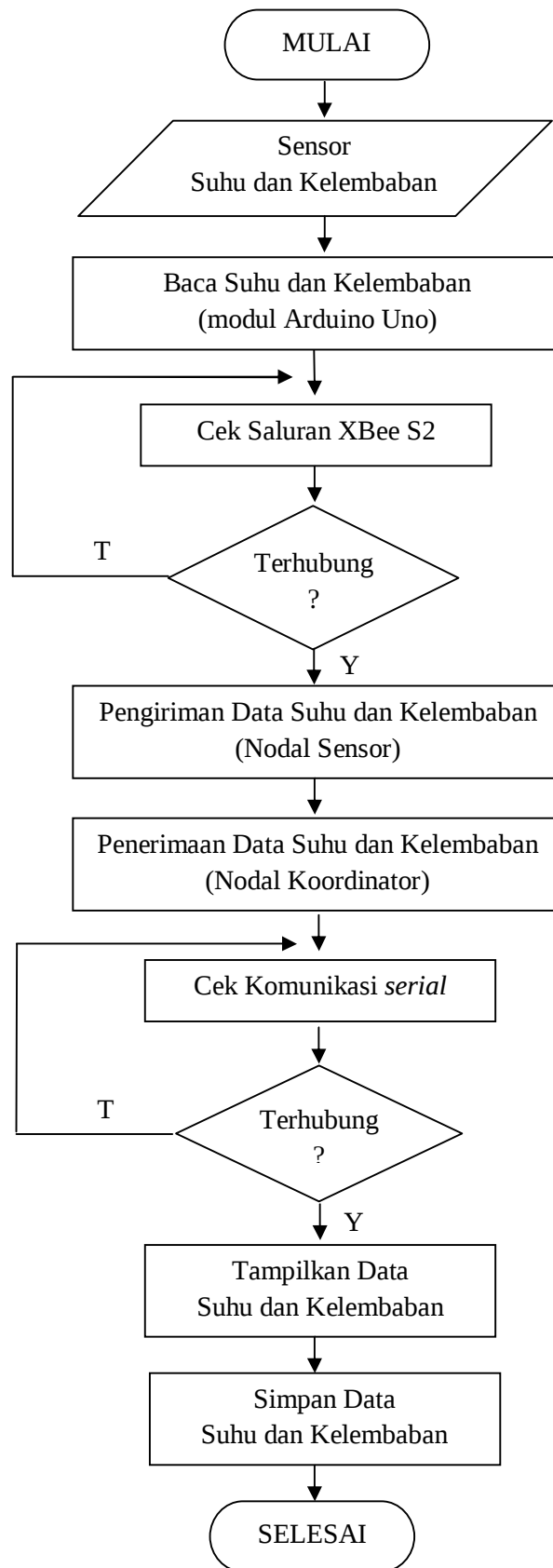
Setting protocol untuk menentukan protokol komunikasi yang digunakan dengan memilih *toolbar* Modem:XBEE, pada pilihan XB24-ZB menyatakan perangkat telemetri XBee S2 menggunakan *protocol* ZigBee. *Frame type* untuk menentukan fungsi dari perangkat telemetri XBee S2 baik itu sebagai *coordinator* , *end device* maupun *router* dengan memilih *toolbar* Function Set pada X-CTU. *Setting* parameter-parameter *frame* untuk menentukan jaringan komunikasi yang digunakan, pengalamatan dan sebagainya.

- b. Membuat program modul Arduino Uno dengan perangkat lunak Arduino.
- c. Pada nodal sensor menghubungkan perangkat telemetri XBee S2, Modul XBee *shield* dan modul Arduino Uno menjadi satu perangkat nodal sensor.
- d. Pada nodal koordinator menghubungkan perangkat telemetri XBee S2 dengan XBee *adapter* dan menghubungkannya dengan komputer *server*.
- e. Melakukan komunikasi antara nodal sensor dengan nodal koordinator.

