

Sistem Kendali On/Off Jarak-Jauh Genset Portabel Menggunakan Komunikasi Frekuensi Radio

Budhi Anto, Rio

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Riau
Kampus Binawidya, Pekanbaru, telp/fax. (0761) 66596 / (0761) 66595
e-mail: budhianto.ur@gmail.com

Abstrak

Karena menghasilkan emisi gas karbonmonoksida (CO) yang bersifat racun, genset portabel pada umumnya diletakkan jauh dari posisi saklar pemindah (transfer switch) atau pada tempat terbuka. Kendali on/off dari jarak jauh tanpa-kabel diperlukan untuk mempermudah operator dalam mengoperasikan genset portabelnya, sehingga dia tidak perlu berada di dekat genset untuk menghidupkan atau mematikan gensetnya. Paparan ini menampilkan sistem kendali on/off genset portabel dari jarak jauh tanpa-kabel menggunakan komunikasi gelombang radio pada frekuensi 433 MHz. Mikrokontroler ATMEL ATtiny2313 digunakan sebagai pengendali proses. Hasil pengujian laboratorium memperlihatkan genset portabel dapat dikendalikan sampai jarak 70 meter.

Kata kunci: kendali on/off jarak jauh tanpa-kabel, genset portabel, mikrokontroler ATtiny2313

Abstract

Due to poisonous carbon monoxide (CO) gas emission, portable generator is usually placed away from the location of transfer switch or placed outdoor. Wireless on/off remote controller for portable generator is necessary as the operator might not need to be at site to on/off the engine. This paper presents wireless on/off remote control system for portable generator using radio frequency communication at frequency of 433 Mhz. ATMEL ATtiny2313 microcontroller is used as process controller. The laboratory test results show portable generator can be controlled up to 70 meters.

Keywords: wireless on/off remote controller, portable generator, microcontroller ATtiny2313

1. Pendahuluan

Tingkat pertumbuhan konsumsi listrik yang tinggi dan tidak diiringi dengan penambahan unit-unit pembangkit dan penguatan sistem kelistrikan menyebabkan perusahaan pengelola sistem kelistrikan atau perusahaan utiliti listrik seperti PLN memutuskan aliran listrik ke titik beban-titik beban tertentu dalam rangka mempertahankan kualitas tenaga listrik yang dihasilkan. Selain itu pemadaman listrik dapat juga disebabkan oleh faktor eksternal pengelolaan sistem kelistrikan seperti gangguan cuaca (petir dan badai) dan bencana alam lainnya. Dapat dikatakan terputusnya pasokan listrik dari jaringan utiliti merupakan hal yang lazim terjadi beberapa kali dalam setahun dengan durasi pemadaman yang tidak pasti. Kondisi ini memaksa masyarakat untuk memasang sumber tenaga sekunder misalnya unit generating set (genset) untuk mencatu peralatan-peralatan listriknya sewaktu pasokan listrik dari jaringan utiliti terputus.

Genset pada hakekatnya adalah peralatan mesin yang terdiri atas generator listrik yang dikopel dengan jentera (engine) sebagai penggerak. Generator listrik berfungsi mengubah kerja mekanik yang dilakukan oleh jentera menjadi tenaga listrik. Terdapat beberapa jentera yang digunakan untuk memutar generator, yaitu menggunakan turbin gas, menggunakan turbin uap atau menggunakan jentera torak (reciprocating engine / piston engine). Bahan bakar jentera dapat menggunakan premium, solar ataupun gas (LNG atau LPG)

Genset dapat dikelompokkan atas 2 jenis, yaitu genset stasioner (stationary genset) dan genset portabel (portable genset). Unit genset stasioner dipasang secara permanen pada suatu lokasi dengan pondasi yang dirancang untuk memikul berat genset tersebut. Kapasitas daya genset stasioner besar, biasanya diatas 100 kVA. Unit genset

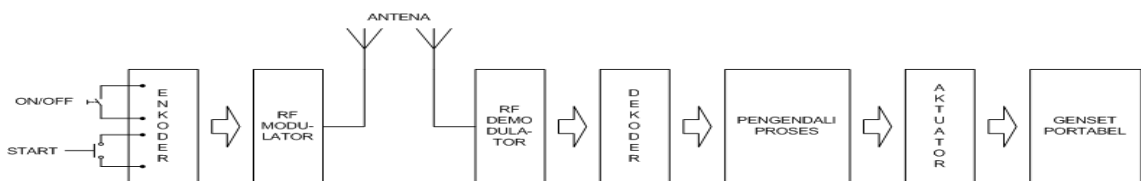
portabel dapat dipindah-pindah dan biasanya dilengkapi dengan roda. Kapasitas daya genset portabel biasanya dibawah 100 kVA.

