
RANCANG BANGUN PALANG PINTU KERETA API OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR GETAR BERBASIS PLC DAN *WIRELESS* *XBee Pro S2C*

Edy Sumarno

*Prodi Teknik Elektro UNPAM
Jln. Puspitek Raya No 11 Buaran, Tangerang Selatan 15310 INDONESIA
e-mail: abiefirman@yahoo.com*

ABSTRAK

Kereta api merupakan alat transportasi yang banyak diminati oleh masyarakat namun ada sisi lain dari kekurangan kereta api yaitu disepanjang jalur khusus rel kereta api banyak yang tidak difasilitasi dengan adanya palang pintu perlintasan. Maka sering terjadi kecelakaan di jalur perlintasan kereta api salah satunya karena kelalaian operator palang pintu kereta api. Dengan adanya hal ini untuk mengurangi kecelakaan dan mempertambah adanya fasilitas pintu perlintasan kereta api yang tidak ada, maka dibuatlah Rancang Bangun Palang Pintu Kereta Api Otomatis dengan menggunakan Sensor Getar sebagai pendeteksi adanya getaran pada rel kereta api, pintu perlintasan sepenuhnya dikendalikan oleh PLC dan *XBee* modul sebagai sistem *Wireless* agar dapat mengurangi adanya kebutuhan pada kabel. Dengan mendeteksi kedatangan kereta tersebut Sensor Getar dapat bekerja dengan cara memanfaatkan adanya getaran pada rel kereta api, tidak hanya mendeteksi adanya kedatangan kereta, Sensor Getar juga dapat bekerja pendeteksian agar Motor Servo sebagai pintu perlintasan dapat segera tertutup dan terbuka pada miniatur dengan dikendalikan oleh PLC dan *Wireless* sebagai pemberi *triggernya*.

Kata kunci : sensor getar, *XBee* Modul, Motor Servo, PLC.

ABSTRACT

Design Of Automatic Railway Door Use Vibrate Ssensor Based On PLC And Wireless XBee Pro S2C. *The train is a means of transportation that is great demand by the public but there is another side of the shortage of trains that's is along special railway tracks that are not facilitated with the doorstop a train. So often there is an accident in the railway crossing one of them due to negligence operator of the doorstop a train. Given this to reduce accidents and increase the presence of railway crossing facilities vibration sensor as a detection of vibration on the railroad, the door is fully controlled by PLC and XBee module as a Wireless system in order to reduce the need for cable. With the arrival of train detects Vibrate Sensors can work by utilizing the presence of a vibrating field on a railroad, not only detects the arrival of the train, a Vibrate Sensor can also work detection so that the Servo Motor as the crossing can be immediately closed and open in miniature with its controlled by PLC and Wireless as the trigger.*

Keywords: vibrate sensors, XBee Module, Servo Motor, PLC.

I. PENDAHULUAN

Kereta api merupakan sarana transportasi yang sangat diminati oleh masyarakat untuk berpergian dari suatu tempat ketempat lainnya. Namun sangat disayangkan terkadang banyak sekali disepanjang jalur perlintasan kereta, terutama jalur perlintasan kereta api antar provinsi banyak yang tidak difasilitasi dengan adanya palang pintu perlintasan kereta api. Karena jalur perlintasan kereta api merupakan salah satu kawasan yang sangat rawan kecelakaan bagi pengguna jalan, baik pejalan kaki maupun pengendara motor roda empat/dua. Saat ini mengoperasikan palang pintu perlintasan kereta api masih secara manual digerakkan, banyak hal pengoperasian secara manual sering terjadi kesalahan yang diakibatkan dari keteledoran oleh petugas operator (*human error*) yang berakibat fatal terhadap keselamatan pengguna jalur perlintasan kereta api.

Seiring berkembangnya zaman baik dari segi teknologi maupun dari segi lainnya, khususnya dibidang transportasi perkereta apian maka diperlukan inovasi yang dapat meningkatkan kemajuan khususnya tingkat keamanan dari kecelakaan. Teknologi tersebut adalah palang pintu perlintasan yang dapat dioperasikan secara otomatis. Dimana komponen utamanya yang akan digunakan pada sistem tersebut adalah PLC dan Sensor Getar.

