

APLIKASI TELEPON SELULER SEBAGAI SISTEM KENDALI JARAK JAUH UNTUK MENYALAKAN DAN MEMATIKAN MESIN SEPEDA MOTOR

Jaenal Arifin, Arief Hendra Saptadi, Adrianus Silalahi
Progam Studi DIII Teknik Telekomunikasi, STT Telematika Telkom
Jl. DI Panjaitan No.128 Purwokerto, 53147
email: Jaetoga@st3telkom.ac.id, ariefhs@sttelematikatelkom.ac.id

Abstrak

Telepon seluler merupakan alat komunikasi. Selain sebagai alat komunikasi telepon seluler dapat juga digunakan sebagai sistem pengendali jarak jauh, dalam hal ini dapat menyalakan dan mematikan mesin sepeda motor. Salah satu manfaatnya adalah untuk memanaskan mesin sepeda motor yang ditinggalkan di garasi saat tidak ada orang di rumah. Aplikasi pada sistem ini menggunakan handphone, mikropengendali ATmega 16, IC DTMF MT8870 dan relai. Ketika mesin dinyalakan, parameter yang diamati adalah keberhasilan kinerja IC DTMF. Sedangkan kondisi mematikan mesin sepeda motor parameter yang diamati adalah keberhasilan alat mengirimkan sinyal berupa *speed dial* yang digunakan sebagai laporan. Untuk mengaktifkan kontak dan menyalakan *starter* pada sepeda motor digunakan tombol 1 dan tombol 2 pada *keypad* telepon seluler. Ketika dilakukan penekanan tombol, IC DTMF MT8870 akan menerjemahkan sinyal DTMF yang dikirim dari telepon seluler pengendali. Sinyal yang dihasilkan kemudian akan diproses oleh ATmega 16 mikropengendali. Mesin akan mati secara otomatis selama 120 detik setelah waktu yang ditentukan telah terlewati atau dengan melakukan penekanan tombol selain tombol 2. *Report* yang dihasilkan setelah mesin panas berupa panggilan dari telepon seluler yang terpasang pada alat dengan memanfaatkan fungsi *speed dial* pada *handphone*.

Kata Kunci : Telepon Seluler, Mikropengendali ATmega16, IC DTMF MT8870, *Timer*, *Speed Dial*.

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan di bidang telekomunikasi, saat ini sangat memberikan manfaat yang sangat besar dalam kehidupan sehari-hari. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya peralatan yang modern, yang dapat membantu manusia dalam bekerja maupun berkomunikasi. Pada saat kita bepergian dalam kurun waktu yang relative lama, sering kali kita mempunyai kendala dengan kondisi peralatan yang ada dirumah, seperti lampu, sepeda motor atau barang elektronik lainnya. Apakah kita akan menghidupkan atau mematikan peralatan tersebut selama kita berada diluar rumah. Dalam kondisi seperti ini solusi yang paling memungkinkan adalah dengan melakukan pengendalian jarak jauh. Pengendalian ini bisa menghidup dan mematikan alat/peralatan elektronik secara jarak jauh. Pengendalian ini bisa dilakukan menggunakan telephone seluler dengan memanfaatkan aplikasi GPRS, wifi, bluetooth atau media lainnya.

Handphone merupakan salah satu alat komunikasi yang berkembang saat ini, karena *handphone* dapat digunakan untuk berkomunikasi tanpa adanya batasan jarak dan mudah dibawa kemana saja. Dalam kehidupan sehari-hari, *handphone* hanya dianggap sebagai alat komunikasi. Salah satu aplikasi *handphone* selain sebagai alat komunikasi, yang dapat digunakan adalah sebagai sistem pengendali jarak jauh. Dalam hal ini menyalakan dan mematikan mesin sepeda motor. Berbagai penelitian yang bersifat ilmiah dengan topik system kendali telah banyak dikembangkan [1] [2].