Pada umumnya, rumah tangga dan usaha ekonomi skala mikro/kecil menggunakan genset portabel sebagai sumber tenaga sekundernya. Kapasitas daya genset portabel bervariasi antara 1000 VA sampai dengan 10 kVA, dengan sistem tegangan 220 volt 1-fasa, 2-kawat. Jentera yang digunakan pada umumnya adalah jentera torak dengan bahan bakar premium. Terdapat 2 metode untuk mengasut genset portabel, pertama, pengasutan menggunakan recoil dan yang kedua, pengasutan menggunakan dinamo starter. Genset portabel dengan pengasutan menggunakan dinamo starter selalu dilengkapi dengan batere akumulator untuk menggerakkan dinamo starter. Dalam keadaan beroperasi, genset secara otomatis akan mengisi muatan batere, sehingga batere akan selalu mempunyai tenaga listrik untuk mengasut genset tersebut.

Jentera genset portabel menghasilkan gas karbonmonoksida (CO) yang bersifat racun. Data statistik Amerika Serikat [1] menyebutkan angka kematian akibat keracunan gas CO tiap tahun terus meningkat. Pada tahun 1999, 6% dari penyebab keracunan gas CO adalah emisi gas CO yang dihasilkan oleh pemakaian genset portabel. Pada tahun 2000, 2001 dan 2002 tercatat 14%, 17% dan 24% penyebab keracunan gas CO adalah emisi yang dihasilkan oleh genset portabel. Angka keracunan gas CO di Indonesia cukup besar, tetapi belum ada data statistik untuk hal tersebut. Untuk menghindari keracunan gas CO, pihak pabrikaan genset portabel telah menginstruksikan tata cara instalasi genset portabel yaitu agar genset dipasang di tempat terbuka dan tidak di dekat pintu, jendela atau ventilasi. Mengikuti instruksi pemasangan dari pihak pabrikaan genset, maka posisi genset portabel akan berada relatif jauh dari saklar pemindahannya. Untuk mempermudah operasional genset portabel, disini telah diperkenalkan teknik baru pengendalian genset portabel yaitu kendali on/off genset portabel jarak jauh tanpa-kabel, sehingga operator genset tidak perlu repot berada dekat genset untuk menghidupkan atau mematikan gensetnya. Teknik komunikasi antar-peralatan menggunakan komunikasi gelombang radio dengan frekuensi 433 Mhz, sehingga genset portabel dapat dikendalikan dari berbagai lokasi tanpa kendala kelurusan antara pemancar dan penerima.

2. Rancangan Sistem Kendali

Diagram blok sistem kendali on/off jarak-jauh genset portabel diperlihatkan pada Gambar 1. Bagian pemancar terdiri dari unit enkoder yang dilengkapi dengan modulator RF dengan frekuensi sinyal pembawa 433 Mhz. Frekuensi 433 Mhz sudah lazim digunakan pada komunikasi data untuk jarak yang tidak jauh sehingga tidak memerlukan izin dari otoritas yang berwenang. Unit enkoder berfungsi mengubah data posisi/status peralatan masukan yaitu saklar kendali ON/OFF dan tombol START, menjadi format data serial yang akan ditransmisikan oleh modulator.