Palang pintu kereta api otomatis ini memanfaatkan getaran sebagai pendeteksi datangnya kereta api yang lewat dan sinyal tersebut akan dikuatkan oleh sebuah penguat sinyal dengan penerima getaran. Getaran yang diterima akan diolah oleh rangkaian menghasilkan sinyal *high* (1) atau menghasilkan sinyal *low* (0) dan kemudian sinyal akan

dikirimkan ke *XBee* modul. Sinyal-sinyal yang dikirimkan oleh penguat sinyal inilah yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan kereta api yang lewat.

Adapun Tujuan dari Penelitian sebagai berikut:

Tujuan yang dicapai dalam skripsi ini adalah merancang dan membuat Palang Pintu Kereta Api Otomatis berbasis PLC & *Wireless* dengan menggunakan PLC OMRON *Sysmac* CP1E sebagai alat pengendali kerja Motor Servo dan Sensor.

II. TEORI DASAR

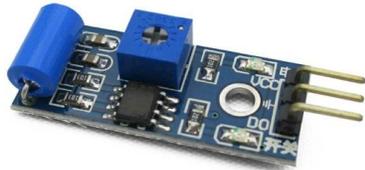
Programmable Logic Control (PLC) pada dasarnya adalah sebuah computer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol dapat berupa regulasi variabel secara kontinu seperti pada sistem-sistem servo atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (hidup/mati) saja, tetapi secara berulang-ulang seperti yang sering dijumpai pada mesin pengeboran, sistem *conveyor* dan lain sebagainya.[4]



Gambar 1. PLC Omron type CP1E.[5]

Sensor getar adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran dan akan diubah kedalam sinyal listrik. Salah satu jenis getaran yang saat ini sering digunakan adalah *accelerometer*, alat ini merupakan alat yang dapat

berfungsi untuk mengukur percepatan dari sebuah benda. Percepatan tersebut diukur bukan dengan menggunakan koordinat dari percepatan tersebut, melainkan dengan mengukur percepatan berdasarkan fenomena pergerakan benda yang dihubungkan dengan perubahan massa yang terjadi didalam alat pengukur tersebut. Contohnya adalah sensor SW-420.[2]



Gambar 2. Sensor Getar type SW-420.

Sensor SW-420 adalah sensor untuk mendeteksi getaran/*shock*, dimana cara kerja sensor ini adalah dengan menggunakan 1 buah pelampung logam yang akan bergetar didalam tabung yang berisi 2 elektroda ketika modul sensor menerima getaran/*shock*. Dapat digunakan untuk aplikasi robotika, sensor keamanan, sensor benturan.

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di *set-up* atau diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. Motor servo merupakan motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo

berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti robot, pesawat dan lain sebagainya.[1]



