

Sistem Kendali Pengasutan Genset Portabel Dari Jarak Jauh Tanpa-kabel

Budhi Anto

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 atau pada tempat terbuka. Sistem kendali pengasutan dari jarak jauh tanpa-kabel diperlukan untuk mempermudah operator dalam mengoperasikan genset portabelnya, sehingga dia tidak perlu berada di dekat genset untuk menyalakan atau memadamkan gensetnya. Dalam penelitian ini telah diupayakan untuk membuat sistem 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 MHz. Sistem yang dibuat telah diimplementasikan untuk menyalakan dan memadamkan genset portabel YMW4500XE merk YAMAWA dan genset tersebut dapat dikendalikan sampai jarak 70 meter.

Kata kunci: sistem kendali jarak jauh tanpa-kabel, komunikasi simpleks, genset portabel premium

Abstract

Due to poisonous carbon monoxide (CO) gas emission, portable generator is usually placed away from the location of transfer switch or placed outdoor. A remote control system for starting and stopping portable generator wirelessly is necessary as the operator might not need to be at site to start and stop the engine. An attempt to build a wireless remote control system that suited with portable gasoline generator has been conducted in this research. The developed system consist of a remote controller unit in hand-held size and the actuator unit that electrically connected with the controlled generator. Remote controller communicates with actuator unit in simplex mode using radio frequency of 433-MHz ISM-band. The system has been implemented to start and stop remotely the YMW4500XE YAMAWA portable gasoline generator and the generator can be controlled up to 70 meters.

Keywords: wireless remote control system, simplex communication, portable gasoline generator

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 utilitas listrik seperti PLN memutus aliran listrik ke titik beban-titik beban tertentu dalam rangka mempertahankan kualitas tenaga listrik yang dihasilkannya. 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 utilitas 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 utilitas terputus.

Genset pada hakekatnya adalah peralatan mesin yang terdiri atas generator listrik yang dikopel dengan jentera (*engine*) sebagai penggeraknya. 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 [1].

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 10 kVA. Unit genset portabel dapat dipindah-pindah dan biasanya dilengkapi dengan roda. Kapasitas daya genset portabel biasanya dibawah 10 kVA [2].

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 dan ada juga dengan bahan bakar solar. 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 mengisi muatan batere, sehingga batere akan selalu mempunyai tenaga listrik untuk mengasut genset tersebut.

Genset portabel berbahan bakar premium dan genset portabel berbahan bakar solar diasut dengan cara yang berbeda. Genset berbahan bakar premium diasut dengan terlebih dahulu membuka kontak bypass sirkit kumparan pengapian (*ignition coil*) genset dan kemudian meng-*energize* solenoid untuk menutup sirkit dinamo starter. Solenoid di-*energize* selama beberapa detik sampai jentera menyala dan kemudian hubungan arus listrik ke solenoid dibuka sehingga sirkit dinamo starter terbuka. Pemadaman genset berbahan bakar premium dilakukan dengan menutup kontak bypass sirkit kumparan pengapian. Genset berbahan bakar solar diasut dengan terlebih dahulu meng-*energize* solenoid katup bahan bakar sehingga bahan bakar tersedia pada pompa bahan bakar, kemudian meng-*energize* solenoid untuk menutup sirkit dinamo starter. Pemadaman genset solar dilakukan dengan men-*deenergize* solenoid katup bahan bakar.

Jentera genset portabel menghasilkan gas karbonmonoksida (CO) yang bersifat racun. Data statistik Amerika Serikat menyebutkan angka kematian akibat keracunan gas CO tiap tahun terus meningkat [3]. 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, genset portabel seharusnya dipasang di tempat terbuka dan tidak di dekat pintu, jendela atau dekat saluran ventilasi [4]. Mengikuti instruksi pemasangan genset portabel, maka posisi genset portabel akan berada relatif jauh dari saklar pemindahannya. Untuk mempermudah operasional genset portabel, dalam penelitian ini telah diupayakan untuk membuat teknik baru pengendalian genset portabel yaitu sistem kendali pengasutan genset portabel dari jarak jauh tanpa-kabel, sehingga operator genset tidak perlu repot berada dekat genset untuk menyalakan atau memadamkan gensetnya.

