

Jurnal Ilmiah

ENERGI & KELISTRIKAN



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN

WIRELESS REMOTE CONTROL HOSPITAL BED

Richie Estrada; Budi Harsono

RANCANG BANGUN PROTOTIPE TURBIN ANGIN TIPE SAVONIOUS

Jeffrizolfi; Mohammad Hafidz

ANALISA KINERJA RELAY JARAK PADA SALURAN TRANSMISI GANDA 150 KV ANTARA GI CIKUPA DAN GI BALARAJA TERHADAP GANGGUAN ARUS HUBUNG SINGKAT

Novi Gusti Pahiyanti; Christine Widiastuti

PENGGUNAAN PID CONTROLLER PADA MINI ELEVATOR DENGAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 16

Tasdik Darmana

TINJAUAN TEKNIS KELISTRIKAN TERHADAP PENATAAN ULANG RENCANA PERUNTUKAN TANAH DI SEPANJANG JALUR TEGANGAN TINGGI DI JAKARTA

Isworo Pujotomo

PERLENGKAPAN HUBUNG BAGI DIGITAL SEBAGAI PEMBATA DAYA PADA TEGANGAN 220 V BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 8

Syarif Hidayat; Wahyu Fauzi

PENGEMBANGAN SISTEM ALARM MOBIL BERBASIS SMS

Erlina; Bambang Tri Atmojo

PENGURANGAN KEGAGALAN REMOTE CONTROL (RC) AKIBAT OOS DALAM UPAYA PENINGKATAN MUTU KEANDALAN SCADA

Nurmiati Pasra

ISSN 1979-0783



9 771979 078352

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

ENERGI & KELISTRIKAN

VOL. 6

NO. 2

HAL. 77 - 158

JUNI - DESEMBER 2014

ISSN 1979-0783

Jurnal Ilmiah
ENERGI & KELISTRIKAN

VOLUME 6 - NOMOR 2 JUNI - DESEMBER 2014 - ISSN : 1979-0783

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN) - JAKARTA

PENGARAH

Prof. Ir. Abdul Kadir
Ir. Djiteng Marsudi

PENASEHAT

Dr.Ir. Supriadi Legino, MM, MBA.

PENANGGUNG JAWAB

Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo

PIMPINAN REDAKSI

Dr. Ir. Mohammad Hafidz , M.Eng.Sc.

DEWAN REDAKSI

Ir. Sampurno SP, MT.
Erlina, ST, MT
Ir. Sajiharjo, M.Sc.
Ir. Harianto
Ir. Jasmid Edy, MT
Ir. Kusmiati S. Adibroto
Ir. J.B. Rumahlewang , MMSI

REDAKSI TAMU

DR. Ir. Hardiv Haris Situmeang , M.Sc.
Prof. DR. Ir. Bambang Suryawan, MT.

SIRKULASI DAN PERCETAKAN

Yudha Formanto , SIP

ALAMAT REDAKSI :

PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT STT-PLN
Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat 11750

Telp. 021-5440342, 5440344 Ext. 1409, Fax. 021-5440343

Website : www.sttpln.ac.id

E-Mail Address : rektorat@sttpln.com

CARA BERLANGGANAN :

Permintaan berlangganan dapat dikirimkan ke alamat redaksi

DITERBITKAN OLEH :

PERPUSTAKAAN, PENERBITAN DAN PERCETAKAN STT-PLN

Frekuensi Terbit : 2 kali dalam 1 tahun (Januari, Juni)