Gambar 3. Motor servo

XBee Pro Module

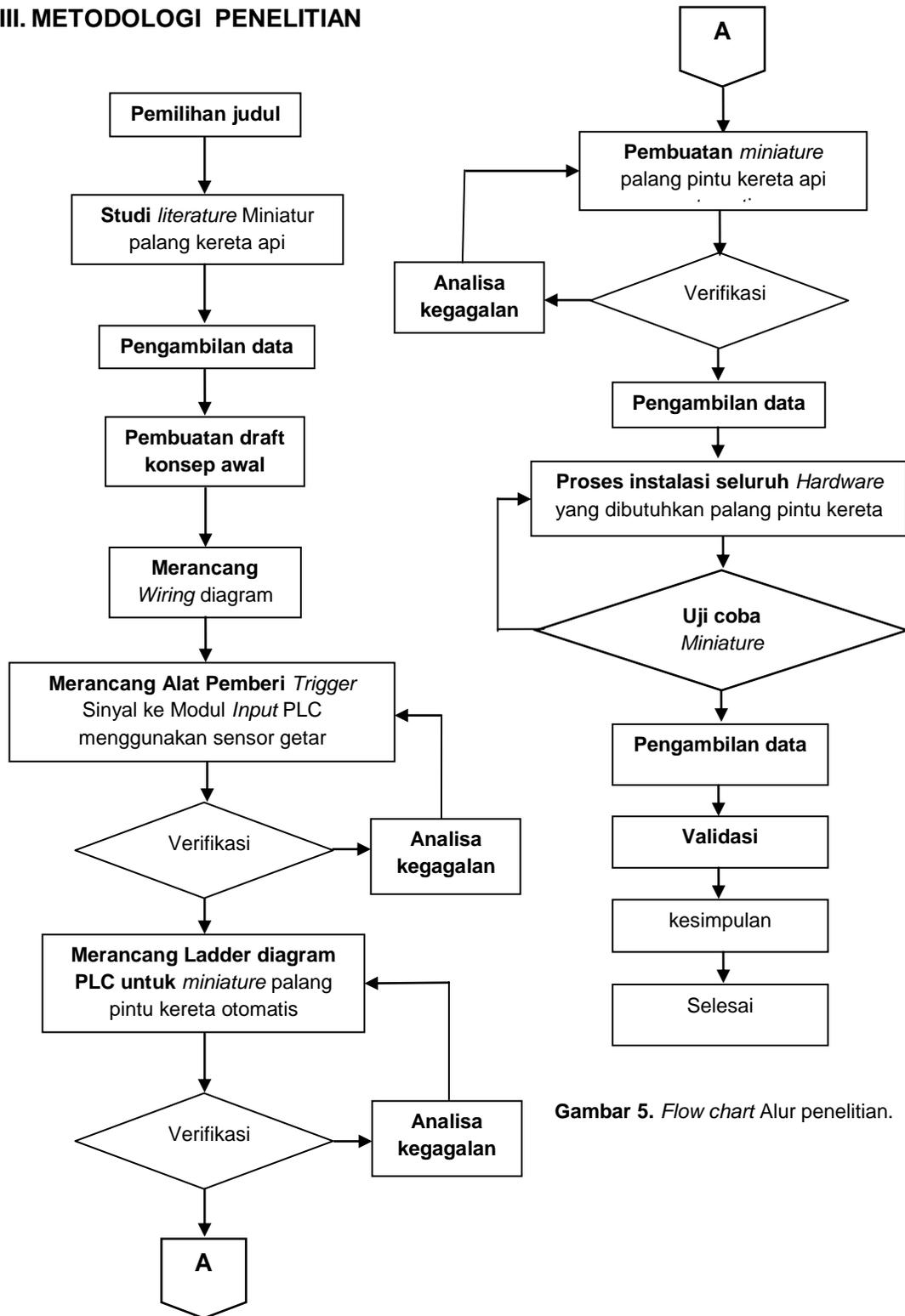
Telemetri atau komunikasi data tanpa kabel (*wireless*) merupakan cara yang efektif untuk komunikasi jarak jauh tanpa harus terganggu dengan jalur kabel yang Panjang. Modul telemetri pun beragam, ada yang menggunakan komunikasi serial yaouti salah satunya XBee Pro. XBee Pro merupakan modul yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz. Sesuai *data sheet*, pada saat pengiriman data *module* XBee Pro memerlukan catu daya 2.8 VDC sampai dengan 3.3 VDC. Modul XBee Pro akan membebani dengan arus 250 mA pada pengiriman data (Tx) dan arus 50 mA pada setiap pengiriman data (Rx) dengan jangkauan : 100 meter (*indoor*), 1500 meter (*outdoor*). Pada modul XBee Pro terdapat 20 pin, namun yang digunakan hanya 6 pin, yaitu Vcc dan GND untuk tegangan suplai modul, *RESET* merupakan pin reset XBee Pro, DOUT merupakan pin *transmitter* (Tx), DIN merupakan pin *Receiver* (Rx) dan yang terakhir adalah PWM0/RSSI yaoutu sebagai indicator

penerimaan data yang biasa
dihubungkan ke led.[3]



Gambar 4. XBee Pro Modul.

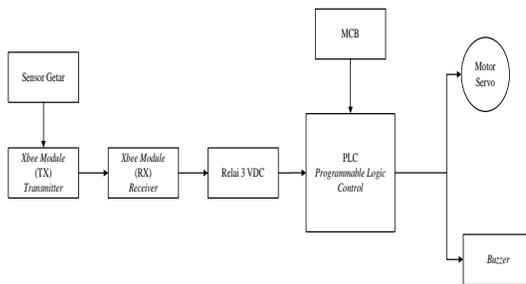
III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 5. Flow chart Alur penelitian.

Pembuatan Draft Konsep Awal.