Sistem kendali yang dibangun terdiri atas unit pengendali jarak jauh yang berukuran dapat-digenggam dan unit aktuator yang terhubung permanen secara listrik dengan genset yang dikendalikan. Komunikasi antar unit menggunakan gelombang radio, sehingga genset portabel dapat dikendalikan dari berbagai lokasi tanpa kendala kelurusan antara unit pengendali jarak jauh dengan unit aktuator. Sistem kendali yang dibangun diimplementasikan untuk mengasut genset portabel berbahan bakar premium.

2. Rancangan Sistem Kendali

Sistem yang dibuat digunakan untuk mengendalikan genset portabel berbahan bakar premium merk YAMAWA (Gambar 1). Diagram blok sistem kendali pengasutan genset portabel dari jarak jauh diperlihatkan pada Gambar 2. Sistem kendali secara garis besar terdiri atas 2 bagian yaitu unit pengendali jarak jauh dan unit aktuator. Kedua bagian tersebut berkomunikasi secara simpleks, unit pengendali jarak jauh sebagai pemancar sinyal gelombang radio dan unit aktuator sebagai penerima sinyal gelombang radio. Unit pengendali jarak jauh terdiri dari rangkaian enkoder yang dilengkapi dengan modulator RF dengan frekuensi sinyal pembawa 433 Mhz. Frekuensi 433 Mhz termasuk frekuensi pita ISM (*industrial, scientific and medical*) sehingga tidak memerlukan izin dari otoritas yang berwenang [5]. Unit enkoder berfungsi mengubah data posisi/status peralatan masukan yaitu tombol kendali ON, tombol kendali OFF dan tombol kendali IGNITION, menjadi format data serial yang akan ditransmisikan oleh modulator.

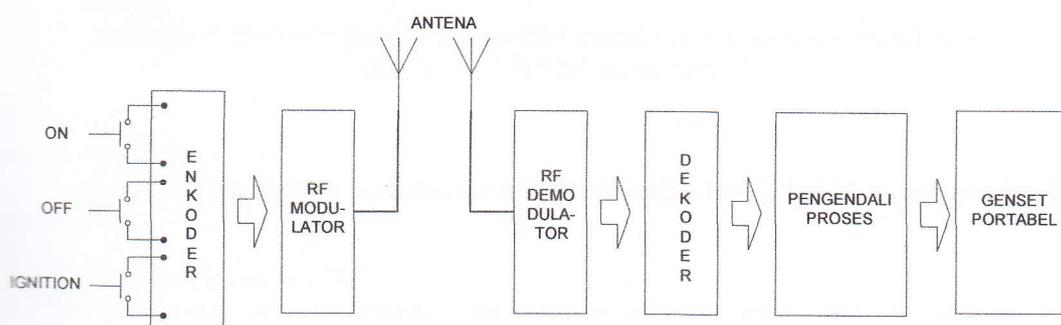
Unit aktuator terdiri atas rangkaian demodulator RF beserta dekodernya dan pengendali proses. Baik modulator maupun demodulator bekerja pada frekuensi yang sama yaitu 433 Mhz. Rangkaian dekoder berfungsi mengubah data serial yang ditransmisikan oleh bagian pemancar menjadi data digital yang dapat diolah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

Bagian pengendali proses berfungsi mengendalikan proses on/off genset portabel. Bagian ini menggunakan rangkaian rele-rele elektromagnet. Proses kendali on/off genset portabel mempunyai 3 masukan digital yaitu posisi/status tombol ON, status tombol OFF dan status tombol IGNITION yang diperoleh dari unit pengendali jarak jauh melalui rangkaian dekoder dan 2 keluaran

digital yang berupa 2 buah kontak untuk menyalakan dan mematikan genset portabel. Kedua kontak rele-rele elektromagnet tersebut terhubung langsung dengan genset yang dikendalikan.