Jurnal Ilmiah
ENERGI & KELISTRIKAN
SEKOLAH TINGGI TEKNIK – PLN (STT-PLN) - JAKARTA

VOL. 6 NO. 2 JUNI - DESEMBER 2014, HAL. 77 - 158

ISSN 1979-0783

DAFTAR ISI

WIRELESS REMOTE CONTROL HOSPITAL BED <i>Reine Estrada; Budi Harsono</i>	77 – 84
RENCANA BANGUN PROTOTIPE TURBIN ANGIN TIPE SAVONIOUS <i>Adhianto; Mohammad Hafidz</i>	85 – 93
ANALISA KINERJA RELAY JARAK PADA SALURAN TRANSMISI GANDA 150 KV ANTARA GI CIKUPA DAN GI BALARAJA TERHADAP GANGGUAN ARUS HUBUNG SINGKAT <i>Kevin Gusti Pahiyanti; Christine Widiastuti</i>	94 – 107
PENGUNAAN PID CONTROLLER PADA MINI ELEVATOR DENGAN MIKRO-CONTROLLER ATMEGA 16 <i>Yusuf Darmana</i>	108 – 116
TINJAUAN TEKNIS KELISTRIKAN TERHADAP PENATAAN ULANG RENCANA PERUNTUKAN TANAH DI SEPANJANG JALUR TEGANGAN TINGGI DI JAKARTA <i>Iskandar Pujotomo</i>	117 – 122
PERLENGKAPAN HUBUNG BAGI DIGITAL SEBAGAI PEMBILAS DAYA PADA TEGANGAN 220V BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 8 <i>Syamsi Hidayat; Wahyu Fauzi</i>	123 – 138
PENGEMBANGAN SISTEM ALARM MOBIL BERBASIS SMS <i>Salim; Bambang Tri Atmojo</i>	139 – 145
PENGURANGAN KEGAGALAN REMOTE CONTROL (RC) AKIBAT OOS DALAM UPAYA PENINGKATAN MUTU KEANDALAN SCADA <i>Murnati Pasra</i>	146 – 158

WIRELESS REMOTE CONTROL HOSPITAL BED

Richie Estrada¹, Budi Harsono²

Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Kristen Krida Wacana – Jakarta
e-mail: ¹richie.estrada@ukrida.ac.id, ²budi.harsono@ukrida.ac.id

Abstract

Hospital bed is specialty bed designed to support patients during their time in care. In general, medical staff/paramedics must often use personal protective equipment and performed personal hygiene procedures when entering and also out from the isolation room or radiology room. Potential medical staff/paramedics of any diseases transmission through the air in the isolation room or radiation exposure in the radiology room could be happened. This study aims to introduce the project of hospital bed involving digital signal method by using radio frequency (wireless) to control the slope angles on the back and legs. Design of this hospital bed is one of the medical equipments which are created to protect and minimization medical staff/paramedics from the risk of diseases transmission in the isolation room or radiation exposure in the radiology room. The study shows that the control system using radio frequency (wireless) signals can be transmit well in range of 25 meters (without or with obstacles) to 30 meters (no obstacles).

Keywords: hospital bed, digital signal, radio frequency, wireless.

Abstrak

Ranjang rumah sakit merupakan ranjang yang dirancang khusus agar pasien merasa nyaman untuk beristirahat dalam masa perawatan di rumah sakit. Pada umumnya, staf medis/paramedic harus sering menggunakan alat pelindung diri dan melakukan prosedur kebersihan pribadi ketika memasuki dan juga keluar dari ruang isolasi atau ruang radiologi. Staf medis/paramedis dapat berpotensi tertular penyakit melalui udara di ruang isolasi atau terpapar radiasi di ruang radiologi. Dalam studi ini, rancangan ranjang rumah sakit melibatkan metode transmisi sinyal digital dengan memanfaatkan frekuensi radio (wireless) untuk mengendalikan sudut kemiringan di bagian punggung dan kaki. Desain ranjang rumah sakit ini merupakan salah satu peralatan medis yang diciptakan untuk melindungi dan meminimalisasi staf medis/paramedic dari resiko tertular penyakit di ruang isolasi atau terpapar radiasi di ruang radiologi. Hasil studi menunjukkan bahwa sistem pengendalian menggunakan frekuensi radio (wireless) dapat mentransmisikan sinyal dengan baik pada jarak jangkauan 25 meter (tanpa maupun dengan hambatan) hingga 30 meter (tanpa hambatan).

Kata kunci: ranjang rumah sakit, sinyal digital, frekuensi radio, wireless.

1. Pendahuluan

Infeksi merupakan invasi tubuh oleh patogen atau mikroorganisme yang mampu menyebabkan sakit. Rumah sakit sebagai tempat pelayanan kesehatan bagi pasien yang menderita berbagai jenis penyakit merupakan sarana yang berpotensi untuk penyebaran

infeksi baik dari sesama pasien hingga dari pasien ke staf medis/paramedis maupun sebaliknya. Udara merupakan salah satu jalur penularan penyakit yang dapat terjadi di rumah sakit. Selain bahaya penularan penyakit melalui udara, penggunaan radiasi pengion yang terdapat pada ruang radiologi rumah

sakit juga memiliki potensi bahaya yang besar bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan aspek keselamatan radiasi ini harus selalu diperhatikan dan diusahakan.

Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) untuk staf medis/paramedis di rumah sakit merupakan upaya pencegahan dari segala bentuk penularan penyakit maupun resiko terpaparnya radiasi dari penggunaan radiasi pengion. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk tindakan pencegahan dan pengendalian terhadap potensi bahaya yang timbul dalam rumah sakit, yaitu dengan menggunakan "safety devices". Dengan demikian, aspek kesehatan dan keselamatan kerja (K3) tentunya berkaitan erat dengan sarana, prasarana dan peralatan kerja yang harus dimiliki oleh rumah sakit.

Sistem komunikasi radio merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mentransmisikan informasi dari satu titik ke titik yang lainnya tanpa menggunakan kabel (*wireless*). Informasi yang ditransmisikan dapat berupa sinyal *analog* atau *digital*. Dalam aplikasinya, perangkat elektronika/peralatan yang dapat dioperasikan secara otomatis dari jarak jauh tanpa menggunakan kabel dinamakan sistem kendali jarak jauh (*remote control*). Pada sistem komunikasi radio, informasi dikirim dengan menggunakan udara sebagai medium transmisinya dan gelombang radio (elektro-magnetik) sebagai pembawa informasinya.

Seiring dengan bertumbuhnya kesadaran untuk meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja (K3), produk peralatan di bidang kedokteran/kesehatan turut mengalami perkembangan. Dalam studi ini, sistem pengendalian ranjang rumah sakit dirancang dengan metode transmisi sinyal *digital* yang memanfaatkan frekuensi radio (*wireless*) untuk mengendalikan sudut kemiringan di bagian punggung dan kaki menggunakan *remote control*. Hasil rancangan sistem ini merupakan salah satu upaya dari kesehatan dan keselamatan kerja (K3), yaitu mengurangi kontak antara staf medis/paramedis dengan pasien selama masa perawatan di ruang isolasi maupun selama pemeriksaan di ruang radiologi.

2. Teori Dasar

2.1 Modulasi Digital

Modulasi *digital* merupakan proses penumpangan sinyal *digital* (*bit stream*) ke dalam sinyal *carrier*. Modulasi *digital* adalah proses mengubah-ubah karakteristik dari sifat gelombang pembawa (*carrier*) sedemikian rupa, sehingga bentuk hasilnya (*modulated carrier*) memiliki ciri-ciri dari *bit-bit* (0 atau 1) yang dikandungnya. Melalui proses modulasi *digital*, sinyal-sinyal *digital* setiap tingkatan dapat dikirim ke penerima dengan baik. Untuk pengiriman ini dapat digunakan media transmisi fisik (logam atau optik) atau non fisik (gelombang-gelombang radio). Pada dasarnya terdapat 3 prinsip atau sistem modulasi *digital* yaitu: ASK, FSK dan PSK.

Amplitude Shift Keying (ASK) atau pengiriman sinyal berdasarkan pergeseran *amplitude* merupakan suatu metode modulasi dengan mengubah-ubah *amplitude*. Dalam proses modulasi ini, kemunculan frekuensi gelombang pembawa tergantung pada keberadaan dari sinyal informasi *digital*. Keuntungan yang diperoleh dari metode ini adalah *bit per baud* (kecepatan *digital*) lebih besar.

Frequency Shift Keying (FSK) atau pengiriman sinyal melalui penggeseran frekuensi. Metode ini merupakan suatu bentuk modulasi yang memungkinkan gelombang modulasi menggeser frekuensi *output* gelombang pembawa. Pergeseran ini terjadi antara harga-harga yang telah ditentukan semula dengan gelombang *output* yang tidak mempunyai *fase* terputus-putus. Dalam proses modulasi ini, besarnya frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan dari keberadaan sinyal informasi *digital*.

Phase Shift Keying (PSK) atau pengiriman sinyal melalui pergeseran *fase*. Metode ini merupakan suatu bentuk modulasi *fase* yang memungkinkan fungsi pemodulasi *fase* gelombang termodulasi di antara nilai-nilai diskrit yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam proses modulasi ini, *fase* dari frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan status sinyal informasi *digital*.

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah *chip*. Sebuah mikrokontroler dilengkapi dengan mikroprosesor, I/O, memori dan fasilitas-fasilitas penunjang lain didalamnya (tergantung dari jenis mikrokontroler). Mikrokontroler AVR (*Atmel and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit yang keseluruhan instruksinya dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* atau dikenal dengan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*).

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu keluarga AT90Sxx, keluarga ATTiny, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya, yang membedakan dari masing-masing jenis mikrokontroler adalah kapasitas memori, *peripheral* dan fungsinya.