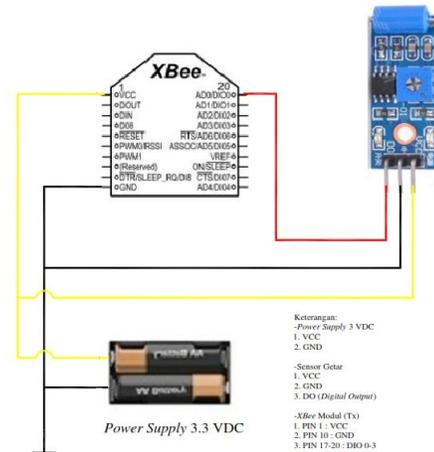
Dalam konsep awal ini juga akan dibuat blok diagram dari sistem kerja alat palang pintu kereta api otomatis agar dapat mengetahui secara keseluruhan cara kerja dari alat tersebut. Alat yang akan dibuat akan mampu mensimulasikan proses terjadi palang pintu perlintasan kereta secara otomatis dan mampu mengelompokkan miniature alat kedalam 4 jenis senso yang berbasis *wireless*, Gambar blok diagram sistem kontrol dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Blok Diagram Cara kerja miniatur.

Merancang Alat pemberi Trigger sinyal sensor getar kepada Xbee Modul.

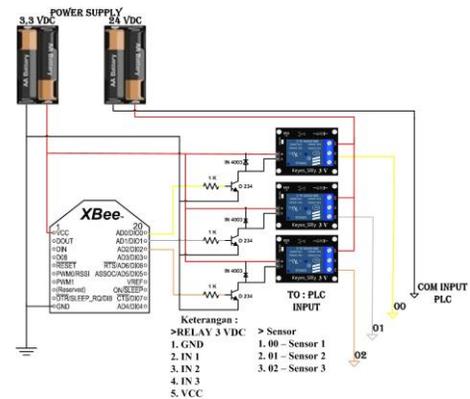
Perancangan akan dilakukan dengan data dari sumber-sumber terkait cara kerja sensor getar dan Xbee modul, sehingga *output* dari sensor getar dapat diubah menjadi sinyal yang mampu *trigger input* PLC (*Programmable Logic Control*). Xbee modul (*Transmitter*) dipergunakan untuk mengolah data berupa *wireless* yang telah dikirimkan oleh *output* sensor getar lalu data tersebut akan diterima oleh Xbee modul (*Receiver*) sehingga dapat memberikan *output* ke relai 3V sesuai jarak sensor getar yang telah ditentukan.



Gambar 7. Wiring Diagram Sensor Getar ke Xbee Modul (Tx).

Perangkat Penghubung Antara Xbee Modul (Receiver) dengan PLC

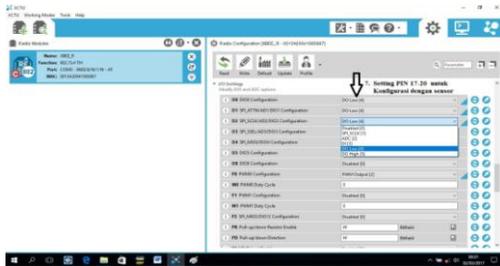
Dalam perancangan dan pembuatan Alat ini sensor getar tidak dapat langsung mengendalikan sistem relai 3V dimana data dari sensor getar yang sudah diterima oleh Xbee modul (*transmitter*) tidak dapat langsung terkirim ke relai 3V, namun tegangan yang dihasilkan pada Xbee Receiver tidak dapat langsung mentrigger pada relai 3V sehingga dibutuhkan rangkaian tambahan yaitu rangkaian *switching transistor* agar relai 3V tersebut dapat bekerja dengan baik.



Gambar 8. Wiring Diagram Xbee Modul (Receiver) dan Relai 3V.

Pemrograman XBee Modul

Membuat pemrograman XBee modul dimana program ini akan mengirim dan menerima data berupa sinyal *wireless*, pemrograman ini nantinya akan dibuat dan dianalisa berdasarkan getaran yang terdeteksi oleh sensor getar, dengan demikian sinyal sensor getar diterima oleh XBee modul (*receiver*) akan terprogram sesuai pin *chanel* relai yang akan difungsikan sesuai dengan jarak pada sensor getar yang telah ditentukan.

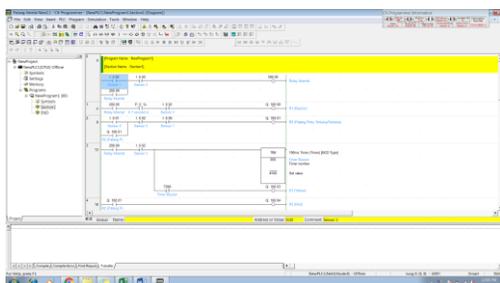


Gambar 9. Program XBee Modul.