Gambar 1. Genset portabel YMW4500XE merk YAMAHA

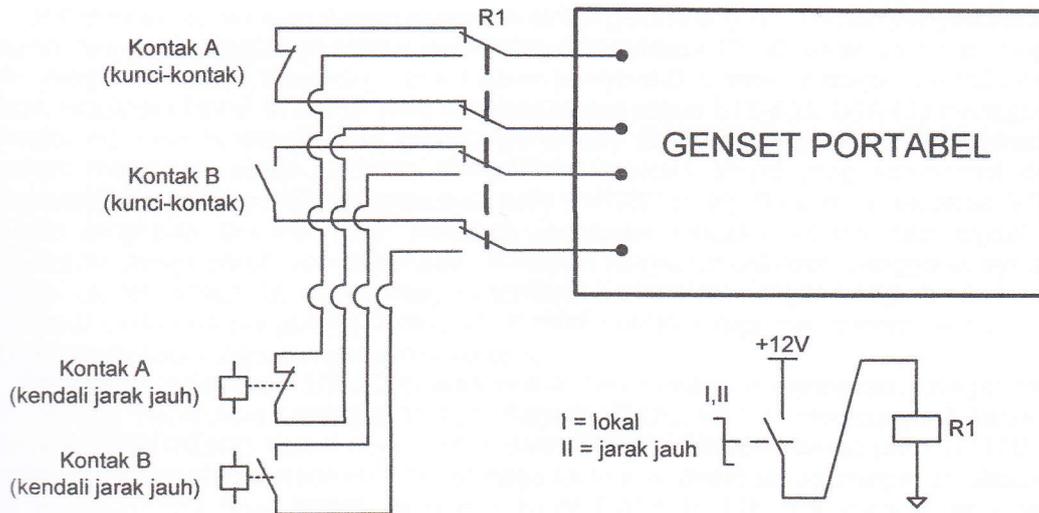


Gambar 2. Diagram blok sistem kendali pengasutan genset portable dari jarak jauh

Genset portabel dirancang untuk dapat bekerja dengan operasi kendali lokal dan operasi kendali jarak-jauh. Pada operasi kendali lokal, proses on/off genset portabel dikendalikan oleh kunci-kontak (Gambar 3). Kunci-kontak (*key switch*) mempunyai 3 posisi yaitu posisi OFF, posisi ON dan posisi IGNITION. Selain itu kunci-kontak mempunyai 2 kontak yaitu kontak A yang merupakan kontak NC (*normally closed*) dan kontak B yang merupakan kontak NO (*normally open*). Pada posisi OFF, kontak A tertutup dan kontak B terbuka. Pada posisi ON, kontak A terbuka dan kontak B terbuka. Pada posisi IGNITION, kontak A terbuka dan kontak B tertutup. Untuk menyalakan genset portabel, posisi kunci-kontak dipindahkan dari posisi OFF ke posisi ON dan kemudian ke posisi IGNITION selama beberapa detik sampai genset menyala. Kemudian posisi kunci-kontak dipindahkan dari posisi IGNITION ke posisi ON. Untuk mematikan genset portabel, posisi kunci-kontak dipindahkan dari posisi ON ke posisi OFF. Pada operasi kendali jarak-jauh, peranan kunci kontak digantikan oleh kontak-kontak rele-rele elektromagnet yang terdapat pada bagian pengendali proses. Untuk itu diperlukan suatu mekanisme seleksi operasi kendali yang diimplementasikan menggunakan rangkaian saklar pemilih sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Kunci-kontak genset portabel YMW4500XE YAMAHA



Gambar 4. Diagram pengawatan saklar pemilih untuk operasi kendali lokal dan operasi kendali jarak-jauh