Kapabilitas detail dari mikrokontroler ATmega8535, yaitu:

- Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
- Kapabilitas memori *flash* sebesar 8 KB, SRAM sebesar 512 byte dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 byte.
- ADC *internal* dengan fidelitas 10 bit sebanyak 8 *channel*.
- Portal komunikasi serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
- Enam pilihan *modessleep* untuk menghemat penggunaan daya listrik.

Bagian-bagian fungsional yang terdapat dalam mikrokontroler ATmega8535, yaitu:

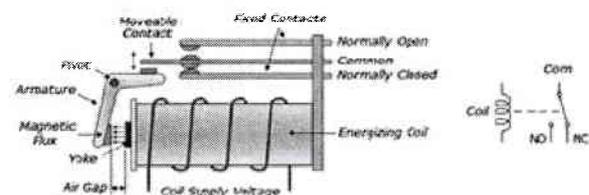
- Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C dan port D.
- ADC 8 *channel* 10 bit.
- Tiga buah *timer/counter* dengan kemampuan pembandingan.
- CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
- Watchdogtimer* dengan osilator *internal*.
- SRAM sebesar 512 byte.
- Memori *flash* sebesar 8 KB dengan kemampuan *Read While Write*.
- Interruptinternal* dan *eksternal*.
- Port antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*).

- EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- Antarmuka komparator *analog*.
- Port USART untuk komunikasi serial.

2.3 Relay

Relay merupakan suatu saklar otomatis yang prinsip kerjanya diatur oleh gaya magnet dari kumparan (*coil*) yang dialiri arus listrik. Bagian utama *relay* terdiri dari kawat penghantar yang dililit pada inti besi, terminal *common*, terminal NC (*Normally Closed*) dan terminal NO (*Normally Open*). Pada keadaan normal (Gambar 1) ataupun saat *relay* tidak mendapatkan sumber tegangan, terminal *common* selalu terhubung dengan terminal NC (*Normally Closed*). Hal ini disebabkan karena tidak terbentuknya medan magnet pada kumparan (*coil*).

Medan magnet pada kumparan (*coil*) dapat terbentuk apabila kawat penghantar yang dililit pada inti besi mendapatkan sumber tegangan. Terbentuknya medan magnet pada kumparan (*coil*) mengakibatkan terminal *common* akan terhubung dengan terminal NO (*Normally Open*). Konektivitas antara terminal *common* dengan terminal NC (*Normally Closed*) dan NO (*Normally Open*) melalui pengaturan sumber tegangan pada kumparan (*coil*) diperlihatkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Konstruksi dan simbol relay

Tabel 1: Konektivitas terminal relay

Sumber Tegangan pada Kumparan (Coil)	Posisi Saklar
tidak aktif	terbuka (NC)
aktif	tertutup (NO)

2.4 Motor DC

Motor DC merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Polaritas

dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor, sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Motor DC memiliki 2 bagian dasar, yaitu:

- Bagian yang tetap/stasioner yang disebut stator. Stator berfungsi menghasilkan medan magnetik, baik yang dibangkitkan dari sebuah *coil* (elektromagnetik) ataupun magnet permanen.
- Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor merupakan sebuah *coil*, tempat arus listrik mengalir.

Medan elektromagnetik adalah prinsip pembangkitan medan magnetik dengan menggunakan arus listrik yang dialirkan melalui penghantar. Garis-garis medan magnetiknya bergantung pada arah arus listrik yang mengalir pada penghantar. Menurut hukum gaya Lorentz, mengalirnya arus listrik pada penghantar yang berada dalam daerah medan magnetik, maka penghantar tersebut akan mengalami gaya magnetik. Besarnya gaya magnetiknya (F) tergantung pada arah arus dan arah medan magnet B .

3. Perancangan Sistem

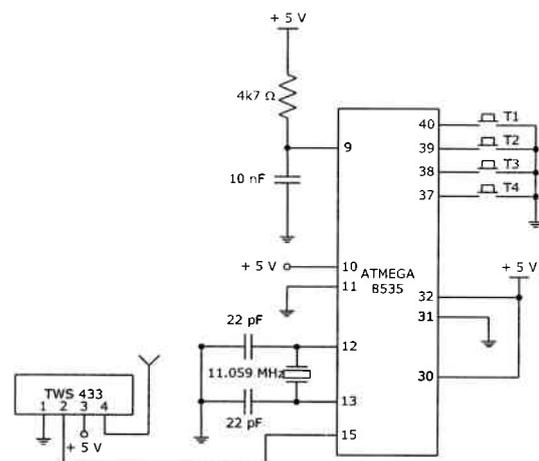
3.1 Rangkaian Transmitter

Rangkaian *transmitter* (Gambar 2 dan 6) berfungsi untuk mentransmisikan sinyal *digital* secara *wireless* dalam mengendalikan gerak motor DC pada rangkaian *receiver*. Rangkaian *transmitter* pada *wireless remote control hospital bed*, terdiri dari:

- Empat tombol tekan (T1, T2, T3 dan T4) berfungsi untuk memilih pergerakan (naik atau turun) dari sudut kemiringan pada ranjang rumah sakit melalui arah putaran motor DC.
- Modul *transmitter* TWS 433 untuk mengirimkan kode perintah secara *wireless* dengan sistem modulasi *Amplitude Shift Keying* (ASK) berfrekuensi 433 MHz.
- Mikrokontroler ATmega8535 yang telah diprogram (Gambar 4) berfungsi untuk dapat melakukan pendeteksian keempat tombol tekan (T1, T2, T3 dan T4) dan pengiriman kode perintah melalui modul *transmitter* TWS 433.

Dalam pengaplikasian *wireless remote control hospital bed*, tombol T1 dan T2

digunakan untuk mengatur putaran naik dan turun pada motor M1, sedangkan tombol T3 dan T4 digunakan untuk mengatur putaran naik dan turun pada motor M2. Secara sederhana, aktivasi pengiriman kode perintah melalui modul *transmitter* TWS 433 pada rangkaian *transmitter* dapat terjadi bila penekanan dari salah satu tombol yang tersedia terdeteksi oleh mikrokontroler ATmega8535. Proses aktivasi pada rangkaian *transmitter* akan berakhir bila penekanan dari salah satu tombol yang tersedia tersebut dihentikan (dilepas).