3.4.3.4 Perancangan Kerja Sistem

Perancangan kerja sistem JSN pada penelitian ini secara garis besar yaitu pengiriman data oleh nodal sensor, penerimaan data oleh nodal koordinator dan tampilan pemantauan sistem pada komputer. Tahapan perancangan kerja sistem ini adalah sebagai berikut ini:

1. Pada nodal sensor akan mendeteksi suhu dan kelembaban di lingkungan sekitar dengan menggunakan DHT11 sebagai sensor kelembaban dan LM35DZ sebagai sensor suhu, kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega 328 untuk dikirimkan data suhu dan kelembaban tersebut dengan menggunakan perangkat telemetri XBee S2.
2. Pada nodal koordinator menerima data suhu dan kelembaban yang dikirim oleh nodal sensor. Nodal koordinator terhubung dengan komputer menggunakan *interface XBee adapter* secara *serial*, setelah itu data suhu dan kelembaban akan diolah lagi menggunakan perangkat lunak LabVIEW untuk ditampilkan di layar komputer dan disimpan sebagai data hasil pemantauan sebagai data *logger*.



Gambar 3.9 Diagram alir prinsip kerja sistem

3.4.4 Pengujian Perangkat Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian sistem JSN berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Pengujian perangkat sistem bertujuan untuk menguji rancangan sistem yang telah dibuat apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum. Pengujian dilakukan dari masing-masing tahapan, yaitu pengujian sensor suhu, kelembaban, akusisi data, komunikasi XBee S2, dan sistem secara keseluruhan.

3.4.4.1 Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor LM35DZ yaitu menguji keakuratan sensor LM35DZ dalam pengukuran suhu lingkungan dengan cara membandingkan nilai suhu yang terukur oleh sensor dengan nilai suhu pada alat ukur suhu yaitu *thermometers* Testo 925 [17]. Metode pengujian sensor suhu dengan cara variasi suhu yang diukur dengan menggunakan *heater* berupa solder listrik.



Gambar 3.10 Metode pengujian sensor suhu LM35DZ

Sensor LM35DZ dan alat ukur suhu Testo 925 diletakkan pada tempat yang sama yaitu didekat *heater* seperti pada Gambar 3.10. Saat *heater* aktif maka akan terjadi kenaikan suhu, kemudian nilai suhu pada alat ukur suhu Testo 925 dan keluaran

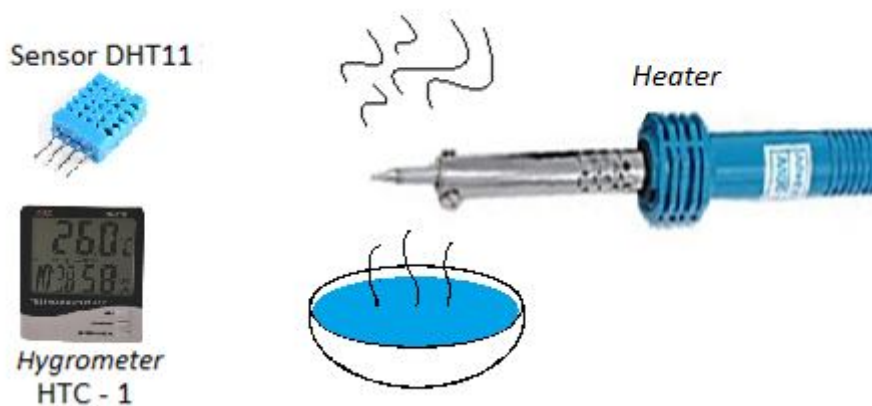
sensor LM35DZ disimpan pada tabel hasil pengujian. Keluaran dari LM35DZ berupa tegangan dengan sensitivitas $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Dengan diketahui besarnya tegangan keluaran LM35DZ dan suhu yang terukur pada alat ukur suhu Testo 925, maka dapat ditentukan kalibrasi dari sensor suhu LM35DZ secara matematis.

3.4.4.2 Pengujian Sensor Kelembaban

Pengujian sensor DHT11 yaitu menguji keakuratan sensor DHT11 dalam pengukuran kelembaban lingkungan dengan cara membandingkan nilai kelembaban yang terukur oleh sensor dengan nilai kelembaban pada *hygrometer*.