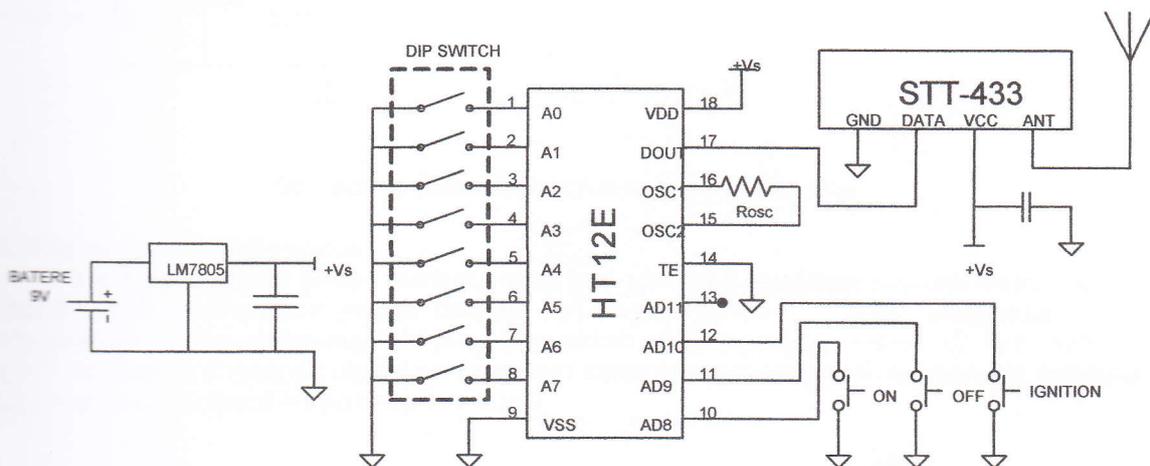
3. Metode Penelitian

Realisasi sistem kendali pengasutan genset portabel dari jarak jauh tanpa-kabel adalah sebagai berikut.

3.1. Unit pengendali jarak jauh

Unit pengendali jarak jauh terdiri atas enkoder data dan modulator RF. Sebagai enkoder digunakan rangkaian terintegrasi HT12E buatan Holtek Semiconductor dalam kemasan DIP 18 pin [6]. 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 tombol ON, tombol OFF dan tombol IGNITION 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 [7]. Skematik rangkaian unit pengendali jarak jauh diperlihatkan pada Gambar 5. Keseluruhan rangkaian pemancar dicatu oleh baterai bertegangan 9 volt.