Sepeda motor merupakan alat transportasi yang praktis dan lincah, ditinjau dari segi efisiensi waktu dan biaya. Namun sepeda motor juga membutuhkan perawatan terutama pada mesin [3]. Perawatan mesin sepeda motor tidak hanya dengan membawa sepeda motor ke bengkel untuk diperbaiki, tetapi dapat juga dilakukan dengan memanaskan mesin sepeda motor sebelum pemakaian ataupun jika tidak digunakan. Namun jika sepeda motor ditinggalkan di rumah dengan kondisi tanpa penghuni dalam jangka waktu tertentu, maka proses pemanasan mesin sepeda motor tidak dapat dilakukan. Oleh sebab itu penulis mencoba merancang sebuah alat yang dapat mempermudah proses pemanasan mesin sepeda motor. Sehingga perawatan motor dapat terus dilakukan dengan melakukan pengendalian jarak jauh ini.

Sistem komunikasi seluler merupakan sebuah sistem komunikasi yang digunakan untuk memberikan layanan jasa telekomunikasi bagi pelanggan bergerak (*mobile*). Karakteristik yang paling utama dari sistem komunikasi seluler ini adalah pelanggan dapat bergerak secara bebas dalam area layanan dan dapat berkomunikasi tanpa adanya batasan jarak tanpa adanya pemutusan hubungan [4].

Global System for Mobile communication (GSM) adalah sebuah standar global untuk komunikasi bergerak (*mobile communication*) digital. GSM adalah nama dari sebuah *group* standarisasi yang dibentuk di Eropa pada tahun 1982 untuk menciptakan sebuah standar bersama telekomunikasi bergerak seluler di Eropa yang beroperasi pada daerah frekuensi 900 MHz [5].

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya *versus* kecepatan proses [6].



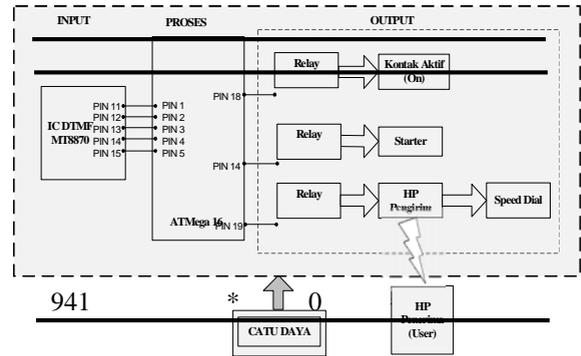
Gambar 2.1 Bentuk fisik IC ATmega 16 [6]

Dual Tone Multi Frequency (DTMF) adalah teknik mengirimkan angka-angka pembentuk nomor telepon/ponsel dikodekan dengan dua buah nada, dipilih dari tujuh buah frekuensi yang sudah ditentukan [7]. Prinsip kerja dari DTMF adalah apabila tombol *push button* atau *keypad* ditekan maka pesawat telepon tersebut membangkitkan sepasang nada (frekuensi) yang mewakili koordinat dari tombol tertentu. Adapun frekuensi tersebut terbagi dua kelompok yaitu kelompok frekuensi tinggi antara lain 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz, dan kelompok frekuensi rendah antara lain 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz. Sebagai contoh jika tombol 4 ditekan maka yang akan dibangkitkan adalah pasangan nada 770 Hz dan 1209 Hz.

TUNJAUAN PUSTAKA

Tabel 2.1 Daftar frekuensi DTMF

Created with



Gambar 3.1 Blok diagram perancangan alat.

Berdasarkan blok diagram pada di atas, sistem kontrol alat kendali jarak jauh menggunakan *handphone* untuk menyalakan mesin sepeda motor berbasis mikrokontroler ATMega 16 dengan memanfaatkan IC DTMF, terdiri dari rangkaian *input* sistem, proses dan *output* sistem.