Hygrometer yang digunakan yaitu HTC - 1 (*Humidity Temperature Clock*) [18].

Metode pengujian sensor kelembaban dengan cara variasi kelembaban yang diukur dengan cara meletakkan air didekat *heater*, sehingga kelembaban akan berubah karena kandungan uap air di udara berubah.



Gambar 3.11 Metode pengujian sensor kelembaban DHT11

Sensor kelembaban DHT11 dan HTC - 1 diletakkan pada tempat yang sama yaitu dekat *heater* dan air seperti Gambar 3.11. Saat *heater* aktif maka akan terjadi kenaikan suhu dan kandungan uap air akan bertambah, sehingga kelembaban akan

mengalami perubahan. Nilai kelembaban yang terukur oleh alat ukur HTC – 1 dan sensor DHT11 disimpan pada tabel hasil pengujian. Keluaran dari DHT11 berupa sinyal digital (1,0), sehingga untuk pembacaan data sensor DHT11 menggunakan mikrokontroler yang mempunyai *library* khusus untuk sensor DHT11.

3.4.4.3 Pengujian Akuisisi Data

Akuisisi data adalah pengukuran sinyal elektrik dari transduser dan peralatan pengukuran kemudian memasukkannya ke komputer untuk diproses [19]. Pengujian akuisisi pada penelitian ini yaitu pada akuisisi data perangkat lunak Arduino dan LabVIEW.

Metode pengujian akuisisi data pada perangkat lunak IDE Arduino dengan cara, Arduino Uno mengirimkan data yang diinginkan pada serial monitor yang merupakan fitur dari perangkat lunak IDE Arduino dikomputer dengan membuat *listing program* sebagai berikut:

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);           // setting baudrate 9600
}
void loop() {
  for (int i = 0; i < 100; i++) { // looping 100 kali
    Serial.println("R1ujicoba"); //data yang dikirim
    Serial.println(i);
    delay(1000);                 // delay proses 1 detik
  }
  while(1) {}
}
```

Pengujian akuisisi data pada perangkat lunak LabVIEW dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat lunak LabVIEW mampu menerima data yang dikirimkan oleh perangkat telemetri XBee S2 melalui *interface XBee adapter*

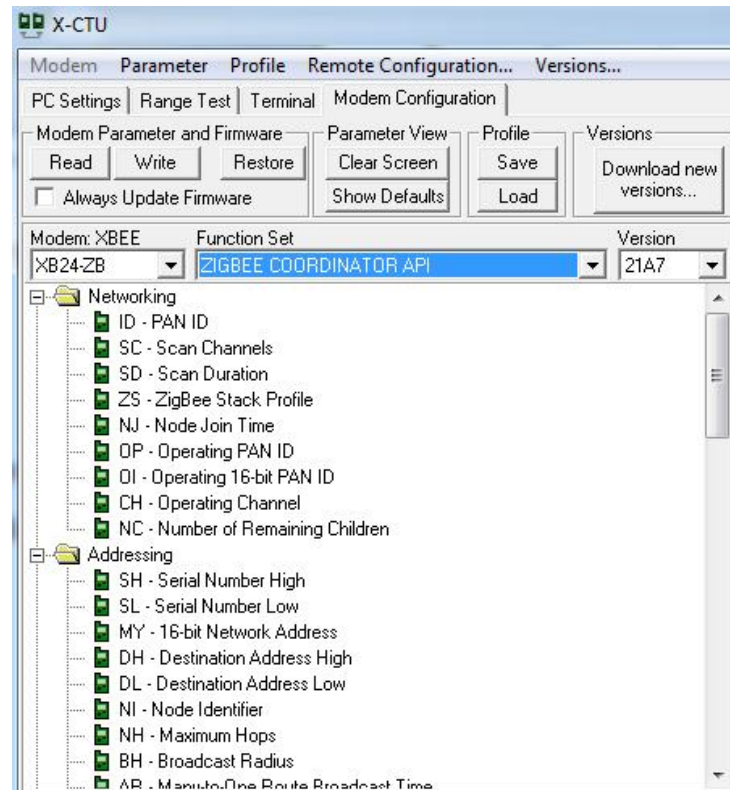
secara *serial*. Metode pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan XBee *adapter* dengan komputer, kemudian melakukan komunikasi antara nodal koordinator dengan nodal sensor.

Pada pengujian ini data yang dikirimkan oleh nodal sensor berupa data suhu dan kelembaban. Nodal sensor mengirimkan data melalui telemetri XBee S2 dan diterima nodal koordinator dengan telemetri yang sama, kemudian nodal koordinator yang terhubung dengan komputer menggunakan *interface* XBee *adapter* mengirimkan data dengan memberikan data suhu (T) dan kelembaban (H) yaitu “T=28.3H=58.0” kepada komputer. Perangkat lunak LabVIEW akan membaca data serial yang dikirimkan oleh nodal koordinator dan akan menampilkan pada jendela panel kontrol.

3.4.4.4 Pengujian Komunikasi XBee S2

Pengujian komunikasi XBee S2 dilakukan dengan menguji komunikasi antar dua XBee S2 (topologi *peer to peer*), kemudian menguji komunikasi dengan tiga XBee S2 sebagai pengirim dan satu XBee S2 sebagai penerima (topologi *star*) dan yang terakhir menguji dengan topologi *mesh*. Sebelum melakukan pengujian komunikasi, maka telemetri XBee S2 harus dikonfigurasi terlebih dahulu.

Konfigurasi untuk telemetri XBee S2 yang digunakan dalam penelitian ini ada tiga jenis yaitu konfigurasi *coordinator*, *route*, dan *end device* dengan menggunakan perangkat lunak X-CTU. Untuk konfigurasi *coordinator* dapat dilihat pada Gambar 3.12.



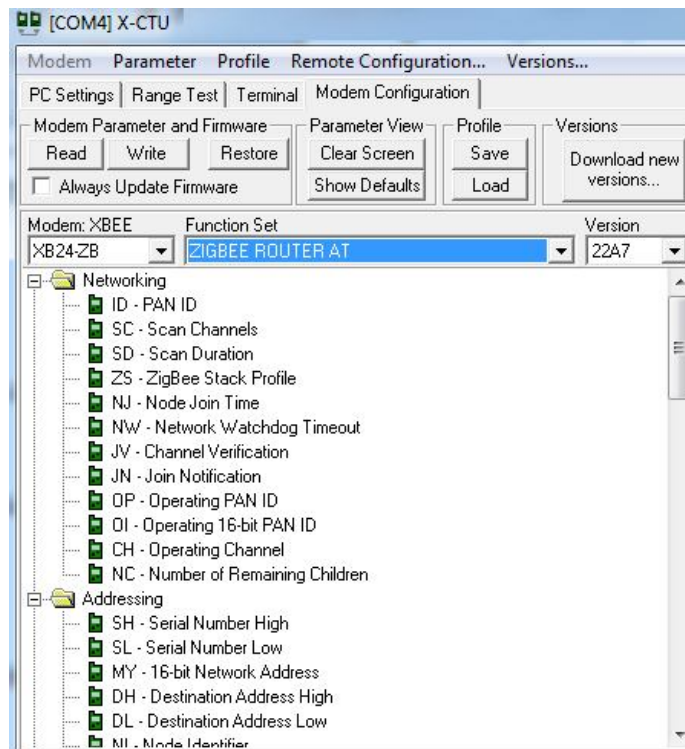
