

Kontrol *On/Off* Jarak Jauh Motor Induksi 3 Fasa Dengan Komunikasi *Half-Duplex* Menggunakan Zigbee

Febriko Fautama¹⁾, Budhi Anto²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya, Jl. H. R. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam
Pekanbaru 28293

Email: febrikofautama94@gmail.com

ABSTRACT

Remote access for industrial operation of 3-phases induction motor is so needed to reduce human errors it others benefits. Therefore, in this study remote access is design for the operation of 3-phases induction motor by also using Zigbee pro S1 and Arduino Uno as data transmission media. The control system in the 3-phases induction motor is a remote and an actuator unit. The remote control device is equipped with two Command Buttons for ON command and OFF command, and one Light Emitting Diode (LED) as an indikator of motor condition. The actuator unit is equipped with a motor driver circuit to operate the motor according to the received command. Feedback circuit reads the condition of motor then sent it back to the control device. From the entire results of testing, actuator unit can operate the motor in accordance with the "ON" or "OFF" command, given by the control device. It also able to provide feedback according to the condition of motor. In addition, distance testing can also be achieved by Zigbee with placing the actuator unit in a room, namely the laboratory remote control is outside of the laboratory. From the test, results in, the maximum distance that can be reached by Zigbee is 76 meters, while based on the calculation of Zigbee mileage is 188.79 meters. It is caused by the attenuation factor in the calculate is ignored, not like in the laboratory testing.

Keywords: remote control, 3 phases induction motor, Zigbee, arduino, Zigbee mileage.

I. PENDAHULUAN

Motor induksi satu fasa maupun tiga fasa sangat populer di industri karena aplikasinya yang luas. Motor induksi merupakan suatu alat yang sangat penting dalam proses kerja di suatu industri. Salah satu cara untuk mengoperasikan motor induksi adalah secara manual atau langsung datang ke lokasi dimana motor tersebut berada. Hal tersebut dapat meningkatkan resiko kecelakaan kerja, dimana operator (manusia) bisa saja salah atau lupa mengoperasikan motor tersebut dengan benar yang mengakibatkan terjadinya kesalahan kerja atau *human error* yang pastinya berdampak pada industri itu sendiri.

Untuk mengantisipasi hal tersebut dapat dilakukan dengan menambahkan unit kontrol jarak jauh yang dapat berupa kabel. Sehingga operator dapat mengontrol motor tersebut dari jarak jauh. Dengan demikian kontrol *on/off* motor induksi dapat dilakukan dengan lebih cepat sehingga dapat meningkatkan keamanan dalam proses penggunaan motor induksi di industri. Tetapi kekurangan dari penggunaan kabel ini adalah terdapat biaya tambahan untuk pemasangan kabel, rawan kerusakan akibat putusnya kabel dan susah

menemukan bagian yang terganggu pada kabel jika terdapat banyak motor yang dikontrol.

Seiring dengan berkembangnya sistem komunikasi maka muncul ide melakukan pengendalian suatu objek dari jarak jauh dengan media *wireless*. Salah satu perangkat komunikasi *wireless* adalah Zigbee. Kebanyakan penelitian menunjukkan bahwa Zigbee adalah solusi terbaik untuk diimplementasikan dalam area luas dengan biaya rendah, daya rendah, dan dapat diandalkan dalam aplikasi pengontrolan dan monitoring dari sekala rumahan hingga lingkungan industri. Oleh karena itu dalam penelitian ini dibuat suatu perangkat keras untuk mengontrol *on/off* jarak jauh motor induksi 3 fasa dengan komunikasi *half-duplex* menggunakan Zigbee sebagai media transmisi. Kemudian hasil rancang bangun alat tersebut diuji untuk memperoleh kinerja dari alat dan jarak maksimum yang dapat ditempuh Zigbee.

II. LANDASAN TEORI

Penelitian yang dilakukan oleh Doru Suci (2010) dalam jurnal "*A Study Of RF Link And Coverage In Zigbee*" adalah mengimplementasikan karakteristik propagasi perhitungan *pathloss*

didalam ruangan dengan menggunakan standar deviasi lantai yang sama, atau lebih dari 1 lantai menggunakan perangkat standar Zigbee yang telah ditentukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Fardhan Arkan dan Zaini (2014) dalam judul “Aplikasi Teknologi Zigbee Pada Sistem Detektor Kebakaran Pada Rumah Susun” adalah untuk deketeksi api yang terdiri dari 1 sensor asap, sensor suhu, dan 1 sensor hotspot yang di pasang pada setiap bangunan perumahan.

