

PERANCANGAN DAN REALISASI ALARM KABEL JARINGAN LOKAL AKSES TEMBAGA DENGAN NOTIFIKASI SMS MENGUNAKAN MIKROKONTROLER

DESIGN AND REALIZATION OF COPPER CABLE ALARM FOR LOCAL ACCESS NETWORK WITH SMS NOTIFICATION USING MICROCONTROLLER

Amir Syarifudin¹, Budi Syihabuddin, ST. MT.², Agung Nugroho Jati, ST. MT.³

¹Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

²Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

[1a_syarifudin@telkom.co.id](mailto:a_syarifudin@telkom.co.id), [2budisyihab@telkomuniversity.ac.id](mailto:budisyihab@telkomuniversity.ac.id), [3agungnj@telkomuniversity.ac.id](mailto:agungnj@telkomuniversity.ac.id)

Abstrak

Kabel tembaga sangat rawan terhadap pencurian, sudah dilakukan mitigasi dalam mengantisipasi pencurian kabel melalui patroli dan pemasangan alarm kabel tembaga. Alarm kabel tembaga yang ada saat ini, dirasakan secara end to end masih manual dan bekerja secara serial, sehingga rawan terhadap ketidakakuratan dan keterlambatan informasi atas peringatan dini terjadinya pencurian kabel tembaga.

Perlu dibuat alarm yang mampu memberikan informasi kondisi putus sambung kabel secara akurat dan cepat, dengan memanfaatkan mikrokontroler. Alarm kabel tembaga ini dirancang menggunakan sensor relay yang dikontrol oleh mikrokontroler ATMega 328. Output sensor diproses oleh mikrokontroler yang hasilnya akan memberikan perintah kepada modul GSM untuk mengirimkan pesan. Sesuai data hasil pengolahan mikrokontroler berdasarkan deteksi sensor, pesan terkirim ke nomor tujuan petugas dengan isi pesan yang menyatakan kondisi putus sambung rute kabel.

Sistem alarm yang dirancang telah mampu menghasilkan alarm dengan kecepatan waktu respon dan keakuratan yang tinggi. Alarm ini dapat menyampaikan informasi ke pengelola jaringan kabel dengan rata-rata waktu 4,62 detik dan mempunyai tingkat akurasi 100%. Informasi yang dihasilkan dari deteksi alarm, dikirimkan secara serentak kepada pihak-pihak terkait, guna percepatan pengamanan kabel tembaga dan perbaikannya. Dengan kecepatan dan keakuratan deteksi ini diharapkan dapat berdampak terhadap penurunan frekuensi pencurian kabel tembaga.

Kata Kunci: Alarm, ATMega 328, Mikrokontroler, Modul GSM, Relay

Abstract

Copper wires are very vulnerable to vandalism, has been done in anticipation of vandalism cable mitigation through patrols and alarm installation of copper wires. Alarm copper cables available today, the perceived end to end is still manual and working serially, so prone to inaccuracies and delays early warning information on the theft of copper cables.

Alarms need to be made capable of providing information about the condition of the cable connections accurately and quickly, by utilizing a microcontroller. Alarm copper cables are designed using the sensor relays controlled by the microcontroller ATMega 328. Output sensor is processed by a microcontroller that the results will give orders to the GSM module to send the message. According to the data processing results a microcontroller based on detection a sensor, the message sent to the number of the officer with the contents of a message about the condition of the cable connections.

Alarm system designed has been able to produce alarm with a fast response time and high accuracy. This alarm can send information to local cable network officers with an average time of 4,62 seconds and has a 100% accuracy rate. The information resulting from the detection of alarms, simultaneously transmitted to the relevant parties, that are useful to speed wired security and recovery. With a fast response time and high accuracy, hopefully impact to decrease the frequency of vandalism of copper cables.