Merancang Ladder Diagram PLC

Dalam penelitian ini dilakukan Perancangan dan Pembuatan *Ladder Diagram* PLC menggunakan aplikasi PLC Omron yaitu CX-Programmer 9.5, PLC bekerja dan menjalankan komponen-komponen sesuai sinyal-sinyal *input* yang sudah didapat dan akan diolah menjadi *output*.

Berikut adalah salah satu dari *ladder diagram* dari Palang pintu kereta api otomatis:



Gambar 10. Ladder Diagram PLC.

Pembuatan Alat.

Setelah konsep utama Palang pintu perlintasan kereta api telah diketahui dan Studi Literatur untuk tahapan diatas telah dilaksanakan dan sudah mendapatkan hasil yang sudah baik, maka proses selanjutnya yang akan dilakukan adalah membuat Palang pintu perlintasan kereta api dengan 2 motor servo yang akan menjadi sebagai pintu perlintasan.



Gambar 11. Miniatur Palang pintu kereta api otomatis.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian *Input* dan *Output* dari papan Trainer.

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *input* dan *output* dari papan *trainer* berjalan dengan baik sehingga miniatur dapat bekerja dengan benar, dalam pengujian ini akan diuji akurasi dari sensor apakah dapat bekerja dengan baik atau tidak.

Tabel 1. Peralatan *Input* (*Hardware*).

Alamat	Item	Hasil
000	Relai 1 (PIN 20 XBee dari sensor getar 1)	Ok
001	Relai 2 (PIN 19 XBee dari sensor getar 2)	Ok
002	Relai 3 (PIN 18 XBee dari sensor getar 3)	Ok

Tabel 2. Peralatan *Output* (*Hardware*).

Alamat	Item	Hasil
100.00	Buzzer On	Ok
100.01	Motor Servo 1 (Pintu Perlintasan Tertutup/Terbuka)	Ok
100.03	Lampu Indikator <i>Yellow</i> (Buzzer On)	Ok
100.04	Lampu Indikator <i>Red</i> (Palang Pintu Tertutup)	Ok
100.05	Lampu Indikator <i>Green</i> (Palang Pintu Terbuka)	Ok

Pengujian Dan Analisa dan *XBee Transmitter*.

Pengujian dan analisa ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dan *transmitter* pada jarak yang tidak ditetapkan ini dapat bekerja atau tidak, sehingga dapat diketahui apa yang terjadi jika sensor berada dalam jarak yang sudah ditentukan. Pengujian dilakukan diarea terbuka dan tidak melakukan diarea perlintasan kereta api sesungguhnya.

Tabel 3. Pengukuran Modul *XBee Transmitter*.

No.	Jarak (Meter)	Voltage <i>XBee Tx</i> (V) VDC	Voltage <i>XBee Rx</i> (V) VDC	Hasil
1	300	3,01	2,22	Terkoneksi
2	500	2,81	2,02	Terkoneksi
3	900	2,71	0,31	Tidak
4	1200	2,61	0,06	Tidak
5	1500	2,55	0,02	Tidak

Pengujian *Trigger* Relai 3V DC Yang Telah Mendeteksi Pada *XBee Receiver*.

Proses Pengujian *trigger* adalah proses yang kedua, proses untuk memberikan sinyal utama dari *XBee receiver* ke relai 3V DC. Namun sebelum ditrigger pada relai 3V DC dari *XBee receiver*, ada rangkaian tambahan yaitu transistor *switching* berfungsi untuk *trigger* antara *XBee receiver* dan relai 3V DC agar relai 3V DC dapat bekerja dengan baik.

Untuk melakukan pengujian *trigger* relai pada *XBee receiver* maka dilakukan pengujian dengan cara

simulasi pada miniature yang ada, berikut adalah data pengukuran pada *XBee receiver* dan relai 3V DC dalam simulasi pada miniatur tersebut.

Tabel 4. Pengukuran *XBee Receiver* dan Relai 3V DC.