Gambar 1. Diagram blok sistem kendali on/off jarak-jauh genset portabel

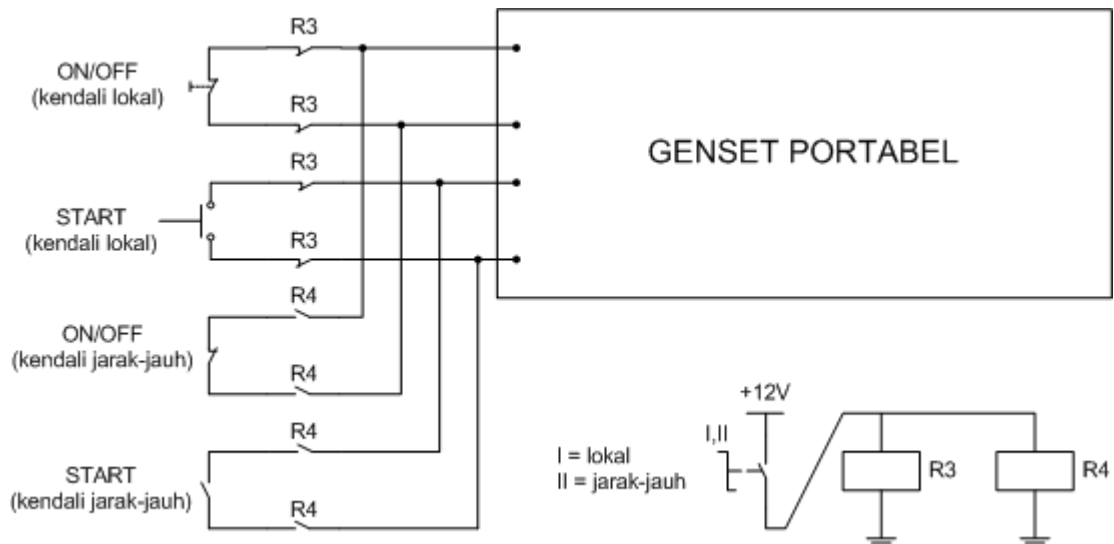
Bagian penerima terdiri atas demodulator RF dan unit dekoder. Baik modulator maupun demodulator bekerja pada frekuensi yang sama yaitu 433 Mhz. Unit dekoder berfungsi mengubah data serial yang ditransmisikan oleh bagian pemancar menjadi data digital yang dapat diolah lebih lanjut oleh bagian pengendali proses. Agar bagian pemancar dan bagian penerima dapat saling mengenali, unit enkoder pada bagian pemancar dan unit dekoder pada bagian penerima mempunyai kanal-kanal alamat yang dapat disetel sesuai kebutuhan. Setelan alamat pada unit enkoder harus sama dengan setelan alamat pada unit dekoder.

Bagian pengendali proses berfungsi mengendalikan proses on/off genset portabel. Proses kendali on/off genset portabel mempunyai 2 masukan digital yaitu posisi saklar ON/OFF dan posisi tombol START yang diperoleh dari bagian pemancar melalui unit

dekoder dan 2 keluaran digital yang dihubungkan ke bagian aktuator. Kedua keluaran digital dihubungkan ke 2 (dua) rele elektromagnet yang terdapat pada bagian aktuator. Kontak-kontak rele elektromagnet-rele elektromagnet tersebut digunakan untuk mengasut genset portabel.

Uraian proses kendali adalah sebagai berikut: Apabila saklar ON/OFF pada posisi buka, maka sirkit batere genset portabel pada posisi terbuka sehingga genset pada kondisi tidak bekerja. Apabila saklar ON/OFF pada posisi tutup, maka sirkit batere genset portabel pada posisi tutup sehingga genset pada kondisi siap/ready untuk dioperasikan. Apabila tombol START ditekan (posisi tutup) maka sirkit dinamo starter pada posisi tertutup sehingga dinamo akan berputar mengasut genset portabel. Pengasutan dapat diulang-ulang dengan menekan tombol START berulang-ulang sampai genset portabel berputar normal. Untuk mematikan genset portabel dapat dilakukan dengan membuka saklar ON/OFF. Tombol START tidak akan berfungsi apabila saklar ON/OFF pada posisi buka.