Key word: Alarm, ATMega 328, Microcontroller, Modul GSM, Relay

1. Pendahuluan

Kabel tembaga yang secara ekonomi mempunyai nilai yang cukup mahal, sangat rawan terhadap pencurian atau vandalisme. PT. Telkom sebagai salah satu operator PSTN di Indonesia, saat ini masih banyak

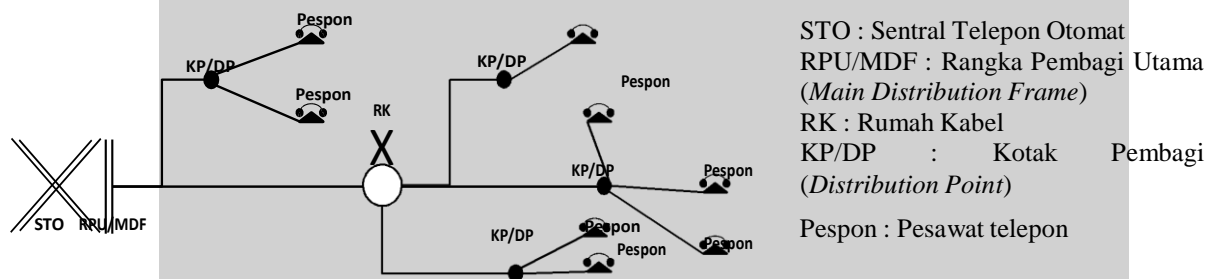
mengoperasikan Kabel Tembaga. Hal ini menjadikan perhatian dan kewaspadaan terhadap resiko kehilangan kabel tembaga akibat pencurian kabel.

Sudah cukup banyak dilakukan mitigasi dalam mengantisipasi pencurian, baik bekerjasama dengan aparat keamanan maupun patroli internal dan pemasangan alarm kabel tembaga[6]. Kegiatan preventif dengan melakukan patroli pengamanan kabel dirasakan tidak efisien karena wilayah/rute kabel tembaga yang sangat luas, disamping membutuhkan resource (tenaga dan biaya) cukup besar juga hasilnya nihil. Salahsatu alternatif yang lebih efektif dilakukan adalah dengan pemasangan alarm, dimana saat terjadi pencurian kabel akan terdeteksi. Indikasi adanya pencurian kabel ini dapat segera ditindaklanjuti dengan pengamanan menuju lokasi kejadian. Meskipun bersifat korektif, yaitu terjadi pemotongan kabel terlebih dahulu oleh pencuri, namun dapat diupayakan kabel yang telah terpotong tidak hilang. Kecepatan pengambilan kabel oleh pencuri dan kecepatan petugas menuju lokasi, menjadi faktor penting dalam kasus tersebut. Petugas harus mampu melokalisir gangguan dengan waktu lebih cepat dari waktu yang dibutuhkan pencuri untuk memotong kabel dan mengemasnya, kurang lebih 2 jam. Hal ini menjadikan alarm sangat dibutuhkan dalam pengamanan kabel tembaga, yaitu alarm yang akurat dan real time.

Menyikapi hal tersebut, perlu dibuat alarm yang mampu memberikan informasi secara akurat dan cepat, guna percepatan perbaikan (*recovery*) maupun kecepatan dalamantisipasi kehilangan/kerusakan yang lebih besar. Ada beberapa penelitian yang penulis gunakan sebagai referensi yang terkait pada penggunaan mikrokontroler dan pemakaian fasilitas sms dalam penyampaian informasi, yaitu Sistem pengamanan Brankas berbasis mikrokontroler melalui fasilitas sms dan alarm [7] [8] serta Desain dan implementasi warning alarm monitoring catudaya outdoor MSAN berbasis mikrokontroler dengan sms gateway [3]. Alarm ini merupakan pengembangan dan memodifikasi alarm yang sudah ada, dengan memanfaatkan mikrokontroler. Informasi dari alarm yang semula dinyatakan dalam bentuk bunyi alarm dan nyala lampu atau dering telpon dari nomor tertentu, akan diubah dalam bentuk pesan sms. Alarm ini didesain dengan menggunakan mikrokontroler yang outputnya dihubungkan dengan modul GSM, untuk menginformasikan hasil deteksi Mikrokontroler kepada pihak-pihak terkait. Diharapkan pengembangan alarm ini dapat menyelesaikan keakuratan dan kecepatan pesan informasi yang dihasilkan dari deteksi alarm. Pesan dari alarm dapat tersampaikan secara serentak kepada pihak-pihak terkait, guna percepatan pengamanan termasuk *recovery* dan pelayanan kepada pelanggan.

2. Jaringan Lokal Akses Tembaga

Jaringan lokal akses tembaga (JARLOKAT) merupakan jaringan akses dari sentral ke pelanggan dengan menggunakan tembaga sebagai media aksesnya. Konfigurasi dasar JARLOKAT ditunjukkan seperti pada Gambar 2.1 [5].