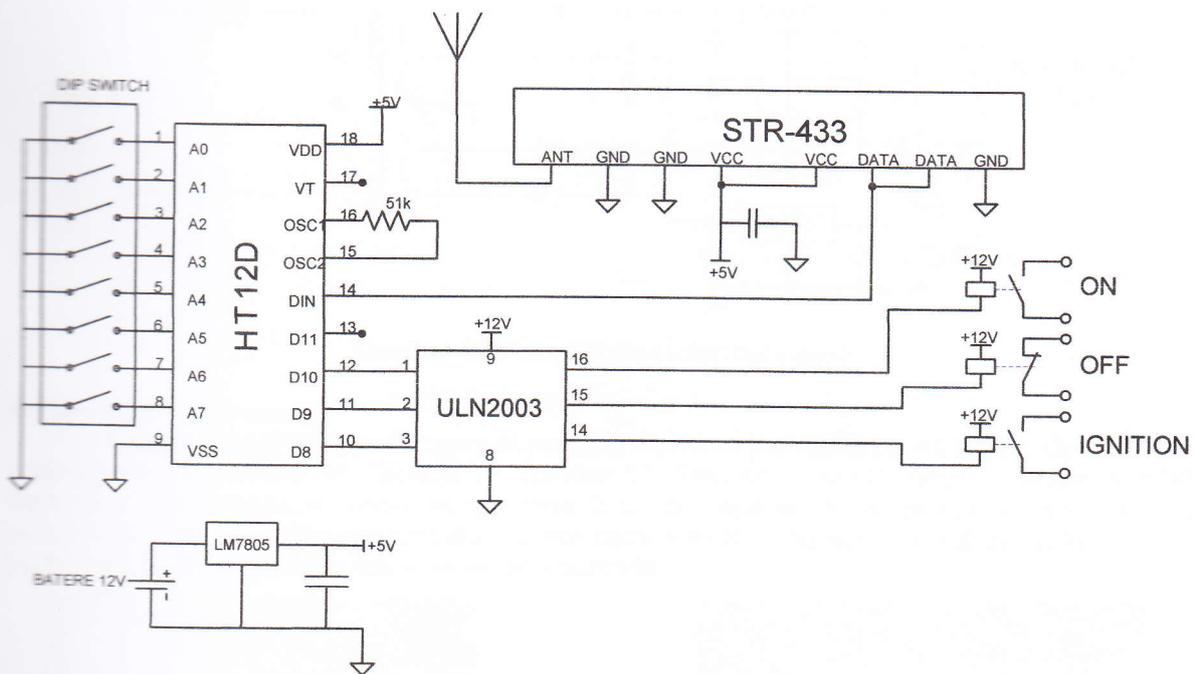


Gambar 5. Skematik rangkaian unit pengendali jarak jauh

3.2. Unit Aktuator

Unit aktuator terdiri atas bagian penerima sinyal gelombang RF, bagian pengendali proses dan bagian catu daya. Bagian penerima terdiri atas demodulator RF, dekoder data dan rangkaian keluaran yang merupakan masukan untuk bagian pengendali proses. 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 [8]. Data serial keluaran STR-433 diolah oleh rangkaian dekoder data. Keluaran rangkaian dekoder adalah data digital untuk mengendalikan proses on/off genset portabel. Ketiga rele elektromagnet tersebut berkorelasi dengan ketiga tombol perintah yang terdapat pada unit pengendali jarak-jauh. Kontak-kontak ketiga rele elektromagnet tersebut menjadi masukan bagi rangkaian pengendali proses.

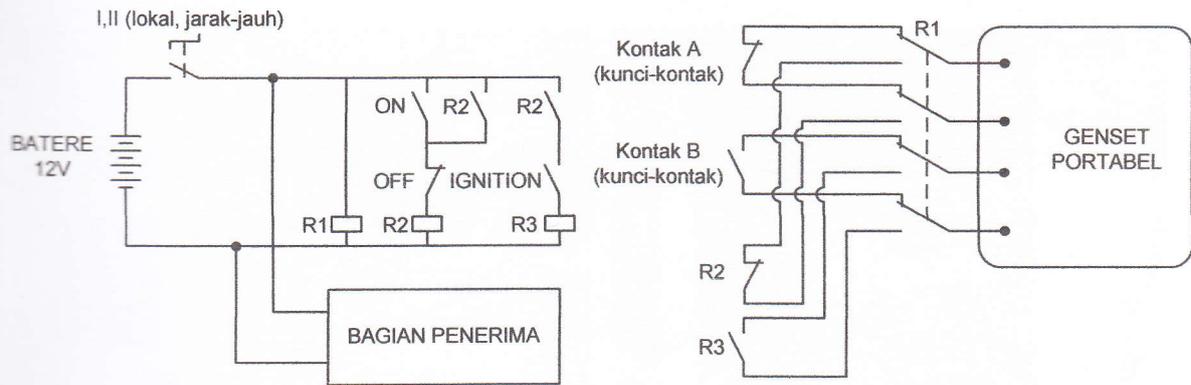
Rangkaian terintegrasi HT12D buatan Holtek Semiconductor digunakan sebagai dekoder data [9]. HT12D merupakan pasangan HT12E. Seperti HT12E, HT12D mempunyai 8 kanal untuk pengalamatan (ADDRESS) dan 4 kanal untuk data (DATA). Setelan alamat pada HT12D harus sama dengan setelan alamat pada HT12E sehingga keduanya dapat saling mengenali. Selanjutnya 3 kanal DATA HT12D yang identik dengan 3 kanal DATA HT12E dihubungkan ke rangkaian penggerak rele ULN2003 untuk menggerakkan 3 rele keluaran. Kontak-kontak ketiga rele keluaran tersebut nantinya akan dihubungkan ke bagian pengendali proses untuk mengendalikan operasi on/off genset portabel. Skematik rangkaian penerima diperlihatkan pada Gambar 6. Keseluruhan rangkaian penerima dicatu oleh regulator tegangan 5-Volt yang mendapat pasokan tenaga listrik dari baterai 12-Volt.