Penelitian yang dilakukan oleh Er. Daljeet Kaur, Er. Harpreet Singh Ghill (2016) dalam jurnal “Pathloss Modelling In Matlab To Generate Physically Accurate Simulation” adalah untuk mengetahui perhitungan *pathloss* dalam kondisi diluar ruangan dengan nilai eksponen yang telah ditetapkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Budhi Anto (2016) dalam jurnal “Sistem Kendali Pengasutan Genset Portabel dari Jarak Jauh Tanpa Kabel” Dalam penelitian ini telah diupayakan untuk membuat system kendali pengasutan genset portabel dari jarak jauh tanpa kabel yang dapat dipasangkan pada genset portabel berbahan bakar premium. Sistem yang dibangun terdiri atas unit pengendali jarak jauh yang berukuran dapat digenggam dan unit aktuator yang secara permanen terhubung secara listrik dengan genset yang dikendalikan Komunikasi antara unit pengendali jarak jauh dan unit aktuator terjadi secara simpleks menggunakan gelombang radio pita ISM pada frekuensi 433,92 MHz. Sistem yang dibuat telah diimplementasikan untuk menyalakan dan mematikan genset portable YMW4500XE merk YAMAWA dan genset tersebut dapat dikendalikan sampai jarak 70 meter dan juga genset yang berada di dalam bangunan berlantai tiga dapat dikendalikan dari dalam dan luar bangunan.

Motor Induksi Tiga fasa

Motor induksi adalah suatu mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak dengan menggunakan gandingan medan listrik dan mempunyai *slip* antara medan stator dan medan rotor. Motor induksi merupakan motor yang paling banyak kita jumpai dalam industri.

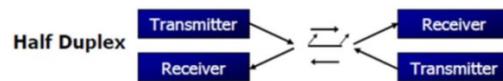
Mikrokontroler Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah sebuah sistem mikrokontroler menggunakan Atmega328P. Mempunyai 14 pin *input* dan *output* digital, 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM dan ditambah 6 pin *input analog*, menggunakan 16

MHz kristal osilator, USB, *jack power*, ISP *header*, serta tombol *reset*. Untuk menggunakan mikrokontroler, cukup menghubungkan *Board* Arduino Uno R3 ke *computer* dengan menggunakan kabel USB atau menggunakan adaptor DC, juga bisa menggunakan baterai > 7 volt untuk menjalankannya.

Dasar Komunikasi Data dan Transmisi Data Half-Duplex

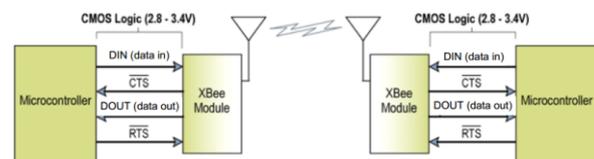
Duplex adalah komunikasi data yang dilakukan menggunakan dua arah. Dimana antara penerima dan pengirim dapat saling bertukar informasi dan saling berkomunikasi. Metode *Half-Duplex* (dua arah secara bergantian) memungkinkan komunikasi antara dua belah pihak yaitu pengirim dan penerima dapat saling berbagi informasi dan berkomunikasi secara interaktif, tetapi tidak dalam waktu yang bersamaan. Gambar 1 merupakan skema komunikasi *half-duplex*.



Gambar 1. *Half-duplex*

Zigbee

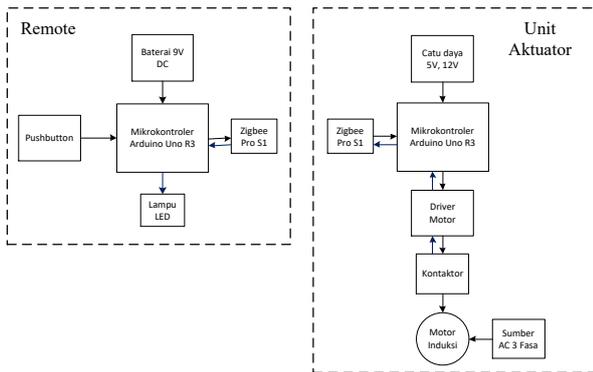
Zigbee adalah standar dari IEEE 802.15.4 untuk komunikasi data pada alat konsumen pribadi maupun untuk skala bisnis. Zigbee didesain dengan konsumsi daya yang rendah dan bekerja untuk jaringan personal tingkat rendah. Perangkat Zigbee memiliki fitur dimana mampu mengatur jaringan sendiri, maupun mengatur pertukaran data pada jaringan. (P. Tri Riska Ferawati Widiarini, 2005). Gambar 3 merupakan prinsip kerja XBee.