Genset portabel dirancang untuk dapat bekerja dengan operasi kendali lokal dan operasi kendali jarak-jauh. Dua bentuk operasi ini direalisasikan dengan cara memparalel kontak-kontak yang terdapat pada panel kendali genset portabel dengan kontak-kontak rele elektromagnet yang terdapat pada bagian aktuator. Sebagai pengendali operasi digunakan saklar pemilih. Diagram pengawatan saklar pemilih untuk operasi kendali lokal dan operasi kendali jarak-jauh diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram pengawatan saklar pemilih untuk operasi kendali lokal dan operasi kendali jarak-jauh

3. Metode Penelitian

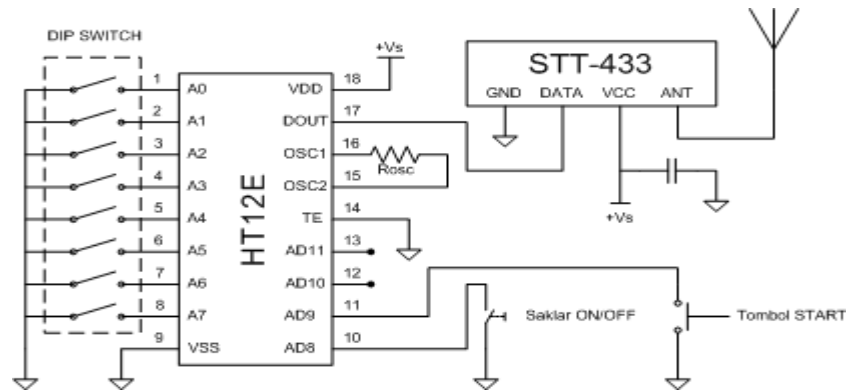
Realisasi sistem kendali on/off jarak-jauh genset portabel adalah sebagai berikut.

3.1. Bagian pemancar

Bagian pemancar terdiri atas unit enkoder dan modulator RF. Sebagai enkoder digunakan rangkaian terintegrasi HT12E buatan Holtek Semiconductor dalam kemasan DIP 18 pin [2]. HT12E mempunyai 8 kanal untuk pengalamatan (ADDRESS) dan 4 kanal untuk data (DATA). Pengalamatan diperlukan untuk komunikasi antara bagian pemancar dan bagian penerima sehingga keduanya dapat saling mengenali. Penyetelan alamat pada unit enkoder dilakukan dengan memasang 8 (delapan) saklar mini dalam kemasan DIP 16 pin yang disambungkan ke kedelapan kanal ADDRESS. Setelan alamat pada unit enkoder pemancar harus sama dengan setelan alamat pada unit dekoder penerima. Selanjutnya saklar ON/OFF dan tombol START untuk kendali jarak-jauh genset portabel dihubungkan ke kanal-kanal DATA.

Data serial keluaran HT12E kemudian ditransmisikan oleh modulator RF dalam bentuk rangkaian hibrid STT-433 buatan Sunrom Technologies. STT-433 adalah

modulator digital jenis on-off keying (OOK) dengan frekuensi sinyal pembawa 433 Mhz [3]. Skematik rangkaian bagian pemancar diperlihatkan pada Gambar 3. Keseluruhan rangkaian pemancar dicatu oleh batere bertegangan 3 volt.