Gambar 6. Skematik rangkaian bagian penerima

3.3. Bagian Pengendali Proses

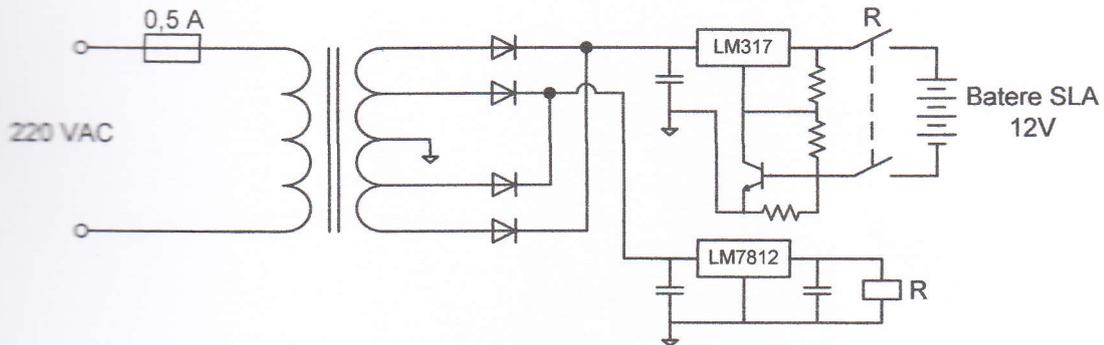
Bagian pengendali proses menggunakan menggunakan rangkaian rele-rele elektromagnet. Masukan bagian pengendali proses berasal dari bagian penerima. Bagian pengendali proses menggunakan 3 rele elektromagnet yang digerakkan oleh tegangan searah 12 volt. Keluaran bagian pengendali proses dihubungkan ke sistem kelistrikan genset portabel. Skematik rangkaian pengendali proses diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Skematik rangkaian pengendali proses

3.4. Bagian Catu Daya

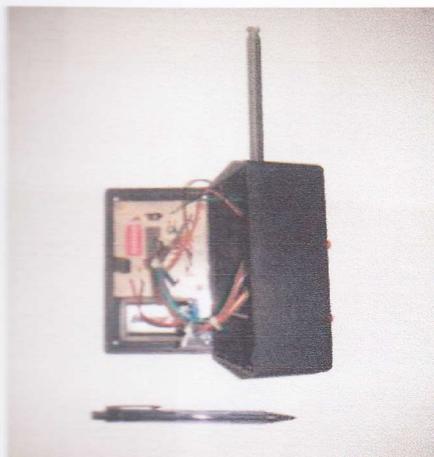
Bagian catu daya terdiri atas baterai akumulator dan unit pengisi muatannya (*battery charger*). Baterai yang digunakan adalah dari jenis SLA (*sealed lead acid*) sehingga bebas perawatan. Unit pengisi muatan baterai menggunakan modus pengisian mengambang (*float charging*) dan dicatu oleh tegangan bolak-balik 220 volt yang berasal dari keluaran genset portabel atau dari instalasi listrik rumah. Skematik rangkaian catu daya diperlihatkan pada Gambar 8.