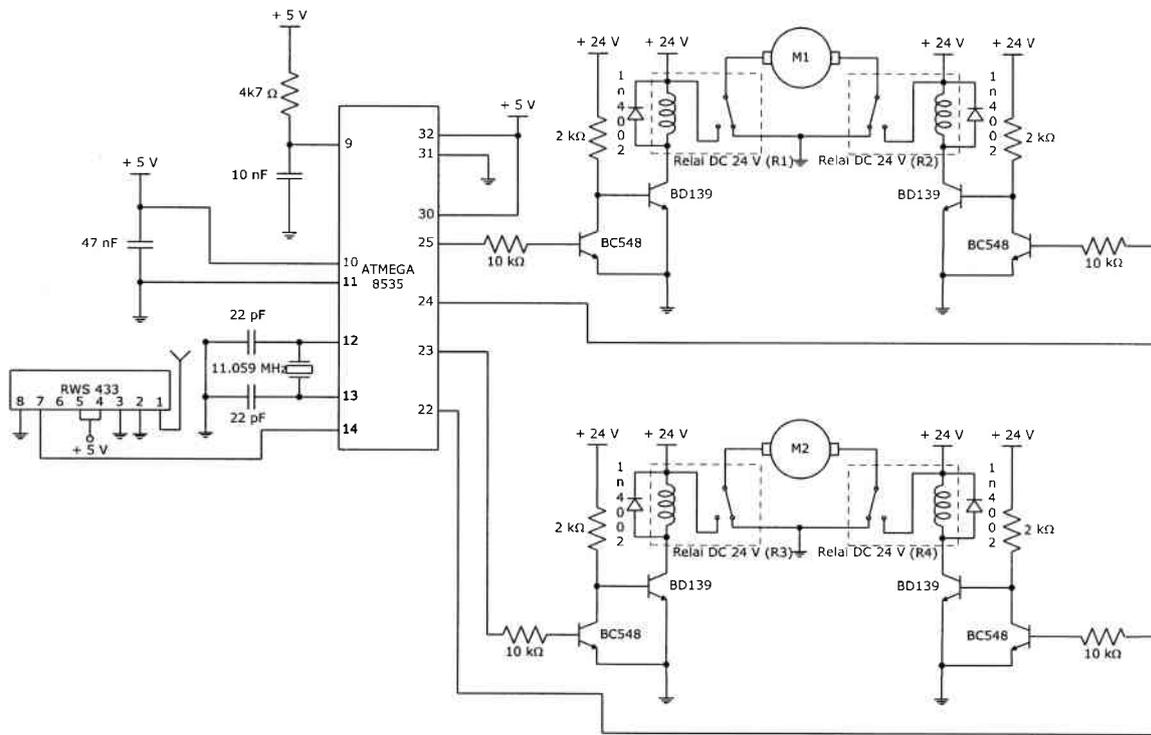


Gambar 2. Skema rangkaian transmitter

3.2 Rangkaian Receiver

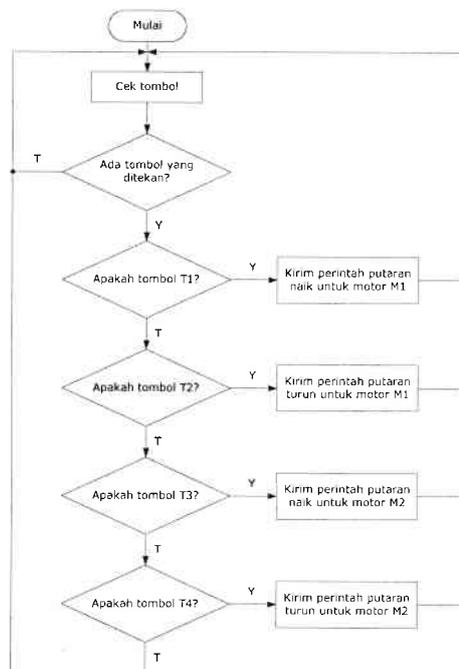
Rangkaian *receiver* (Gambar 3 dan 6) berfungsi untuk menerima kode perintah dan menerjemahkannya menjadi sinyal untuk mengendalikan gerak motor DC. Rangkaian *receiver* pada *wireless remote control hospital bed*, terdiri dari:

- Modul *receiver* RWS 433 untuk menerima kode perintah secara *wireless* dengan sistem modulasi *Amplitude Shift Keying* (ASK) berfrekuensi 433 MHz.
- Mikrokontroler ATmega8535 yang telah diprogram (Gambar 5) berfungsi untuk mengkonversikan kode perintah dari modul *receiver* RWS 433 menjadi sinyal untuk aktivasi *relay*.
- Relay* untuk mengatur mekanisme perputaran motor DC.
- Motor DC sebagai perangkat untuk menggerakkan sudut kemiringan dari bagian punggung dan kaki pada ranjang rumah sakit (lihat Gambar 6).