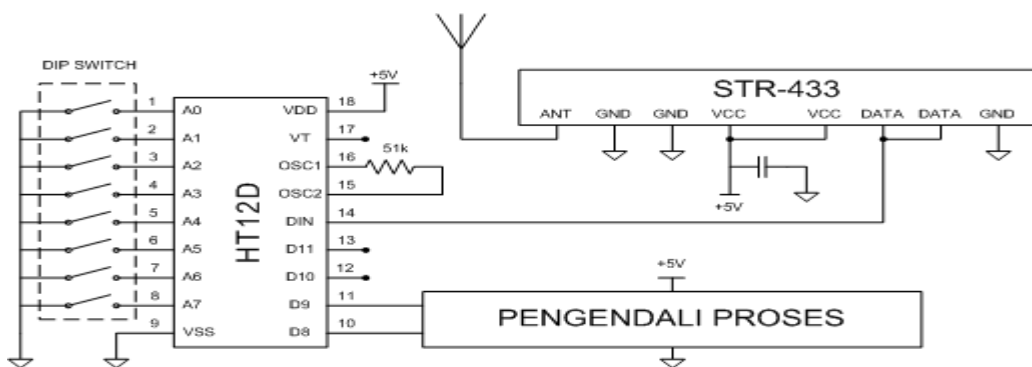


Gambar 3. Skematik rangkaian pemancar

3.2. Bagian Penerima

Bagian penerima terdiri atas demodulator RF dan unit dekoder. Sebagai demodulator RF digunakan rangkaian hibrid STR-433 yang merupakan pasangan STT-433. STR433 menggunakan demodulator modulasi amplitudo jenis super-regenerative dan dilengkapi dengan rangkaian data slicer untuk mengubah sinyal keluaran demodulator menjadi sinyal yang kompatibel dengan peralatan-peralatan yang mempunyai masukan jenis CMOS/TTL [4]. Data serial keluaran STR-433 diolah oleh unit dekoder sehingga dapat diolah lebih lanjut oleh unit pengendali proses (mikrokontroler).

Rangkaian terintegrasi HT12D buatan Holtek Semiconductor digunakan sebagai dekoder [5]. HT12D merupakan pasangan HT12E. Seperti HT12E, HT12D mempunyai 8 kanal untuk pengalamatan (ADDRESS) dan 4 kanal untuk data (DATA). Setelan alamat pada HT12D harus sama dengan setelan alamat pada HT12E sehingga keduanya dapat saling mengenali. Selanjutnya 2 kanal DATA HT12D yang identik dengan 2 kanal DATA HT12E dihubungkan ke unit pengendali proses sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan operasi on/off genset portabel. Skematik rangkaian penerima diperlihatkan pada Gambar 4. Keseluruhan rangkaian penerima dicatu oleh regulator tegangan 5-Volt yang mendapat pasokan tenaga listrik dari batere 12-Volt genset portabel.

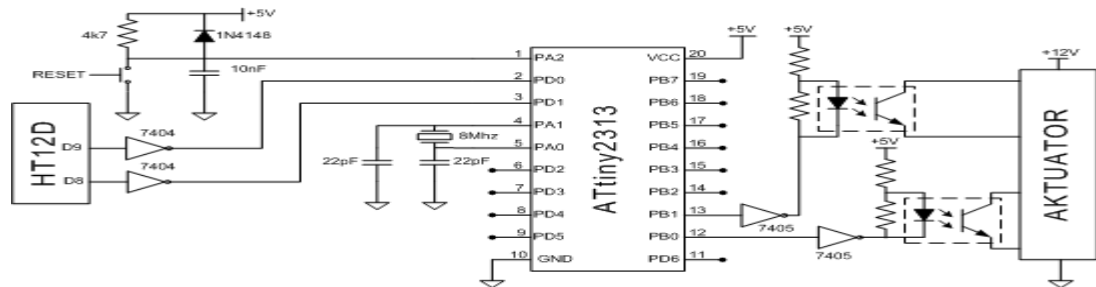


Gambar 4. Skematik rangkaian penerima

3.3. Pengendali Proses

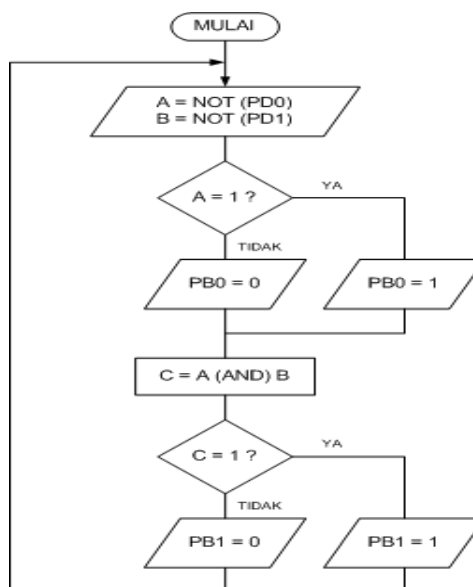
Bagian pengendali proses menggunakan mikrokontroler ATtiny2313. ATtiny2313 merupakan mikrokontroler 8-bit buatan ATMEL Corporation yang dikemas pada dual inline package (DIP) 20 pin [6]. ATtiny2313 dipilih sebagai pengendali proses karena mempunyai kanal masukan/keluaran yang tidak banyak dan harga yang lebih murah diantara mikrokontroler-mikrokontroler lainnya. ATtiny2313 mempunyai 18 kanal masukan/keluaran