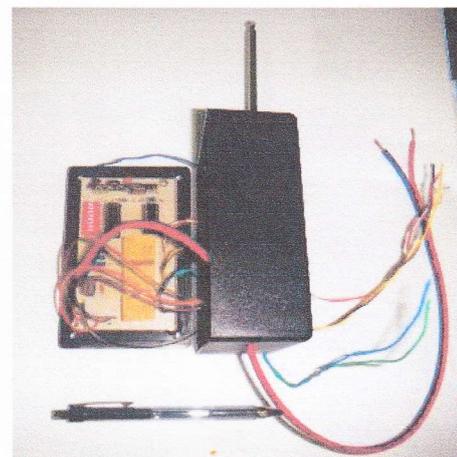
Gambar 8. Skematik rangkaian catu daya

4. Hasil dan Pembahasan

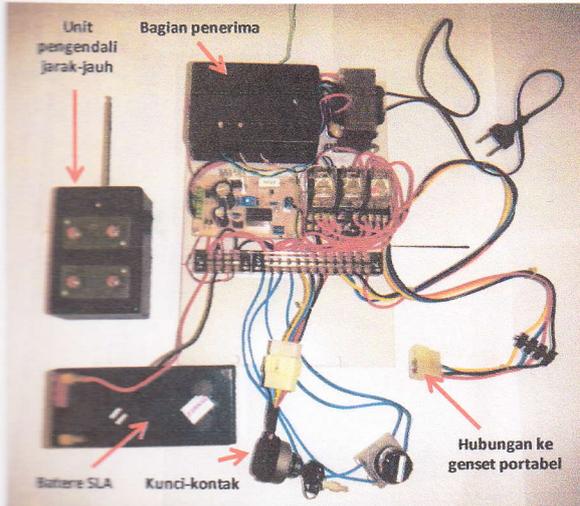
Sistem kendali pengasutan genset portabel dari jarak jauh telah dirakit seperti diperlihatkan pada Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12, Gambar 13 dan Gambar 14. Sistem kendali kemudian diuji jangkauan fungsionalnya pada 2 kondisi operasi. Pada pengujian pertama, unit pengendali jarak jauh dan unit aktuator berada pada elevasi yang sama. Pada pengujian kedua, kedua unit tersebut berada pada elevasi yang berbeda.



Gambar 9. Unit pengendali jarak-jauh



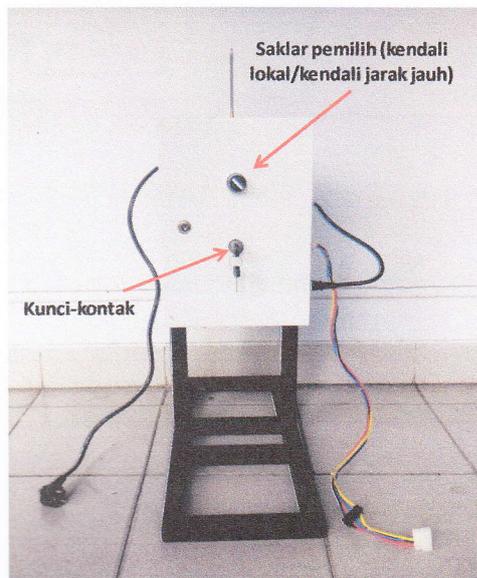
Gambar 10. Bagian penerima



Gambar 11. Komponen-komponen sistem



Gambar 12. Unit aktuator yang terakit dalam panel

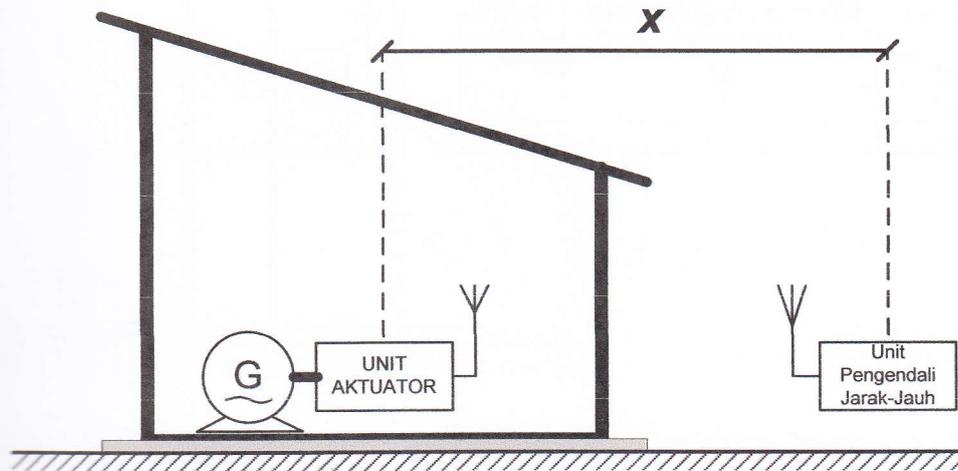


Gambar 13. Unit aktuator lengkap



Gambar 14. Unit aktuator yang terhubung dengan genset portabel

Pada pengujian pertama, unit aktuator diletakkan di dalam ruangan (Laboratorium Sistem Kendali, Universitas Riau) dan unit pengendali jarak jauh berada di luar ruangan. Fungsional sistem kendali diamati dengan meng-*energize* dan men-*deenergize* kedua rele elektromagnet yang terdapat pada unit aktuator dari jarak jauh. Pengujian jangkauan fungsional dilakukan pada berbagai jarak sampai unit pengendali jarak jauh tidak dapat mengendalikan unit aktuator lagi. Diagram pengujian fungsional sistem kendali diperlihatkan pada Gambar 15. Hasil pengujian fungsional sistem kendali ditampilkan pada Tabel 1.