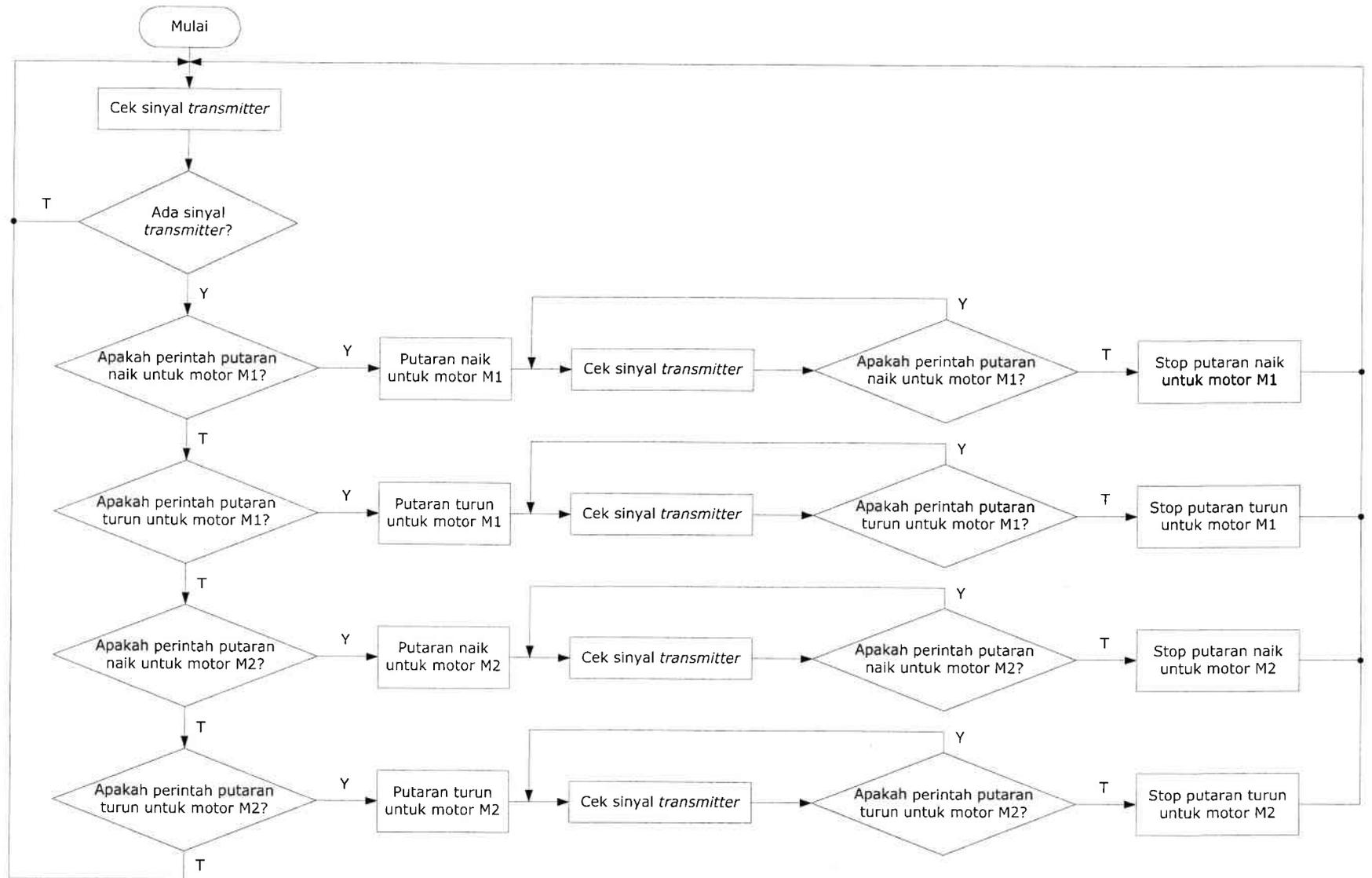


Gambar 3. Skema rangkaian receiver

Dalam pengaplikasian *wireless remote control hospital bed*, sistem pengendalian arah putaran kedua motor DC (M1 dan M2) pada rangkaian receiver diatur oleh keempat tombol tekan pada rangkaian transmitter. Kode perintah dari rangkaian transmitter yang diterima oleh modul receiver RWS 433, diterjemahkan oleh mikrokontroler ATMEGA8535 pada rangkaian receiver menjadi sinyal untuk aktivasi relay. Mekanisme perputaran motor DC diatur melalui pengaktifan salah satu dari dua buah relay yang terhubung pada masing-masing motor DC.