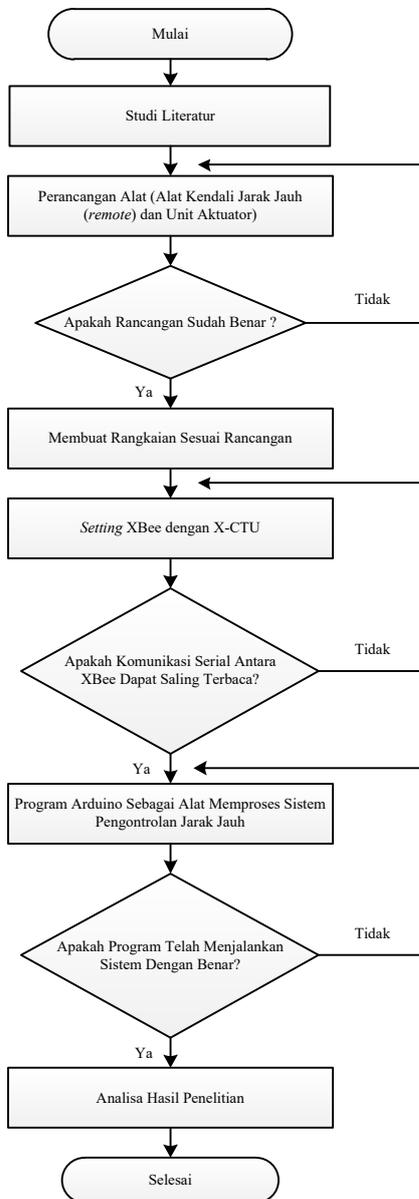
Gambar 3. Ilustrasi Prinsip Kerja XBee PRO

III. METODE PENELITIAN

Adapun perancangan alat yang dilakukan pada umumnya terbagi pada 2 bagian utama yaitu perancangan alat kendali jarak jauh (*remote*) dan perancangan unit aktuator. Pada gambar 4 dapat dilihat skema lengkap blok diagram perancangan alat.



Gambar 4. Blok diagram alat
Prosedur pengerjaan dapat dilihat pada gambar 5 *flowchart* dibawah ini :



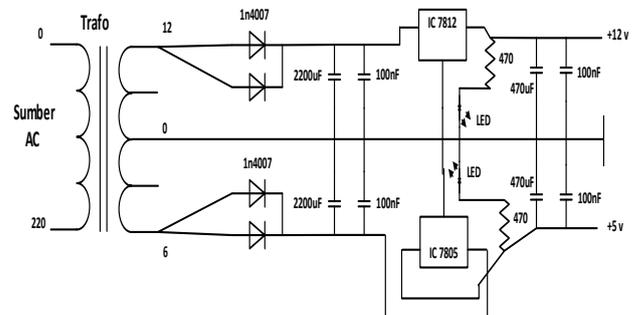
Gambar 5. *Flowchart* prosedur penelitian

Perancangan Unit Aktuator

Bagian unit aktuator berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan motor. Pengendalian tersebut dapat dilakukan secara manual dan jarak jauh. Pengendalian manual dilakukan dengan cara menggunakan tombol *on-off* yang terdapat di unit aktuator, sedangkan pengendalian jarak jauh dapat dilakukan dengan menggunakan *remote control*. Pada perancangan unit aktuator ini terdiri dari perancangan catu daya, perancangan suplai motor induksi 3 fasa, perancangan rangkaian *driver* motor, perancangan Zigbee sebagai sarana komunikasi jarak jauh dan perancangan arduino uno R3 bagian unit aktuator.