Gambar 1. Konfigurasi dasar JARLOKAT

Kabel yang mencatu antara RPU ke RK dikenal dengan nama Kabel Primer, antara RK ke KP dinamai Kabel Sekunder. Namun untuk konfigurasi catu langsung (tanpa melalui RK), kabel yang mencatu antara RPU dan KP disebut juga Kabel Primer. Saluran Penanggal (*Drop Wire*) sebagai penamaan kabel antara KP ke rumah pelanggan. Kabel-kabel tersebut dalam instalasinya ada yang tanam langsung (KT / Kabel Tanah), dimasukkan dalam polongan / pipa (Kabel Duct) maupun lewat atas tanah (KU / Kabel Udara). Selain dibedakan berdasarkan cara instalasinya, kabel juga dibedakan berdasarkan diameter dan kapasitasnya. Kabel yang terpasang rata-rata berdiameter 0,6 mm dan 0,8 mm dengan kapasitas yang bervariasi. Diameter kabel ini tentunya akan mempengaruhi nilai impedansi kabel, yang biasanya produsen kabel akan melampirkan nilai resistansi yang diproduksinya dalam satuan Ω / km .

Pada umumnya, kapasitas Kabel Tanah yang terpasang merupakan kabel berkapasitas besar diatas 100 pair, sementara untuk Kabel Udara berkapasitas dibawah 100 pair. Kabel primer dominan cara instalasinya menggunakan kabel tanah, sementara kabel sekunder selain kabel tanah juga menggunakan kabel udara. Kapasitas kabel menunjukkan maksimal jumlah pelanggan yang dapat dilayani, dimana setiap pelanggan membutuhkan kabel sebanyak 2 urat kabel atau 1 pasang kabel (pair).

3. Perancangan Sistem Alarm Kabel Tembaga

Sistem yang dirancang adalah prototype alarm kabel tembaga, yang digunakan untuk mendeteksi jaringan lokal akses tembaga dari penurunan performansi akibat putus. Alarm kabel ini akan dihubungkan ke jaringan kabel yang terdiri dari beberapa rute kabel yang diindikasikan rawan putus.