Rangkaian *input* sistem pada blok diagram diatas, berupa masukan yang berasal dari *handphone* penerima dan rangkaian dekoder DTMF. *Handphone* Penerima berfungsi sebagai pengendali dan penerima *report*. Masukan berasal dari panggilan oleh *handphone* penerima yang kemudian berfungsi mengirimkan sinyal DTMF. Rangkaian dekoder DTMF ini direalisasikan dengan sebuah IC MT 8870, yang berfungsi untuk menerjemahkan sinyal DTMF yang dikirim oleh *handphone* penerima sehingga menjadi data digital yang dapat dipahami oleh dekoder. IC MT 8870 akan mengkodekan sinyal DTMF yang masuk dan menghasilkan pulsa-pulsa keluaran melalui pin 11, 12, 13, 14 dan 15 akan berlogika 1 setiap ada sinyal DTMF (bila *keypad* ditekan), namun akan kembali berlogika 0 bila *keypad* tidak ditekan.

Rangkaian *input* sistem, akan diproses oleh mikrokontroler ATMega 16. Mikrokontroler akan mendeteksi sinyal yang telah diterjemahkan oleh IC MT8870, yang kemudian akan meng-aktifkan rangkaian *output* sistem. Jika data tersebut sesuai dengan yang diinginkan mikrokontroler, maka data tersebut akan diproses.

Rangkaian *output* sistem terdiri dari *relay* dan *handphone* yang dipasang pada alat. Terdapat tiga buah *relay* yang digunakan pada perangkat. Masing-masing *relay* memiliki fungsi yang sama, namun digunakan untuk meng-aktifkan beberapa rangkaian yang berbeda, antara lain yaitu *relay* untuk meng-aktifkan kontak, *relay* untuk meng-aktifkan *starter*, dan *relay* untuk meng-aktifkan *speed dial*. *Handphone* pada alat (pengirim), berfungsi untuk memberikan informasi (*report*) berupa panggilan yang ditujukan ke *handphone* penerima, dengan memanfaatkan fitur *speed dial*.

Rangkaian catu daya berfungsi sebagai sumber energi untuk mencatu seluruh sistem, agar dapat bekerja. Rangkaian catu daya menggunakan aki sepeda motor sebagai sumber energi dengan besar

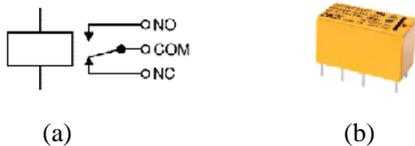
Created with

IC MT8870 akan mengkodekan sinyal DTMF yang masuk dan menghasilkan pulsa-pulsa keluaran melalui pin 11, 12, 13, 14 dan 15 akan berlogika 1 setiap ada sinyal DTMF (bila *keypad* ditekan), namun akan kembali berlogika 0 bila *keypad* tidak ditekan. Sebaliknya bila output dari pin 11, 12, 13 dan 14 (Q1, Q2, Q3 dan Q4) akan terkunci pada masukan sinyal DTMF terakhir (pada penekanan *keypad* terakhir, walaupun tombol *keypad* akan dilepas). Selanjutnya pulsa keluaran pin 10, 11, 12 dan 13.



Gambar 2.2 Bentuk fisik IC DTMF [8]

Relay adalah suatu rangkaian *switching* magnetik yang bekerja bila mendapat catu dari rangkaian *trigger*. *Relay* memiliki tegangan dan arus nominal yang harus dipenuhi *output* rangkaian *driver*. Konstruksi dalam suatu *relay* terdiri dari lilitan kawat (*coil*) yang dililitkan pada inti besi lunak. Jika lilitan kawat mendapatkan arus, inti besi lunak menghasilkan medan magnet dan menarik *switch* kontak. *Switch* kontak mengalami gaya tarik magnet sehingga berpindah posisi ke kutub lain atau terlepas dari kutub asalnya. Keadaan ini akan bertahan selama arus mengalir pada kumparan *relay*, dan *relay* akan kembali ke posisi semula yaitu *normally-off*, bila tidak ada lagi arus yang mengalir padanya. Posisi normal *relay* tergantung pada jenis *relay* yang digunakan.