Perancangan Catu Daya Pada Unit Aktuator

Rangkaian catu daya ini terbagi atas 2 tegangan yaitu tegangan +5 V DC dan +12 V DC. Tegangan +5 V DC digunakan untuk menyuplai Arduino Uno R3 dan rangkaian *feedback*. Tegangan +12 V DC digunakan untuk menyuplai rangkaian *driver* motor. Sedangkan Zigbee membutuhkan tegangan sebesar +3,3 V DC untuk beroperasi yang diperoleh dari arduino. Gambar 6 berikut ini adalah gambar rangkaian catu daya pada unit aktuator.

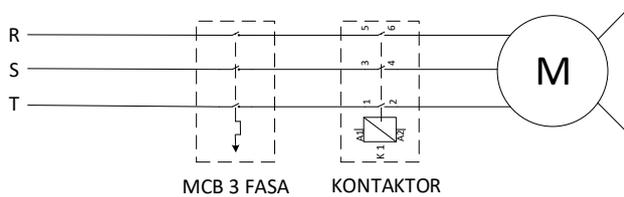


Gambar 6. Rangkaian catu daya +5 V DC dan +12 V DC

Perancangan Suplai Motor Induksi 3 Fasa Pada Unit Aktuator

Rangkaian suplai motor induksi 3 fasa terdiri atas 4 (empat) bagian utama yaitu sumber tegangan AC 3 fasa 380 Volt 50 Hz, *circuit breaker* 3 fasa, *magnetic contactor* dan motor induksi 3 fasa. Secara singkat tegangan dari sumber AC 3 fasa akan melewati *circuit breaker* dan kontaktor untuk sampai ke motor induksi. *Circuit breaker* berfungsi untuk mengamankan motor dari gangguan, sedangkan kontaktor

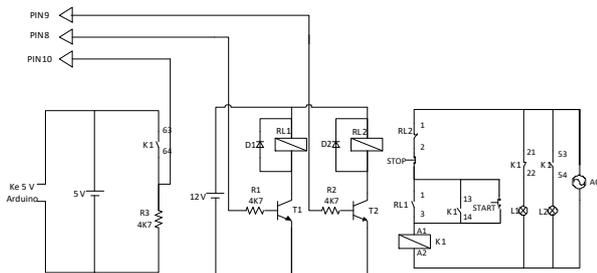
berfungsi untuk menghidup/mematikan motor sesuai dengan perintah yang diberikan oleh rangkaian *driver* motor. Gambar 7 berikut ini adalah gambar rangkaian daya motor induksi 3 fasa.



Gambar 7. Rangkaian daya secara keseluruhan

Perancangan Rangkaian *Driver* Motor Pada Unit Aktuator

Rangkaian *driver* motor berfungsi untuk menerjemahkan sinyal digital dari pin pin digital arduino untuk mengoperasikan motor induksi 3 fasa, baik untuk perintah *on* atau perintah *off*. Gambar 8 berikut ini adalah gambar rangkaian *driver* motor induksi 3 fasa.



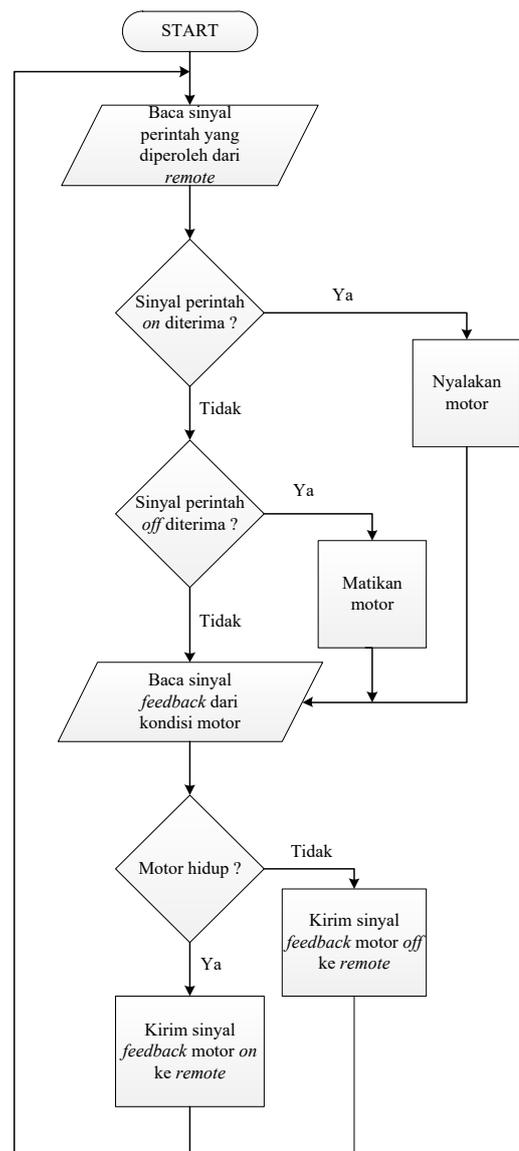
Gambar 8. Rangkaian *Driver* Motor Pada Unit Aktuator