yang dapat diprogram. Jumlah tersebut telah mencukupi untuk mengendalikan proses dengan 2 masukan digital dan 2 keluaran digital. Masukan proses yang berasal dari dekoder HT12D dihubungkan ke port D0 (PD0) dan port D1 (PD1) melalui buffer inverter 7404, sedangkan keluaran proses diperoleh dari port B0 (PB0) dan port B1 (PB1). Adanya buffer inverter pada sisi masukan menyebabkan status logika tinggi PD0 identik dengan posisi buka saklar ON/OFF dan status logika rendah PD0 identik dengan posisi tutup saklar ON/OFF. Demikian pula status logika tinggi PD1 identik dengan posisi buka tombol START dan status logika rendah PD1 identik dengan posisi tutup tombol START. PB0 dan PB1 dihubungkan ke bagian aktuatur melalui buffer inverter 7405 dan rangkaian optocoupler. Skematik rangkaian pengendali proses diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Skematik rangkaian pengendali proses

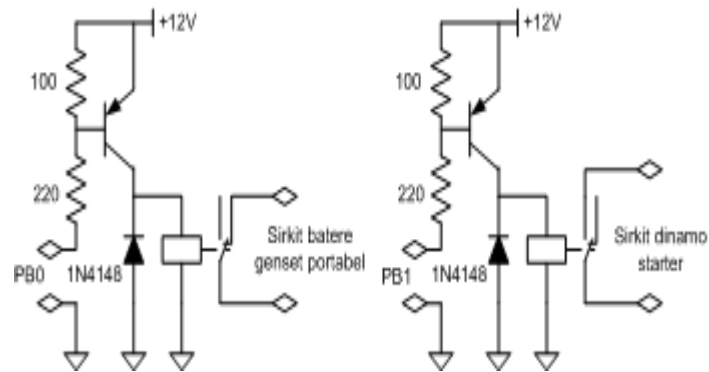
ATtiny2313 diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman BASCOM-AVR [7],[8]. Diagram alir program diperlihatkan pada Gambar 6. Mula-mula program membaca status masukan PD0 dan status masukan PD1. Apabila status PD0 berlogika rendah maka keluaran PB0 berlogika tinggi. Apabila status PD0 berlogika tinggi maka keluaran PB0 berlogika rendah. Status keluaran PB0 berkorelasi dengan status sirkit batere genset portabel. Apabila keluaran PB0 berlogika rendah maka sirkit batere genset portabel pada kondisi terbuka atau tidak aktif. Apabila keluaran PB0 berlogika tinggi maka sirkit batere genset portabel pada kondisi tertutup atau aktif. Selanjutnya operasi logika AND diterapkan pada PD0 dan PD1 sehingga menghasilkan keluaran PB1 yang berkorelasi dengan status sirkit dinamo starter. Status keluaran PB1 yang berlogika tinggi berkorelasi dengan status sirkit dinamo starter pada kondisi tertutup sehingga dinamo berputar mengasut genset portabel. Status keluaran PB1 yang berlogika rendah berkorelasi dengan status sirkit dinamo starter pada kondisi terbuka sehingga dinamo tidak bekerja. Status keluaran PB1 berlogika tinggi hanya jika PD0 dan PD1 berlogika rendah, sedangkan untuk status-status masukan lainnya, keluaran PB1 berlogika rendah. Selanjutnya program melakukan looping untuk mengulang secara terus-menerus proses kendalinya.