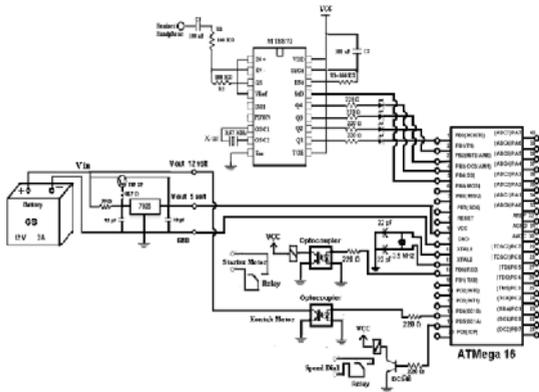
Gambar 2.3 (a). symbol relai (b). symbol fisik [9]

METODOLOGI PENELITIAN

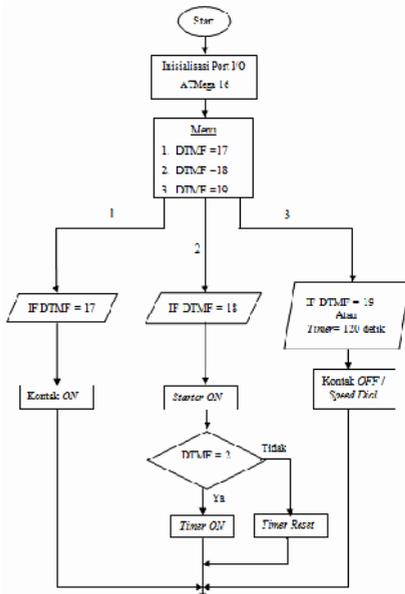
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.1

tegangan 12 volt dan arus sebesar 3 ampere, yang kemudian diatur menggunakan regulator LM7805, agar mendapatkan tegangan sebesar 5 volt yang digunakan sebagai pen-catu mikrokontroler, sesuai dengan tegangan kerja pada *data sheet* mikrokontroler ATmega 16. Sedangkan catu daya untuk rangkaian kontak, menggunakan tegangan sebesar 12 volt.

Cara kerja dari sistem kendali jarak jauh untuk menyalakan mesin sepeda motor ini adalah Saat *handphone* penerima melakukan panggilan kepada *handphone* pengirim (yang dipasang pada alat), kemudian dilakukan penekanan tombol *keypad* yang berupa sinyal DTMF, IC MT 8870 akan mengkodekan sinyal DTMF yang masuk dan menghasilkan pulsa-pulsa keluaran berupa logika 1 setiap ada sinyal DTMF (bila *keypad* ditekan), namun akan kembali berlogika 0 bila *keypad* tidak ditekan. Tombol *keypad* yang digunakan adalah tombol 1, dan 2. Untuk rangkaian keseluruhan sistem, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Rangkaian keseluruhan alat.



t program

Gambar 3.3 Flow chat program

Berdasarkan *flowchart* program bahasa yang digunakan adalah bahasa C [10]. Pada *flowchart* program dapat dijelaskan bahwa ketika program dimulai, akan meng-inisialisasi *port input* dan *output*, kemudian memilih menu masukan DTMF. Masukan DTMF berasal dari penekanan tombol 1, 2, dan 3 pada *keypad*. Tombol 1 setara dengan DTMF 17, karena, nilai masukan dari IC MT8870 yaitu Q1 sampai Q4 dan Std aktif. Jadi ketika terjadi penekanan tombol 1, pin Q1 sampai Q4 akan dienable oleh TOE, ketika Q1 sampai Q4 aktif, kemudian St/Gt mendeteksi tegangan VST yang menyebabkan sinyal mendeteksi pasangan frekuensi masukan dan akan meng-*update* keluaran *latch (latch update)*. Nilai masukan akan berubah menjadi logika tinggi (*high*) dan berubah menjadi 17. Nilai tersebut diperoleh dari hasil penjumlahan angka tombol yang ditekan, dengan nilai *latch update* (2^4) dari Q1 sampai Q4. Dan akan kembali bernilai 1 ketika tegangan St/Gt jatuh. Untuk masukan DTMF tombol 2 dan tombol 3, sama seperti tombol 1.