Perancangan Zigbee Pada Unit Aktuator

Pada perancangan zigbee, dibutuhkan suatu *software* yaitu X-CTU agar zigbee dapat saling berkomunikasi dengan cara mengirim sinyal maupun menerima sinyal ataupun sebaliknya antara zigbee di *remote* maupun di unit akuator/unit kontrol. Langkah pertama yang harus dilakukan dalam menggunakan zigbee PRO agar dapat melakukan komunikasi *point to point* adalah melakukan *setting* konfigurasi alamat (*address*).

Perancangan Arduino Uno R3 Pada Unit Aktuator

Pada gambar 9 merupakan gambar *flow chart* yang nantinya akan digunakan sebagai perintah dalam pembuatan program mikrokontroler Arduino Uno R3 menggunakan *software* arduino IDE.



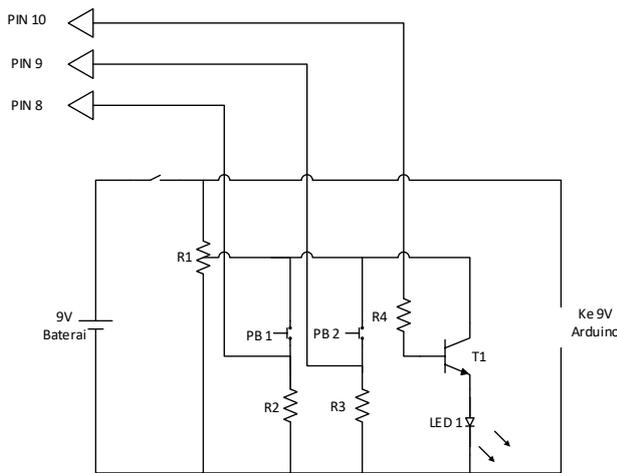
Gambar 9. *Flowchart* pemrograman arduino pada unit aktuator

Perancangan Alat Kendali Jarak Jauh (*remote*)

Bagian alat kendali jarak jauh berfungsi untuk mengirimkan sinyal perintah yang diinginkan user dan memonitor kondisi motor dari jarak jauh. Sinyal perintah yang dapat diberikan adalah berupa perintah menghidupkan dan mematikan motor, sedangkan indikator untuk memonitor kondisi motor dapat dilihat dari kondisi LED yang terdapat pada alat kendali jarak jauh. Pada perancangan alat kendali jarak jauh ini terdiri dari perancangan rangkaian input dan monitoring *remote*, perancangan zigbee, dan perancangan arduino.

Perancangan Rangkaian Input dan Monitoring Pada Kendali Jarak Jauh (*Remote*)

Rangkaian input dan *monitoring remote* berfungsi untuk menerjemahkan perintah yang user inginkan ke dalam sinyal *HIGH* atau *LOW* yang akan diterima oleh arduino dan dikirimkan dengan menggunakan zigbee ke unit aktuator. Rangkaian remote dilengkapi dengan push button, transistor dan LED. Gambar 10 berikut ini adalah gambar rangkaian input dan monitoring remote.



Gambar 10. Rangkaian Input dan Monitoring Remote *remote*

Perancangan Zigbee Pada Kendali Jarak Jauh (*Remote*)