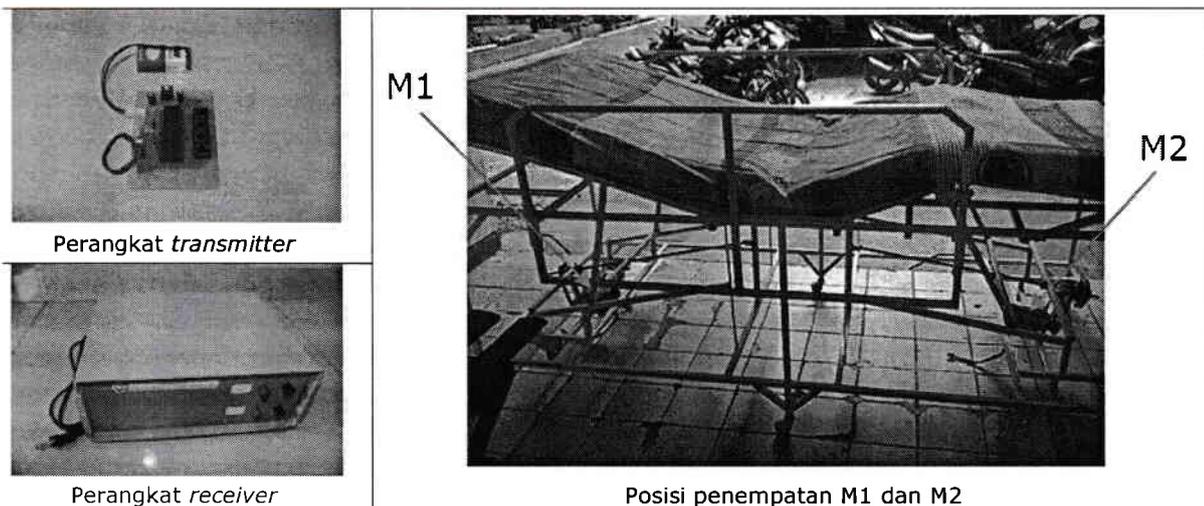


Gambar 4. Diagram alir rangkaian transmitter



Gambar 6. Wireless remote control hospital bed

Gambar 5. Diagram alir rangkaian receiver



4. Pengujian Sistem

Tabel 2 merupakan hasil pengujian keseluruhan *wireless remote control hospital bed* yang melibatkan rangkaian *transmitter* dan rangkaian *receiver*. Parameter-parameter yang diujikan meliputi aktivasi pengiriman data melalui penekanan keempat tombol, mengamati konektivitas *relay* melalui perputaran kedua motor (M1 dan M2), jarak jangkauan dari transmisi sinyal dan sudut bias pengendalian.

5. Simpulan Dan Saran

Berdasarkan perancangan sistem hingga hasil pengujian rangkaian keseluruhan, maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

- Motor DC dapat berputar sesuai dengan penekanan dari salah satu tombol yang tersedia.
- Sistem pengendalian secara *wireless* yang memanfaatkan frekuensi radio sebesar 433 MHz (modul TWS 433 dan RWS 433), dapat mentransmisikan sinyal dengan baik pada jarak jangkauan 25 m (dengan/tanpa halangan) hingga mencapai 30 m (tanpa halangan).
- Sudut bias pengendalian dapat bekerja dengan baik dari segala arah.

Saran-saran untuk pemanfaatan, penyempurnaan maupun pengembangan lebih lanjut mengenai *wireless remote control hospital bed*, antara lain:

- Desain/rancangan *wireless remote control hospital bed* diharapkan dapat diuji cobakan di ruang isolasi maupun radiologi

rumah sakit, sehingga kebutuhan dan kekurangan sistem dapat dilengkapi.

- Desain/rancangan lainnya diharapkan dapat memanfaatkan *aktuator* (sistem penggerak) yang berbeda, sehingga kinerja sistem dapat lebih ditingkatkan.
- Desain/rancangan berikutnya diharapkan dapat memanfaatkan frekuensi radio (*transmitter* dan *receiver*) jenis lain sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan (dengan memperhatikan jarak jangkauan dari transmisi sinyal dan sudut bias).

Tabel 2: Hasil pengujian *wireless remote control hospital bed*

Rangkaian Transmitter	Rangkaian Receiver					
	Kondisi Relay				Kondisi Motor DC	
	R1	R2	R3	R4	M1	M2
Tombol yang ditekan						
tidak ada yang ditekan	off	off	off	off	tidak aktif	tidak aktif
T1	on	off	off	off	aktif (naik)	tidak aktif
T2	off	on	off	off	aktif (turun)	tidak aktif
T3	off	off	on	off	tidak aktif	aktif (naik)
T4	off	off	off	on	tidak aktif	aktif (turun)

Jarak Jangkauan Transmisi Sinyal : 25 m - 30 m
Sudut Bias : segala arah

Daftar Pustaka

- Electronics Tutorials, *Electrical Relay* (http://www.electronicstutorials.ws/io/io_5.html), diakses Agustus 2012.
- Grob, Bernard, *Grob Basic Electronics, Seventh Edition*, Singapore: Macmillan/McGraw-Hill, 1992.
- Iswanto, Joni, *Manajemen K3: Faktor Biologis Rumah Sakit* (<http://pt.slide>

share.net/alunand350/k3-biologis-rs),

diakses April 2012.

4. Khoiri, Muhammad, *Upaya Peningkatan Budaya Keselamatan Pekerja Radiasi Rumah Sakit di Indonesia*, Prosiding Seminar SDM VI Teknologi Nuklir 2010, Hal: 571-576, 2010.
5. Potter dan Perry, *Buku Ajar Fundamental Keperawatan: Konsep, Proses, dan Praktik*, Jakarta: EGC, 2005.
6. Saparno, Agus dan Gatot Santoso, *Pengendalian Jarak Jauh Perangkat Elektronik Dengan Gelombang Radio*, Jurnal Teknologi, Vol. 1 No. 1, Hal: 35-43, 2008.
7. Wardana, Meri, *Prinsip Kerja Motor Arus Searah (DC)* (<http://meriwardana.blogspot.com/2011/11/prinsip-kerja-motor-arus-searah-dc.html>), diakses April 2012.
8. Wardhana, Lingga, *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 – Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2006.
9. Wikipedia, *Modulasi* (<http://id.wikipedia.org/wiki/Modulasi>), diakses Agustus 2012.