Gambar 3.12 Konfigurasi XBee S2 sebagai *coordinator*

Pada Gambar 3.12 merupakan tampilan konfigurasi XBee S2 sebagai *coordinator*. Pada *toolbar* Modem:XBEE dipilih XB24-ZB yang menyatakan perangkat telemetri XBee S2 menggunakan *protocol* ZigBee. Pada *toolbar* Function Set dipilih ZIGBEE COORDINATOR AT untuk menentukan fungsi dari perangkat telemetri XBee S2 yaitu sebagai *coordinator*. *Setting* parameter - parameter *frame* utama yang diinginkan yaitu :

- i. PAN ID = 333, PAN ID (*Personal Area Network*) ini merupakan identitas jaringan yang digunakan, sehingga untuk dapat berkomunikasi semua XBee S2 harus menggunakan PAN ID yang sama.
- ii. DH = 0, DH (*Destination Address High*) bernilai 0 untuk menyatakan *address* PAN Coordinator.

- iii. DL = FFFF, DL (*Destination Address High*) bernilai FFFF untuk menyatakan *broadcast address* untuk PAN.

Untuk konfigurasi XBee S2 sebagai *router* dapat dilihat pada Gambar 3.13.



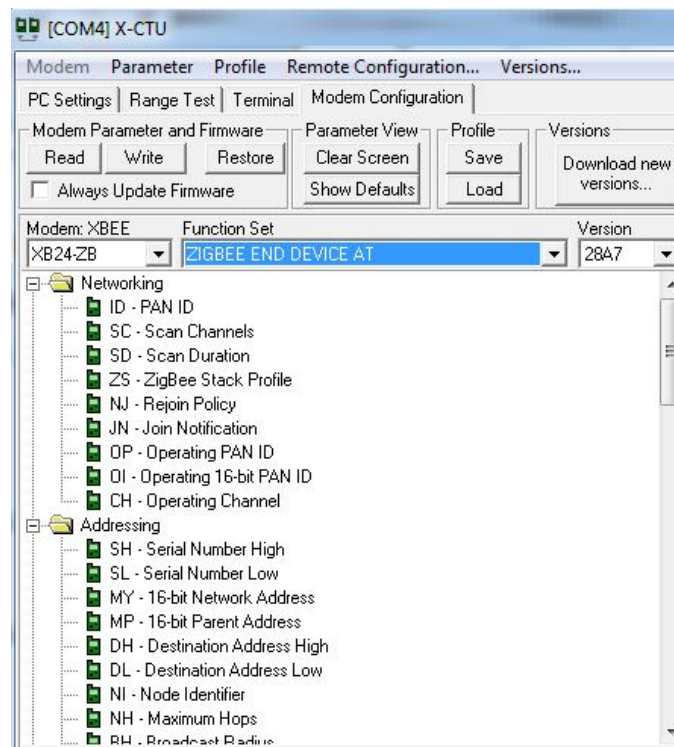
Gambar 3.13 Konfigurasi XBee S2 sebagai *router*

Pada Gambar 3.13 merupakan tampilan konfigurasi XBee S2 sebagai *router*. Pada *toolbar* Modem:XBEE dipilih XB24-ZB yang menyatakan perangkat telemetri XBee S2 menggunakan *protocol* ZigBee. Pada *toolbar* Function Set dipilih ZIGBEE ROUTER AT untuk menentukan fungsi dari perangkat telemetri XBee S2 yaitu sebagai *router*. *Setting* parameter - parameter *frame* utama yang diinginkan yaitu :

- i. PAN ID = 333, PAN ID (*Personal Area Network*) ini merupakan identitas jaringan yang digunakan, sehingga untuk dapat berkomunikasi semua XBee S2 harus menggunakan PAN ID yang sama.

- ii. DH = 0, DH (*Destination Address High*) bernilai 0 untuk menyatakan *address PAN Coordinator*.
- iii. DL = 0, DL (*Destination Address High*) bernilai 0 untuk menyatakan *address PAN Coordinator*.

Untuk konfigurasi XBee S2 sebagai *end device* dapat dilihat pada Gambar 3.14



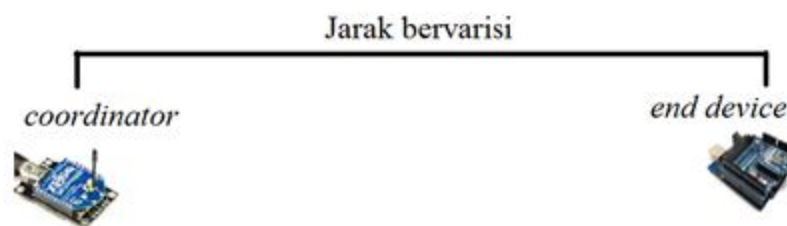
Gambar 3.14 Konfigurasi XBee S2 sebagai *end device*

Pada Gambar 3.14 merupakan tampilan konfigurasi XBee S2 sebagai *end device*.