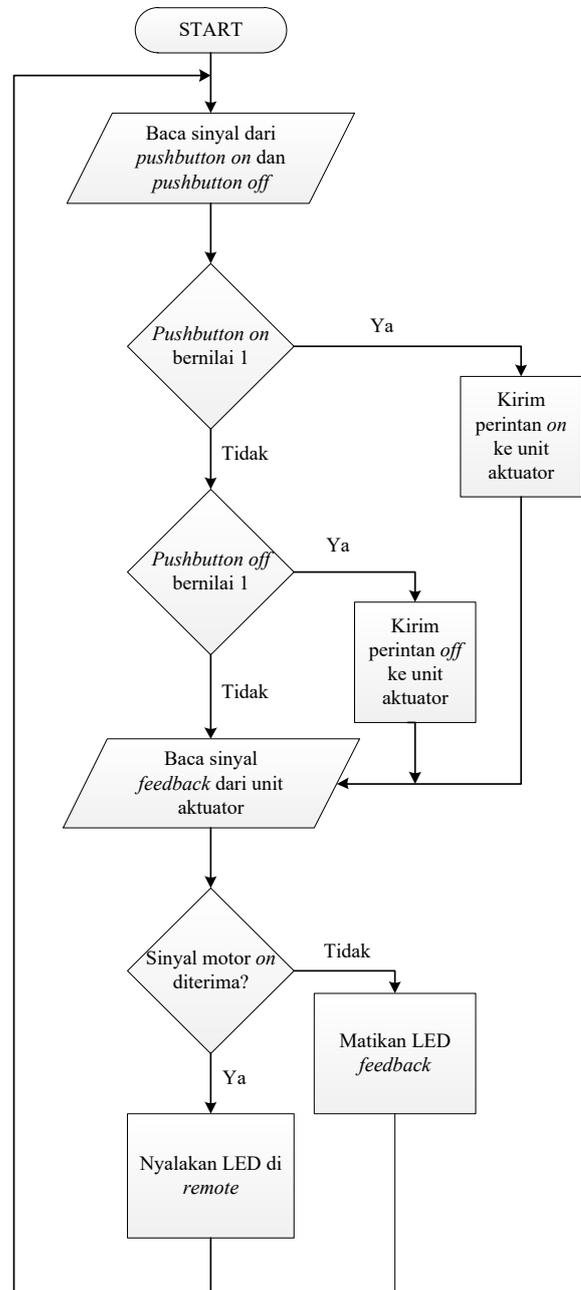
Untuk langkah penyetingan modul xbee pada remote hampir sama dengan penyetingan modul xbee pada unit aktuator yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, hanya saja perbedaannya terletak pada nilai DL, MY. DL pada sisi remote sama nilainya dengan MY pada sisi aktuator. Sedangkan MY pada sisi remote sama nilainya dengan DL pada sisi aktuator. Hal itu diperlukan karena syarat terhubungnya (*pairing*) XBee₁ (*remote*) dan XBee₂ (unit aktuator) adalah sebagai berikut :

- Nilai parameter Channel XBee₁ dan XBee₂ adalah sama
- XBee₁ dan XBee₂ menggunakan alamat PAN ID yang sama
- Nilai parameter DL X-Bee₁ = MY X-Bee₂
- Nilai parameter MY X-Bee₁ = DL X-Bee₂

Perancangan Arduino Uno R3 Pada Kendali Jarak Jauh (*Remote*)

Gambar 11 merupakan gambar *flow chart* yang nantinya akan digunakan sebagai perintah

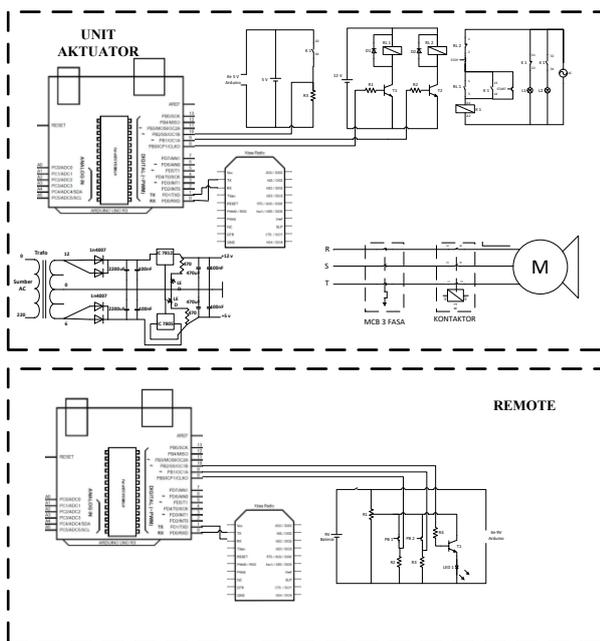
dalam pembuatan program mikrokontroler Arduino Uno R3 menggunakan *software* arduino IDE.