Gambar 6. Diagram alir program mikrokontroler

3.4. Aktuator

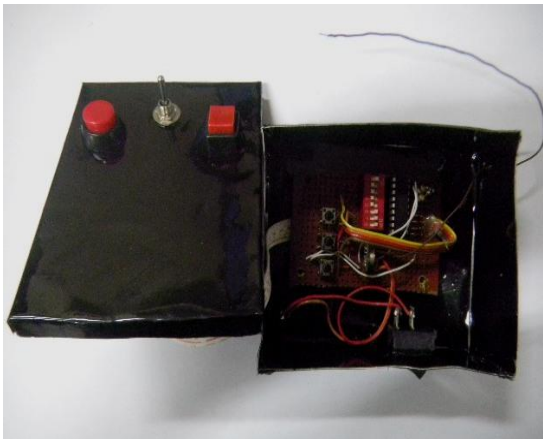
Bagian aktuator terdiri atas 2 (dua) rele elektromagnet dengan tegangan kerja kumparan 12 volt searah. Kemampuan hantar arus kontak-kontak rele adalah 10 ampere. Rangkaian aktuator dan rangkaian pengendali proses diisolasi secara listrik menggunakan optocoupler. Rangkaian aktuator dicatu oleh batere 12-Volt genset portabel. Skematik rangkaian aktuator diperlihatkan pada Gambar 7.



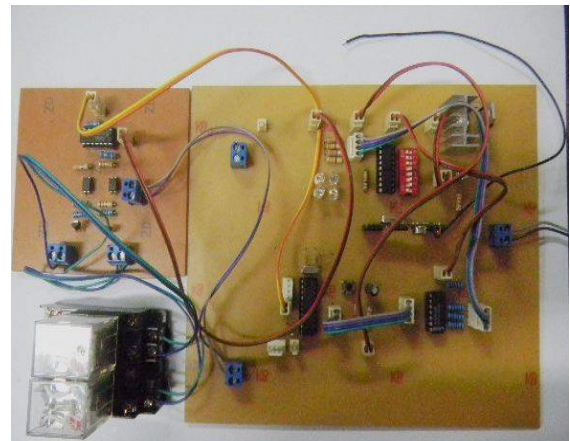
Gambar 7. Skematik rangkaian aktuator

4. Hasil dan Pembahasan

Sistem kendali on/off jarak-jauh genset portabel telah dirakit seperti diperlihatkan pada Gambar 8 dan Gambar 9. Sistem kendali kemudian diuji jangkauan fungsionalnya pada 2 kondisi operasi. Pada pengujian pertama, bagian penerima lengkap dengan pengendali proses dan aktuator dan bagian pemancar berada pada elevasi yang sama. Pada pengujian kedua, kedua bagian tersebut berada pada elevasi yang berbeda.

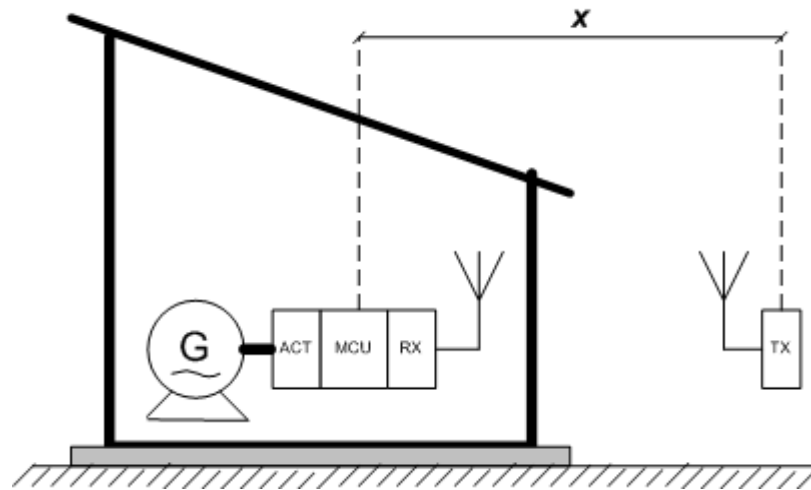


Gambar 8. Bagian pemancar



Gambar 9. Bagian penerima lengkap

Pada pengujian pertama, bagian penerima lengkap dengan pengendali proses dan aktuator diletakkan di dalam ruangan (Laboratorium Sistem Kendali, Universitas Riau) dan bagian pemancar berada di luar ruangan. Fungsional sistem kendali diamati dengan meng-energize dan men-deenergize kedua rele elektromagnet yang terdapat pada bagian aktuator dari jarak jauh. Pengujian jangkauan fungsional dilakukan pada berbagai jarak sampai bagian pemancar tidak dapat mengendalikan bagian penerima lagi. Diagram pengujian fungsional sistem kendali diperlihatkan pada Gambar 10. Hasil pengujian fungsional sistem kendali ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 10. Diagram pengujian fungsional sistem kendali jarak jauh, pemancar dan penerima pada elevasi yang sama