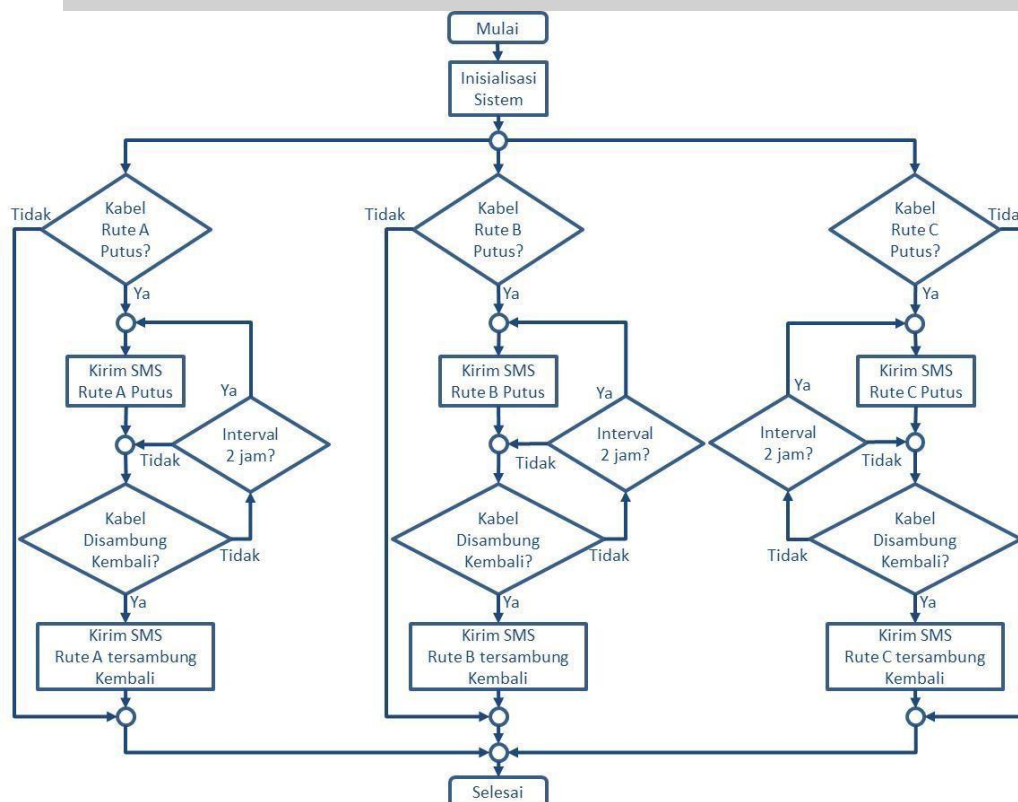
3.1 Perancangan Sistem

Secara umum, model sistem alarm kabel tembaga ini digambarkan melalui blok sistem seperti pada gambar 2. Pada model sistem tersebut, alarm kabel tembaga dihubungkan dengan jaringan lokal akses tembaga yang akan dipantau performansinya. Prinsip kerja dari alarm ini adalah untuk mendeteksi terjadinya penurunan performansi kabel putus. Kabel yang dimonitor akan dialiri tegangan DC 48 Volt dari sentral melalui kabel primer dan sekunder, yang ujung kabel sekundernya disambung melingkar (*looping*) sehingga ujung kabel akan kembali berada di kantor. Kabel tersebut ujungnya disambungkan ke dalam perangkat alarm kabel sebagai masukan (*input*), yang diterima oleh Sensor (*Relay*). Saat kabel putus, maka tegangan/ arus pada kabel akan terputus sehingga relay akan mendeteksinya, dimana relay sebagai pengatur logika akan bekerja. Logika dari keluaran relay akan diolah oleh mikrokontroler yang selanjutnya memberi perintah *AT Command* ke modul GSM untuk mengirimkan pesan kepada petugas terkait, dimana isi dan penerima pesan sesuai dengan rute kabel putus yang dideteksi oleh relay tersebut.



Gambar 2 Konfigurasi Sistem Yang Dirancang

Sistem dirancang untuk mendeteksi 3 (tiga) rute kabel, yang tiap rute memungkinkan mempunyai kontak person yang spesifik. Diagram alir dari sistem alarm kabel yang dirancang ditunjukkan pada gambar 3.

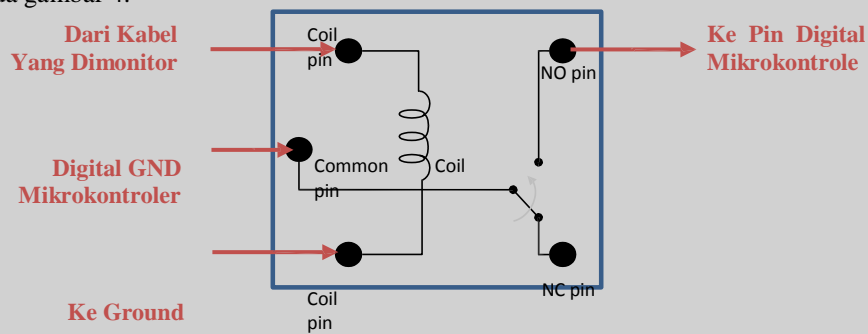


Gambar 3. Diagram Alir Kerja Sistem

Dari diagram alir tersebut, pengkodean dapat dilakukan dengan pemanfaatan beberapa pernyataan dasar dalam pembuatan sketch seperti if dan fungsi lainnya. Yang perlu dicermati bahwa alarm antar rute berdiri sendiri, monitoringnya dilakukan secara paralel. Monitoring suatu rute tidak tergantung pada rute lain, dimana kejadian suatu rute tidak mempengaruhi performansi alarm dalam monitoring rute lain. Dari diagram alir tersebut, terlihat bahwa akan terjadi looping sms saat kabel putus tiap interval tertentu. Interval ini didesain berdasarkan target untuk menemukan lokasi kabel putus, dalam hal ini diambil interval 2 jam. Interval waktu ini merupakan target waktu penemuan lokasi, yang bisa disesuaikan kondisi operasional setempat. Setiap 2 jam, alarm akan mengirimkan sms ke *recipients* hingga kabel tersambung kembali, dibatasi maksimal hingga durasi putus selama 10 jam yang merupakan batasan waktu yang harus tersambung kembali. Saat tersambung kembali, alarm akan mengirimkan sms dengan menginformasikan durasi waktu yang dibutuhkan sejak kabel putus hingga tersambung kembali. Yang dimaksud tersambung kembali pada bahasan ini adalah tersambungnya kabel (atau urat kabel) yang dimonitor oleh alarm, tidak harus tersambung kabel udara yang terputus.