Gambar 11. *Flowchart* perancangan arduino pada remote

Rangkaian Alat Keseluruhan

Perancangan rangkaian keseluruhan Kontrol *On/Off* Jarak jauh Motor Induksi 3 Fasa Dengan Komunikasi *Half-Duplex* menggunakan zigbee dapat dilihat pada gambar 12 dibawah ini :



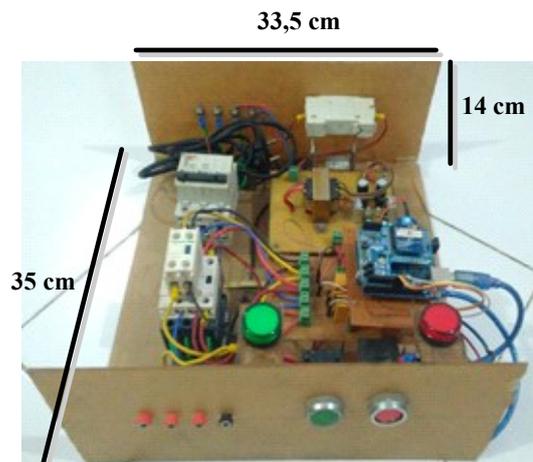
Gambar 12. Rangkaian perancangan keseluruhan

Perancangan Chassing Rangkaian

Untuk jenis *chassing* dapat dibagi menjadi 2 bahan, yaitu menggunakan bahan plastik kara untuk bagian *remote* dan menggunakan bahan akrilik 5mm untuk bagian unit aktuator. Rancangan masing-masing *chassing* dapat dilihat pada gambar 13 dan 14 berikut.



Gambar 13. Chassing remote



Gambar 14. Chassing Unit Aktuator

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kontrol *On/off* Motor Induksi 3 Fasa

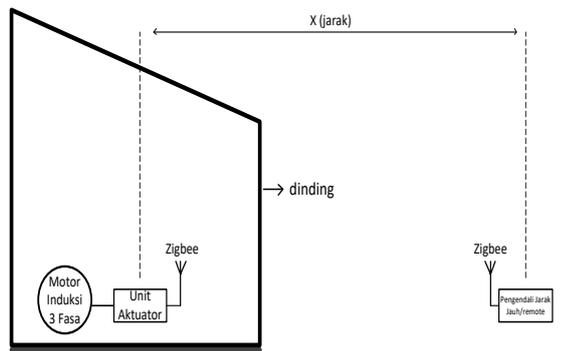
Untuk melihat bagaimana kinerja alat yang telah dibuat, maka alat tersebut diuji. Pengujian dilakukan di laboratorium konversi energi listrik. Sebelum melakukan pengujian, unit aktuator dihubungkan ke motor induksi 3 fasa melalui terminal yang telah disediakan. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan perintah *on/off* dari jarak jauh dengan menggunakan *remote* dan perintah *on/off* manual dari tombol *on/off* yang ada pada unit aktuator. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Pengujian kontrol *on/off* motor induksi 3 fasa pada *remote* dan manual.

NO	Perintah Yang Diberikan	Kondisi Motor	Kondisi Indikator pada Unit Aktuator	Kondisi Indikator (LED) pada Remote
1	Perintah <i>on</i> dari <i>remote</i>	Hidup	Hijau	Menyala
2	Perintah <i>off</i> dari <i>remote</i>	Mati	Merah	Mati
3	Perintah <i>on</i> secara manual	Hidup	Hijau	Menyala
4	Perintah <i>off</i> secara manual	Mati	Merah	Mati

Hasil Pengujian dan Perhitungan Kemampuan Jangkauan Komunikasi Sistem Kendali Jarak Jauh

Pengujian dilakukan dengan unit aktuator diletakkan pada suatu ruangan yaitu laboratorium konversi Energi Listrik dan alat kendali jarak jauh (remote) berada diluar ruangan laboratorium dengan berbagai jarak sampai alat kendali jarak jauh tidak dapat mengendalikan unit aktuator lagi. Gambar 15 dibawah ini merupakan diagram pengujian system kendali jarak jauh.