Tabel 1. Hasil pengujian fungsional sistem kendali, pemancar dan penerima pada elevasi sama

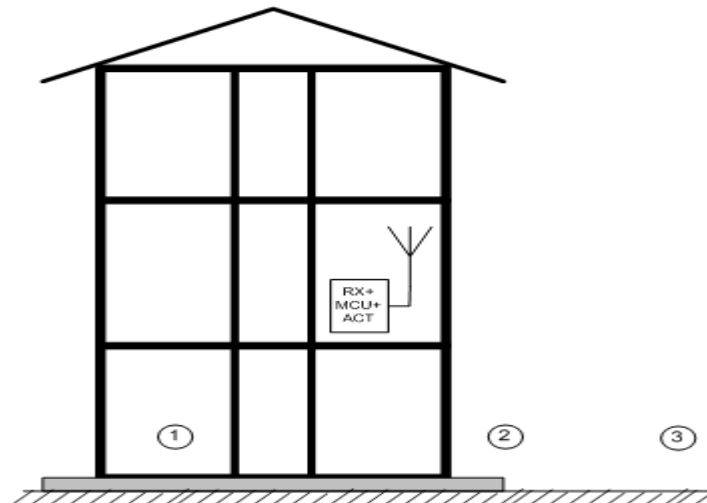
x (meter)	Fungsi kendali
10	Berfungsi
30	Berfungsi
50	Berfungsi
70	Berfungsi
80	tidak berfungsi

Hasil pengujian pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa genset portabel masih dapat dikendalikan sampai jarak 70 meter.

Pada pengujian kedua, bagian penerima lengkap diletakkan pada lantai 2 bangunan bertingkat (Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau) dan bagian pemancar berada di beberapa posisi di dalam dan di luar bangunan. Diagram pengujian fungsional sistem kendali diperlihatkan pada Gambar 11. Hasil pengujian fungsional ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian fungsional sistem kendali, pemancar dan penerima pada elevasi berbeda

Posisi	Jarak dengan penerima (meter)	Fungsi kendali
1	12	berfungsi
2	7	berfungsi
3	20	berfungsi



Gambar 11. Diagram pengujian fungsional sistem kendali jarak jauh, pemancar dan penerima pada elevasi yang berbeda

Hasil pengujian pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa bagian pemancar dapat mengendalikan bagian penerima lengkap dengan pengendali proses dan aktuator yang berada di dalam bangunan bertingkat.

5. Kesimpulan

Sistem kendali on/off jarak-jauh genset portabel menggunakan komunikasi frekuensi radio telah dibuat. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa genset portabel yang berada di dalam ruangan dapat dikendalikan sampai jarak 70 meter dan genset portabel yang berada di bangunan bertingkat dapat dikendalikan dari luar bangunan. Sistem kendali ini masih perlu disempurnakan dengan melengkapi genset portabel dengan peralatan untuk mengatur buka-tutup katup bahan bakar dan peralatan untuk mengatur choke bahan bakar.

Referensi

- [1] Miles K. Request For Information: Techniques to Substantially Reduce Carbon Monoxide Emissions from Gasoline Powered Portable Generators. US Consumer Product Safety Commission. April 2006
- [2] Holtek Semiconductor. HT12A/HT12E 2¹² Series of Encoders. April 2000.
- [3] Sunrom Technologies. 433 MHz RF Transmitter STT-433. September 2007.
- [4] Sunrom Technologies. 433 MHz RF Receiver STR-433. September 2007.
- [5] Holtek Semiconductor. HT12D/HT12F 2¹² Series of Decoders. November 2002.
- [6] Atmel Corporation. 8-bit AVR Microcontroller with 2K Bytes In-System Programmable Flash: ATtiny2313/V. Agustus 2010.
- [7] Kuhnel C. BASCOM, Programming Microcontrollers with Ease: An Introduction by Program Examples. Universal Publishers, USA. 2001
- [8] Didin W. Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa BASIC Menggunakan BASCOM-8051. Penerbit Andi Yogyakarta. 2007.