Pada *toolbar* Modem:XBEE dipilih XB24-ZB yang menyatakan perangkat telemetri XBee S2 menggunakan *protocol* ZigBee. Pada *toolbar* Function Set dipilih ZIGBEE END DEVICE AT untuk menentukan fungsi dari perangkat telemetri XBee S2 yaitu sebagai *end device*. *Setting* parameter - parameter *frame* utama yang diinginkan yaitu :

- i. PAN ID = 333, PAN ID (*Personal Area Network*) ini merupakan identitas jaringan yang digunakan, sehingga untuk dapat berkomunikasi semua XBee S2 harus menggunakan PAN ID yang sama.
- ii. DH = 13A200, DH (*Destination Address High*) bernilai 13A200 untuk menyatakan *address upper* XBee S2 yang dituju.
- iii. DL = 40B79C27, DL (*Destination Address High*) bernilai 40B79C27 untuk menyatakan *address lower* XBee S2 yang dituju.

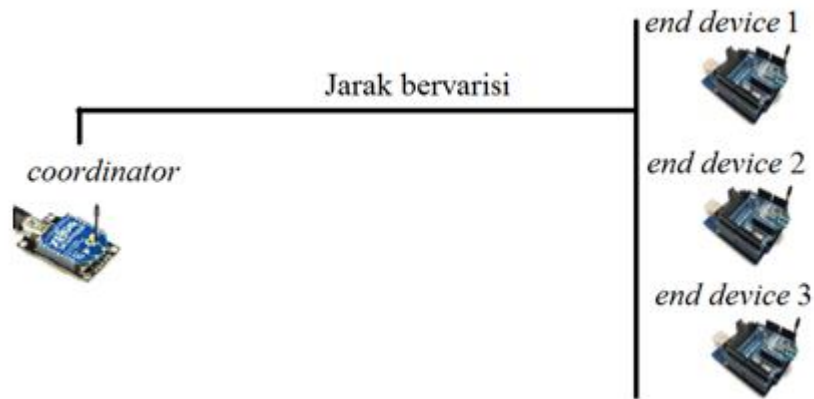
Adapun metode pengujian untuk topologi *peer to peer* yaitu dengan menggunakan 2 buah telemetri XBee S2. XBee S2 pertama dikonfigurasi sebagai *coordinator* untuk menerima data dari *end device* dan XBee S2 sebagai *end device* untuk mengirim data menuju *coordinator*. Pada pengujian ini *end device* melakukan 100 kali pengiriman data dengan variasi jarak tanpa halangan (LOS = *Line Of Sight*) seperti Gambar 3.15. Banyaknya data yang diterima kemudian disimpan pada tabel hasil pengujian.



Gambar 3.15 Metode komunikasi XBee S2 *peer to peer*

Adapun metode pengujian untuk topologi *star* yaitu dengan menggunakan 4 buah telemetri XBee S2. XBee S2 pertama dikonfigurasi sebagai *coordinator* untuk menerima data dari *end device* dan yang lainnya dikonfigurasi sebagai *end device* untuk mengirim data menuju *coordinator*. Pada pengujian ini masing-masing *end*

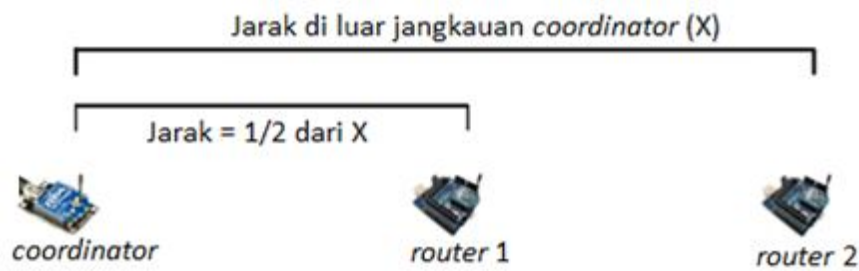
device melakukan 100 kali pengiriman data dengan variasi jarak tanpa halangan (LOS = *Line Of Sight*) seperti Gambar 3.16. Banyaknya data yang diterima kemudian disimpan pada tabel hasil pengujian.



Gambar 3.16 Metode komunikasi XBee S2 *star*