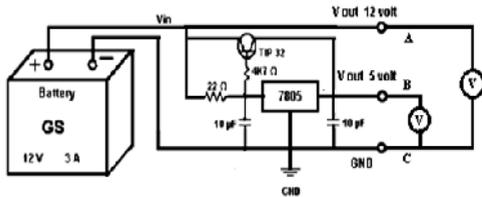
Ketika *input* DTMF bernilai 17, karena terjadi *latch update* seketika dari penekanan tombol 1, kemudian kontak aktif (kontak *On*). Ketika penekanan tombol 2 pada *keypad*, *input* DTMF bernilai 18, karena *latch update* seketika, dan starter menyala dan timer akan aktif selama 120 detik setelah *non-latch* atau tegangan St/Gt jatuh, karena nilai *input* DTMF kembali ke nilai awal yaitu 2. Jika nilai masukan DTMF setelah *non-latch* tidak bernilai 2, timer akan *reset*. Ketika masukan DTMF bernilai 19 (penekanan tombol 3), atau setelah timer 120 detik berakhir, maka kontak

akan off, kemudian mesin mati dan speed dial akan bekerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian catu daya.

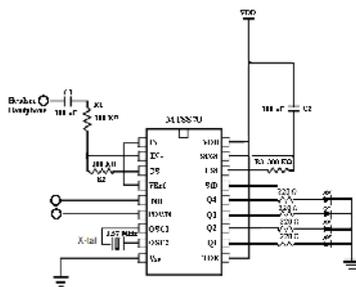
Pengujian rangkaian catu daya ini bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan DC yang digunakan, serta mengetahui tegangan keluaran yang dihasilkan oleh voltage regulator LM 7805. Tegangan yang digunakan sebagai masukan adalah 12 volt. Untuk tegangan 12 volt, keluaran dari rangkaian catu daya digunakan sebagai tegangan masukan rangkaian peng-aktif kontak. Sedangkan tegangan 5 volt diperoleh dari penggunaan regulator 7805. Tegangan ini digunakan untuk men-catu mikrokontroler ATmega 16 dan IC DTMF MT8870. Berikut ini gambar pengukuran catu daya pada sistem kendali jarak jauh untuk menyalakan mesin sepeda motor menggunakan handphone.



Gambar 4.1 Pengujian catu daya
 Tabel. 4.1 Hasil pengujian catu daya

4.2 Pengujian Rangkaian IC DTMF

Pengujian pada rangkaian ini bertujuan untuk mengetahui kerja IC MT8870 apakah dapat menerima pasangan nada atau kombinasi frekuensi Dual Tone Multi Frequency (DTMF) dari handphone dan mengirimkan sinyal DTMF tersebut yang telah diubah menjadi kode biner ke rangkaian mikrokontroler.



Gambar 4.2 Rangkaian pengujian IC DTMF

Tabel 4.1 Hasil pengujian IC DTMF

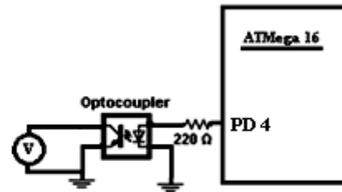
| Hasil Pengujian | | | | |
|-----------------|----|----|----|----|
| Keypad | Q4 | Q3 | Q2 | Q1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 |

- a. Hasil pengujian sudah sama dengan tabel kebenaran pada data sheet IC DTMF MT8870.
- b. Jika LED diberi logika "1" maka lampu LED akan menyala, sedangkan jika LED diberi logika "0" maka lampu LED akan mati.

4.3 Pengujian rangkaian pengaktif kontak.

Pengujian rangkaian pengaktif kontak ini, bertujuan untuk mengetahui tegangan masukan dari aki sepeda motor agar dapat mengaktifkan kontak.



Gambar 4.3 Rangkaian pengaktif kontak.