No.	ITEM	Tegangan <i>XBee Receiver</i> (VDC)	Tegangan Relai 3V (VDC)	Inputan PLC
1	Sensor 1 / <i>XBee Tx</i> 1	2,81V DC	2,71V DC	23,8V DC
2	Sensor 2 / <i>XBee Tx</i> 2	2,79V DC	2,70V DC	23,6V DC
3	Sensor 3 / <i>XBee Tx</i> 3	2,80V DC	2,71V DC	23,8V DC

Pengujian I/O Pada Miniatur Palang Pintu Kereta Api Dengan Cara Otomatis.

Setelah proses pengujian papan trainer dan pengujian *trigger* dari *XBee Receiver* bekerja dengan baik maka tahap selanjutnya adalah pengujian *ladder* diagram sensor getar yang sebelumnya telah di *trigger* menuju *XBee receiver* dan pengujian Motor Servo beserta *buzzer* yang terdapat pada miniature palang pintu kereta api otomatis dimana pada proses ini palang pintu dan modul *buzzer* dalam keadaan hidup atau bekerja jika pada inputan PLC telah mendapatkan sinyal dari *XBee receiver*.

Pada proses sebelumnya telah dijelaskan cara dan hasil dari proses utama sampai data analisa dan pengukuran sehingga dalam pengujian *ladder* diagram ini tidak dibahas, proses ini akan membahas alat yang sudah terdeteksi pada sensor akan membuka dan menutup palng pintu kereta api serta menghidupkan *buzzer* dan lampu indikator akan menyala sesuai dengan masing-masing yang telah dibuat dalam *ladder* diagram tersebut.

Hasil Dari Seluruh Pengujian Ladder Diagram PLC.

Dari semua pengujian diatas telah didapatkan kesimpulan bahwa semua program berjalan dengan baik sehingga *input* yang didapat oleh PLC dapat menjadi *output* yang benar sesuai dengan apa yang diinginkan. Berikut adalah table dari kesimpulan keseluruhan *input* yang bekerja dan menghasilkan *output* yang berbeda:

Tabel 5. Pengujian keseluruhan program dari Ladder diagram.

Input	Data	Output	Data	Hasil	Keterangan
Sensor 1	00.00	Buzzer	100.00	100%	Ok
		Indikator Lampu Yellow	100.03	100%	Ok
Sensor 2	00.01	Palang Pintu Tertutup	100.01	100%	Ok
		Indikator Lampu Red	100.04	100%	Ok
Sensor 3	00.02	Palang Pintu Terbuka	100.01	100%	Ok
		Indikator Lampu Green	100.05	100%	Ok

V. KESIMPULAN

Miniatur palang pintu kereta api otomatis telah dapat bekerja berdasarkan 3 sensor getar dan *XBee Transmitter* dengan jarak yang berbeda dan *XBee Receiver* sebagai penerima untuk mentrigger dari Sensor ke PLC Sebagai pengendali Motor Servo.

Pada *wireless* dapat bekerja secara baik dan saling terkoneksi antara *XBee Transmitter* dan *XBee Receiver*, namun *wireless* tersebut hanya dapat terkoneksi dengan jarak maksimal 0-500 Meter.

Masing-masing jarak sensor dan *XBee transmitter* 1, 2, & 3 dengan *XBee receiver* maupun PLC telah ditentukan dengan jarak yang berbeda-beda dalam penempatannya yaitu :

- a) Sensor & *XBee Transmitter* 1 : 1500 Meter dari *XBee Receiver* & PLC.
- b) Sensor & *XBee Transmitter* 2 : 1000 Meter dari *XBee Receiver* & PLC.
- c) Sensor & *XBee Transmitter* 3 : 400 Meter dari *XBee Receiver* & PLC.

Untuk tegangan yang dihasilkan oleh *XBee receiver* modul hanya sebesar 3VDC maka perlu modul tambahan untuk menaikkan atau menstabilkan tegangan agar tegangan yang dihasilkan dapat mentrigger dengan relai atau SSR (*Solid State Relay*).

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prawitasari, Nila. 2013. Pengertian Motor Servo.
- [2] Bishop, Owen. 2004. Dasar-dasar Elektronika. Jakarta: Erlangga.
- [3] International, Digi Inc. 2009. *XBee/XBee Pro RF Module Datasheet* Minnetonka.
- [4] Handy Wicaksono. Programmable Logic Controller – Teori, Pemrograman dan Aplikasinya dalam Otomasi Sistem. Graha Ilmu, Jogjakarta .2009.
- [5] Omron Automation. “*CP1E Intructions Reference Manual*”. Omron, Japan, 2009.