Adapun metode pengujian untuk topologi *mesh* yaitu dengan menggunakan 4 buah telemetri XBee S2. XBee S2 pertama dikonfigurasi sebagai *coordinator* untuk menerima data dari *router* dan yang lainnya dikonfigurasi sebagai *router* untuk mengirim data menuju *coordinator*.

Pada pengujian *mesh*, *router* kedua diletakkan pada jarak di luar jangkauan *coordinator* sampai tidak dapat mengirim data, lalu ditengahnya diletakkan *router* pertama seperti Gambar 3.17. Setelah semua selesai, maka dilakukan pengambilan data pengujian. Pada masing-masing *router* melakukan 100 kali pengiriman. Banyaknya data yang berhasil diterima kemudian disimpan pada tabel hasil pengujian.

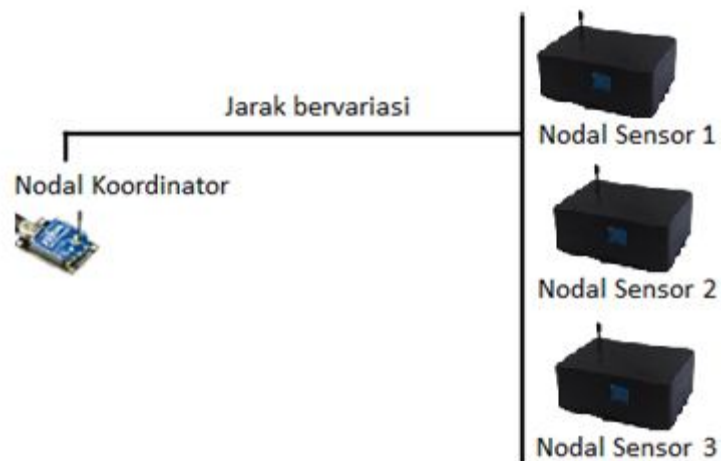


Gambar 3.17 Metode komunikasi XBee S2 *mesh*

3.4.4.5 Pengujian Sistem JSN

Pengujian sistem JSN ini merupakan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian ini masing-masing nodal sensor akan mengirimkan data suhu dan kelembaban menuju nodal koordinator. Setelah itu, data diproses di komputer *server* untuk ditampilkan di layar monitor menggunakan perangkat lunak LabVIEW dan disimpan sebagai data *logger*. Pada pengujian sistem secara keseluruhan ini menggunakan jaringan komunikasi dengan topologi *star* dan *mesh*.

Adapun metode pengujian sistem dengan topologi *star* menggunakan sebuah nodal koordinator yang terhubung dengan komputer *server* dan tiga buah nodal sensor yang diletakan dengan jarak bervariasi yang masih dalam jangkauan nodal koordinator seperti Gambar 3.18. Data suhu dan kelembaban yang dikirim oleh masing-masing nodal sensor diterima nodal koordinator, lalu data tersebut ditampilkan di layar monitor dan disimpan sebagai data *logger*.



Gambar 3.18 Metode pengujian sistem topologi *star*

Adapun metode pengujian sistem dengan topologi *mesh* menggunakan sebuah nodal koordinator terhubung dengan komputer *server* dan tiga buah nodal sensor yang diletakan dengan jarak bervariasi dan salah satunya terletak di luar jangkauan nodal koordinator seperti pada Gambar 3.19. Data suhu dan kelembaban yang dikirim oleh masing-masing nodal sensor diterima nodal koordinator, lalu data tersebut ditampilkan di layar monitor dan disimpan sebagai data *logger*.