Berdasarkan rangkaian peng-aktif kontak pada

| Parameter yang diamati | Hasil Perhitungan (a) | Hasil Pengukuran (b) | Kesalahan (Error) (a-b) |
|------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| V _{DC} | 12 Volt | 11,68 Volt | 0,32Volt |
| V _{LM 7805} | 5 Volt | 4,9 Volt | 0,1 Volt |

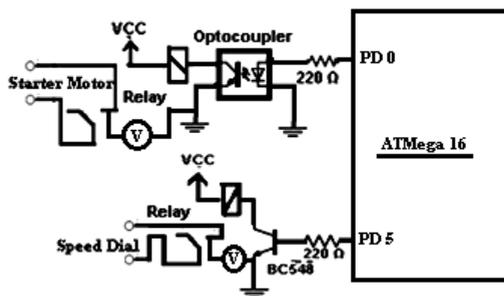
gambar 4.3 rangkaian pengaktif kontak hanya terdiri dari resistor dan optocoupler. Rangkaian ini, sebenarnya menggunakan relay yang dipasang pada socket kontak. Awalnya relay dipasang langsung pada Printed Circuit Board (PCB), namun ketika diterapkan, kontak tidak dapat aktif. Setelah dilakukan pengujian, ternyata ground pada kontak harus terpisah dari ground pada rangkaian, selain itu panjang kabel yang digunakan untuk menghubungkan socket kontak ke PCB mempengaruhi tegangan dan arus yang dibutuhkan oleh relay. Oleh karena itu, agar kontak dapat aktif, maka relay untuk kontak dipasang langsung pada socket kontak.

Tabel 4.2 Hasil pengujian tegangan masukan rangkaian pengaktif kontak.

| Parameter yang diamati | Hasil Perhitungan (a) | Hasil Pengukuran (b) | Kesalahan (Error) (a-b) |
|------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| V _{DC} | 12 Volt | 11,99 Volt | 0,01 Volt |

4.4 Pengujian Rangkaian *Relay Starter* dan *Speed Dial*

Pengujian Rangkaian *relay starter* dan *speed dial* ini, bertujuan untuk mengetahui kerja *relay* pada *starter* dan *speed dial* bekerja dengan baik. Rangkaian *speed dial* terdiri dari resistor, transistor BC548 (transistor NPN) dan *relay*. Rangkaian ini akan aktif ketika transistor menerima tegangan masukan dari mikrokontroler, kemudian mengaktifkan *relay* untuk melakukan *speed dial*. Prinsip kerja transistor BC548 adalah ketika diberikan tegangan positif dari basis ke emitor akan menyebabkan hubungan kolektor ke emitor terhubung singkat sehingga menyebabkan transistor aktif (*on*). Sebaliknya, apabila diberikan tegangan negatif dari basis ke emitor menyebabkan hubungan kolektor dan emitor terbuka, sehingga transistor mati (*off*).



Gambar 4.4 Pengujian rangkaian relay starter dan speed dial

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan dengan multimeter digital, tegangan yang masuk pada kaki *relay* saat program dijalankan dan menghidupkan *starter* dan *speed dial* adalah 1,786 volt, sedangkan saat *starter* dan *speed dial* tidak aktif (*off*), tegangan yang masuk adalah 2,2 mili Volt (mV). Tegangan *relay* tersebut menentukan kondisi logika yang keluar. Kondisi logika “1” (*high*) pada tegangan 1,786 volt dan kondisi logika “0” (*low*) pada tegangan 2,2 mili volt.

Pada dasarnya setiap sistem memiliki kelebihan dan kekurangan, begitu juga dengan sistem kendali jarak jauh untuk menyalakan mesin sepeda motor menggunakan telephone seluler. Kelebihan dari alat ini adalah dapat digunakan untuk menyalakan mesin sepeda motor, dalam hal ini untuk memanaskan mesin tanpa adanya batasan jarak dan waktu, jika dibanding dengan alat serupa berupa *remote* yang bekerja dengan menggunakan frekuensi namun terdapat batasan jarak.