Gambar 15 Diagram pengujian fungsional system kendali jarak jauh

Tabel 2. Hasil pengujian langsung sistem kendali

X (Jarak)	Fungsi Kendali
20 m	Berfungsi
40 m	Berfungsi
60 m	Berfungsi
76 m	Berfungsi
80 m	Tidak berfungsi

Dari tabel 2 diatas dapat diketahui pada saat pengujian, jarak yang dapat ditempuh oleh sinyal Zigbee adalah kurang dari 80 meter. Selama masih belum mencapai jarak 80 meter,

Tabel 3. Nilai parameter untuk perhitungan jangkauan komunikasi pada frekuensi 2.4 GHz

Daya yang Dikirim (P_T)	18 dB
Penguatan <i>antenna</i> pengirim (G_T)	-1.5 dBi
Penguatan <i>antenna</i> penerima (G_R)	-1.5 dBi
Sensitivitas Penerima (S_R)	-100 dB
Redaman dinding pada frekuensi 2.4 GHz (L_A)	-4.434 dB
Fade margin (F_M)	-25 dB
Kecepatan rambat gelombang (c)	3×10^8
Frekuensi (f) dalam Hz	2.4 GHz

Dari parameter pada tabel 3 diatas dapat dihitung nilai P_L seperti pada perhitungan dibawah ini.

$$P_L = S_R - P_T - (G_T + G_R)$$

$$P_L = (-100 \text{ dB}) - (18 \text{ dB}) - ((-1.5 \text{ dBi}) + (-1.5))$$

$$P_L = -115 \text{ dB}$$

Sehingga,

$$a_R = P_L - F_M - L_A$$

$$a_R = (-115 \text{ dB}) - (-25 \text{ dB}) - (-4.434) \text{ dB}$$

$$a_R = -85.566 \text{ dB}$$

dan,

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/detik}}{2.4 \times 10^9 \text{ Hz}}$$

$$\lambda = 0.125 \text{ meter}$$

Dari nilai a_R dapat dihitung kapasitas jangkauan (r) dari alat kendali ke unit aktuator yang terhalang oleh 1 dinding dengan persamaan dibawah ini.

$$r = \frac{\lambda}{4\pi 10^{\frac{a_R}{20}}}$$

$$r = \frac{0.125}{4\pi 10^{\frac{-85.566}{20}}}$$

$$r = 188.79 \text{ meter}$$

Sehingga dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa nilai jarak maksimal pada pengujian di tabel 2 yaitu sebesar 76 meter, lebih kecil daripada kapasitas jangkauan telekomunikasi yaitu sebesar 188.79 meter.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun kontrol on/off jarak jauh motor induksi 3 fasa dengan komunikasi *half-duplex* menggunakan zigbee dan pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Hasil perancangan kontrol motor induksi 3 fasa dapat mengontrol motor dengan perintah untuk menghidupkan motor (*on*) / mematikan motor (*off*) jarak jauh. Pengontrolan ini juga

2. memiliki *feedback* lampu LED di *remote* sebagai pemantau kondisi motor pada saat hidup/mati.
3. Pada saat pengujian pada kondisi jarak yang dapat ditempuh oleh sinyal zigbee adalah berkisar dari 76 meter. Sedangkan hasil perhitungan menunjukkan jarak maksimum yang dapat ditempuh oleh Zigbee adalah berkisar dari 188,79 meter.

Daftar Pustaka

- Anto, Budhi.(2016).“Sistem Kendali Pengasutan Genset Portabel dari Jarak Jauh Tanpa Kabel”.INKOM. Vol. 10 No 1
- Er. Daljeet Kaur, Er. Harpreet Singh Gill. (2016). *“Pathloss Modelling In MATLAB to Generate Physically Accurate Simulation”*. IJRSET (International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology).
- Fardhan Arkan, Zaini. (2014). “Aplikasi Teknologi Zigbee Pada Sistem Detektor Kebakaran Pada Rumah Susun”. Jurnal Teknik Elektro ITP, Volume 3.
- P. Tri Riska Ferawati Widiarsini. (2005). *Zigbee:Komunikasi Wireless Berdaya Rendah*”. ISBN:979-756-061-6. Yogyakarta
- Digi International. (2016). *“Xbee S1 802.15.4 RF Modules”*. www.digi.com. Digi International World Wide.
- Microchip. (2013). *“Simple Link Budget Estimation and Performance Measurements of Microchip Sub-GHz Radio Modules”*. Microchip Technology Inc.
- Suciu Doru. (2010). *“A Study Of RF Link and Coverage in Zigbee”*. Petru Maior University of Targu Mures, Romania.