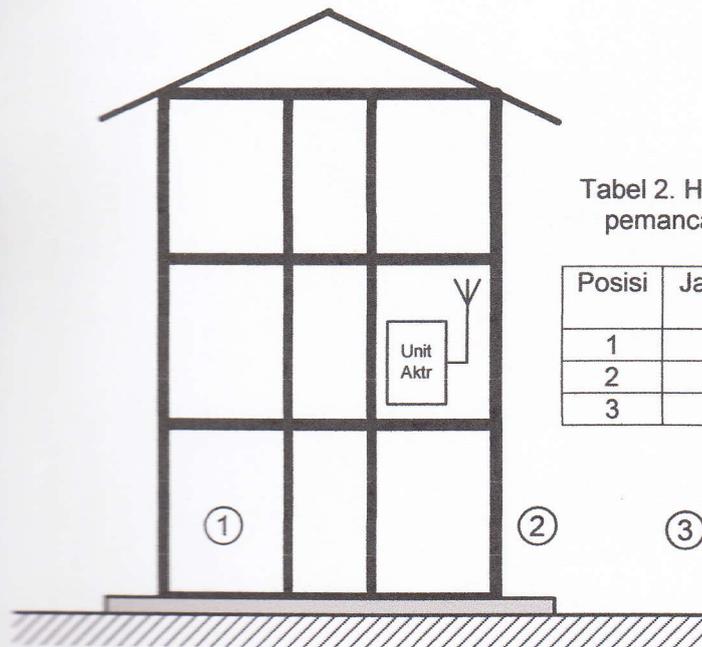
Gambar 15. Diagram pengujian fungsional sistem kendali jarak jauh, pemancar dan penerima pada elevasi yang sama

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 unit aktuator masih dapat dikendalikan sampai jarak 70 meter.

Pada pengujian kedua, unit aktuator diletakkan pada lantai 2 bangunan bertingkat (Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau) dan unit pengendali jarak jauh berada di beberapa posisi di dalam dan di luar bangunan. Diagram pengujian fungsional sistem kendali diperlihatkan pada Gambar 16. 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 16. Diagram pengujian fungsional sistem kendali, pemancar dan penerima pada elevasi yang berbeda

Hasil pengujian pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa unit pengendali jarak jauh dapat mengendalikan unit aktuator yang berada di dalam bangunan bertingkat.

5. Kesimpulan

Sistem kendali pengasutan genset portabel dari jarak jauh menggunakan komunikasi frekuensi radio telah dibuat. Sistem kendali tersebut bekerja secara simpleks, dimana komunikasi berlangsung hanya satu arah yaitu dari unit pengendali jarak jauh ke unit aktuator. 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 mempermudah kerja operator genset sehingga dia tidak perlu berada di dekat genset portabel untuk menghidupkan atau memadamkannya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau atas pembiayaan penelitian ini dalam skem pembiayaan hibah penelitian berbasis paten dengan nomor kontrak 05/UN.19.2/PL/2012.

Referensi

- [1] en.wikipedia.org. *Engine-generator*.
- [2] www.smeps.us. *Home Generators Basics*.
- [3] Miles K. *Request For Information: Techniques to Substantially Reduce Carbon Monoxide Emissions from Gasoline Powered Portable Generators*. US Consumer Product Safety Commission. April 2006
- [4] Hampson NB, Stock AL. *Storm-related Carbon Monoxide Poisoning: Lessons Learned from Recent Epidemics*. Journal of The Undersea and Hyperbaric Medical Society. Vol. 33, No. 4, pp.257-263.
- [5] www.pcmag.com. *Encyclopedia: Definition of ISM Band*.
- [6] Holtek Semiconductor. *HT12A/HT12E 2¹² Series of Encoders*. April 2000.
- [7] Sunrom Technologies. *433 MHz RF Transmitter STT-433*. September 2007.
- [8] Sunrom Technologies. *433 MHz RF Receiver STR-433*. September 2007.
- [9] Holtek Semiconductor. *HT12D/HT12F 2¹² Series of Decoders*. November 2002.