Dengan kelebihan tersebut, pengguna sepeda motor tidak perlu khawatir dalam hal proses memanaskan mesin, jika akan meninggalkan sepeda motornya di rumah, dengan kondisi tanpa penghuni. Selain itu, alat ini dapat mengirimkan pemberitahuan (*report*) berupa panggilan yang ditujukan kepada *handphone* pengguna. Sedangkan

untuk kekurangan dari sistem ini adalah dalam menjalankan alat ini, dibutuhkan pulsa dan pengaruh sinyal operator dalam melakukan panggilan. Pulsa dan pemilihan operator seluler memiliki pengaruh yang sangat penting, karena jika *handphone* pengguna dan *handphone* pada alat tidak memiliki pulsa dan tidak dapat menerima sinyal dari operator, maka sistem ini tidak dapat bekerja dengan baik. Namun dengan berdasarkan kelebihan tersebut diatas, alat ini dinyatakan layak untuk digunakan, karena dengan kelebihan tersebut alat ini mampu melakukan kendali jarak jauh tanpa adanya batasan jarak dan waktu.

KESIMPULAN

1. Sistem kendali jarak jauh untuk menyalakan mesin sepeda motor ini terdiri dari empat tahap yaitu perancangan sistem, pembuatan *hardware*, proses pembuatan program (menggunakan *CodeVision AVR* dan *AVR DUDE*), dan pengujian tiap blok bagian (rangkaiannya catu daya, rangkaian DTMF, rangkaian peng-aktif kontak, rangkaian *starter*, rangkaian mikrokontroler ATmega 16, dan rangkaian *speed dial*) dan pengujian sistem secara keseluruhan.
2. Prinsip kerja sistem kendali jarak jauh untuk menyalakan mesin sepeda motor menggunakan telepon seluler, bekerja menggunakan prinsip saklar, karena rangkaian yang digunakan untuk mengaktifkan kontak, menyalakan *starter* dan melakukan pemberitahuan (*report*) memanfaatkan *relay*.
3. Pengembangan yang dapat dilakukan pada sistem kendali jarak jauh ini dapat menambahkan rangkaian sistem keamanan untuk menghindari terjadinya bahaya pencurian.
4. Pengembangan ke depan sangat disarankan ditambahkan rangkaian pengisi daya baterai (*charger*) yang terhubung ke aki sepeda motor pada baterai *handphone* pengirim, sehingga dapat melakukan pengisian ketika kondisi daya baterai mendekati kosong.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Eko and Y. Efendy, “Rancangan Dan Implementasi Prototipe Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis AT89C52 Dan Layanan SMS GSM (The Design And Construction of a Remote Control System Prototype Based On The AT89C52 Microcontroller And The GSM Short-Message Service),” *System*, vol. 5, no. 2, pp. 76–86, 2004.
- [2] A. W. Purwandi, “Handphone Menggunakan Pengenal Suara Microsoft

Created with

- SAPI 5 . 3,” vol. 11, no. 01, pp. 42–54, 2013.
- [3] AHM, *Buku Pedoman Pemilik*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor, 2009.
- [4] G. Heince, *GSM Networks: Protocols, Terminology, and Implementation*. Boston: Artech House, 1998.
- [5] M. Mouly and M. B. Pautet, *The GSM system for mobile communications*. Michigan: Michel Mouly and Marie-Bernadette Pautet, 1992.
- [6] Atmel, “Datasheet ATmega16 (L).”
- [7] M. Purnama, “Proses panggilan dalam GSM,” Solo: D3 Teknik Komputer UNS, 2010, pp. 1–50.
- [8] O. Information, “MT8870D / MT8870D-1.”
- [9] A. Adriansyah, *Dasar Elektronika*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB, 2010.
- [10] N. D. Putra, Agfianto Eko, *Tutorial Pemrograman Mikrokontroler AVR dengan WinAVR GCC*. Yogyakarta: Gava Media, 2010.