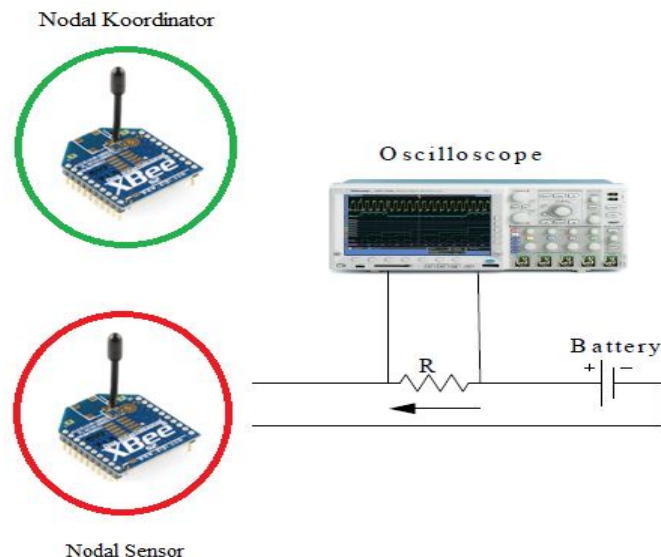


Gambar 3.19 Metode pengujian sistem topologi *mesh*

3.4.4.6 Pengukuran Konsumsi Daya

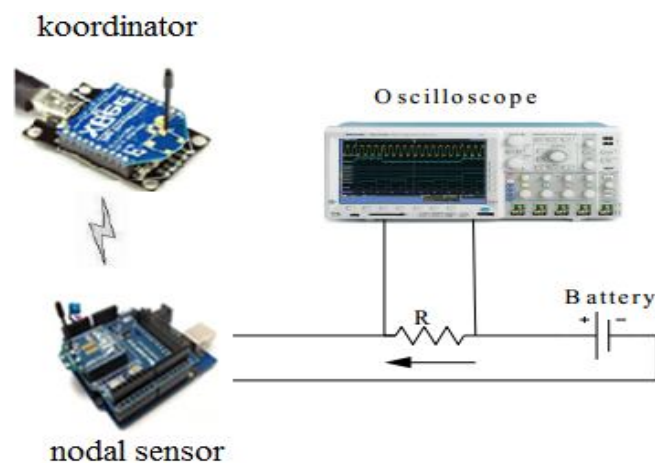
Pengukuran konsumsi daya bertujuan untuk mengetahui konsumsi daya pada telemetri XBee S2 dan nodal sensor. Pengukuran konsumsi daya yang dilakukan dibagi menjadi dua tahap. Pengukuran daya pertama hanya pada perangkat telemetri XBee S2 dan yang kedua pengukuran daya pada nodal sensor, yang terdiri dari komponen sensor, Arduino Uno, XBee *shield* dan telemetri XBee S2. Berdasarkan besarnya arus yang telah didapatkan, maka dapat diprediksi *lifetime* dari baterai yang digunakan sebagai catu daya pada nodal sensor.

Adapun pengukuran konsumsi daya pada XBee S2 dilakukan dengan mengetahui besarnya arus pada telemetri XBee S2 saat *transmit* dan *idle* tanpa menggunakan modul Arduino Uno, XBee *shiled* maupun sensor yang ada pada sistem yang dibuat. Pengukuran dengan menggunakan osiloskop digital dengan menggunakan metode seperti pada Gambar 3.20



Gambar 3.20 Metode pengukuran konsumsi arus XBee S2

Adapun pengukuran konsumsi daya pada nodal sensor dilakukan dengan mengetahui besarnya konsumsi arus pada nodal sensor yang dibuat. Pengukuran menggunakan osiloskop digital dengan menggunakan metode seperti pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Metode pengukuran konsumsi arus nodal sensor

3.4.5 Analisis dan Kesimpulan

Setelah pembuatan alat dan pengujian selesai, langkah selanjutnya adalah menganalisis data yang didapat dari pengujian alat dan sistem. Proses analisa dari pengujian alat ini dilakukan agar mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem untuk mengambil kesimpulan.

3.4.6 Pembuatan Laporan

Dalam tahap ini dilakukan penulisan laporan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian. Data yang dihasilkan dianalisa dan dilakukan pengambilan kesimpulan dan saran.