3.1.1 Sensor

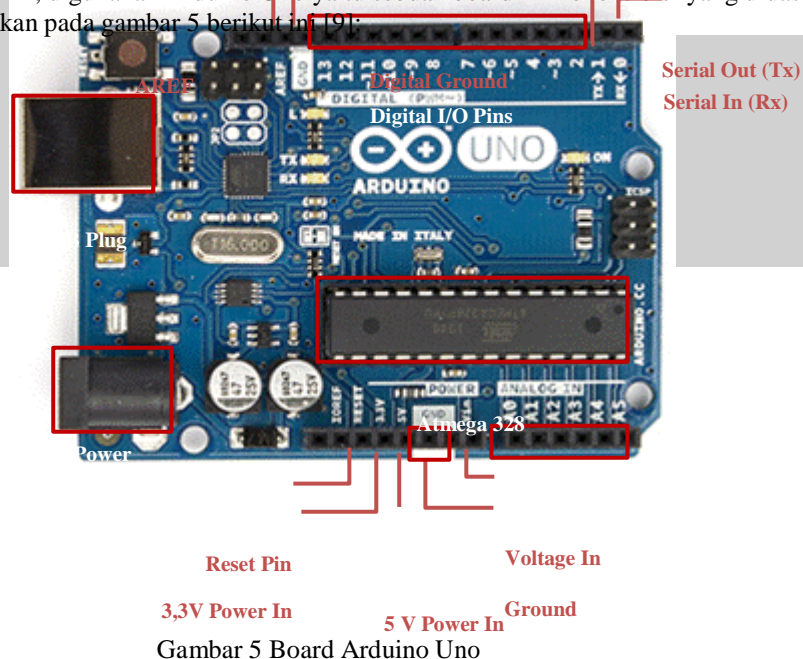
Pada blok diagram ini dirancang menggunakan relay atau saklar elektronik yang berfungsi sebagai pengatur logika kontrol suatu sistem. Saat kabel yang dialiri tegangan DC mengalami putus, relay ini akan merespon dengan cepat mengaktifkan switch dari NO (*Normaly Open*) ke NC (*Normaly Connect*) dan menginformasikan ke mikrokontroler akan terjadinya perubahan logika. Saat diberikan tegangan maka saklar akan menyambungkan Common pin dengan pin masukan mikrokontroler dan akan memberikan logika low. Demikian sebaliknya, saat tidak ada tegangan maka saklar akan memutus Common pin dengan pin masukan mikrokontroler dan akan memberikan logika high. Pada perancangan ini digunakan 3 buah jenis Relay SPDT 5 Volt DC, dimana masing-masing relay sebagai sensor kabel putus tiap rute, dengan perkabelannya seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Pin Out Relay 5 Pin (SPDT)

3.1.2 Mikrokontroler

Dalam perancangan ini, digunakan Arduino Uno yaitu sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 yang ditunjukkan pada gambar 5 berikut ini [19]:



Gambar 5 Board Arduino Uno

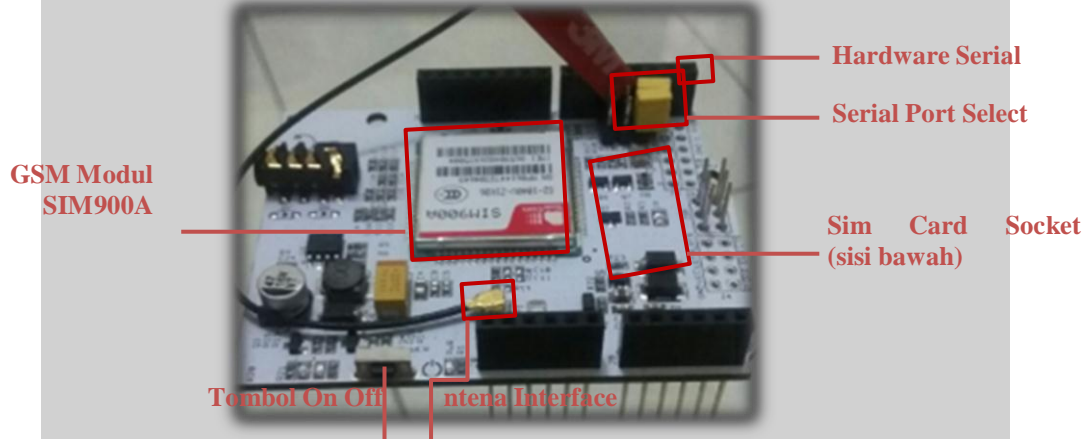
Konfigurasi PIN mikrokontroler ATmega 328 dengan kemasan 28, terdiri dari pin untuk catudaya dan ground, dan 3 buah Port utama yaitu Port B (PB), Port C (PC) dan Port D (PD) [4]. Dalam pembuatan kode yang akan diupload pada mikrokontroler, perlu dibuat beberapa variable sebagai penyimpan nilai dengan type data yang disesuaikan kebutuhan. Pada desain mikrokontroler ini digunakan beberapa type data antara lain [1] [2];

- char, untuk menyimpan sebuah nilai karakter seperti nomor telepon.
- long, untuk menyimpan bilangan bulat yang besar (32 bit atau 4 byte), seperti durasi yang memungkinkan mempunyai nilai yang melebihi kemampuan type data int (bilangan bulat antara -32768 hingga 32767 atau 16 bit).

Sementara itu, saat inisialisasi dibuat kode yang berfungsi untuk mengeset waktu serta membuat pin sebagai masukan dan menetapkannya dengan konstanta high agar sesuai dengan desain sensor yang telah ditetapkan diatas. Adapun koding secara keseluruhan mengacu kepada diagram alir kerja sistem yang ditunjukkan pada gambar 3.

3.1.3 Modul GSM

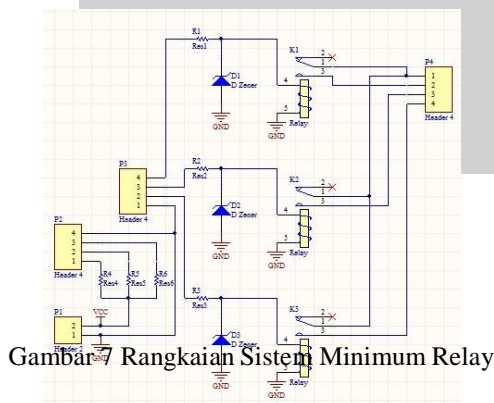
Modul GSM, berfungsi untuk menyampaikan informasi hasil deteksi alarm kabel tembaga dan sebagai antarmuka admin dengan mikrokontroler. Pada perancangan ini menggunakan modul GSM GPRS Shield SIM 900A [10] yang kompatibel dengan mikrokontroler Arduino Uno, dimana kaki-kakinya langsung dapat dihubungkan dengan pin Arduino.



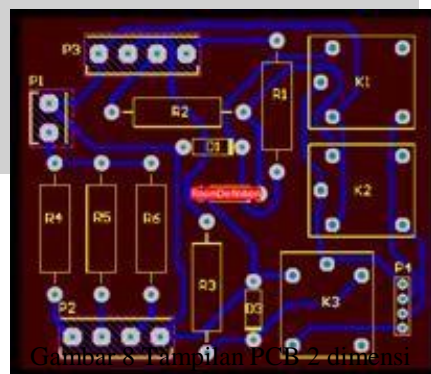
Gambar 6 Board GSM Shield

3.2 Desain Rangkaian

Khusus pada blok sensor, dirancang rangkaian sistem minimum relay yang ditunjukkan pada gambar 7 dengan desain PCB seperti pada gambar 8. Rangkaian tersebut perlu dilengkapi dengan rangkaian simulator untuk uji coba kabel yang dialiri tegangan DC sebagai representasi jaringan lokal akses tembaga yang akan diukur.



Gambar 7 Rangkaian Sistem Minimum Relay



Gambar 8 Layout dan PCB 2 dimensi

4. Pengujian dan Analisa

Dilakukan uji putus sambung kabel untuk mendapatkan ketepatan dan kecepatan penerimaan sms, dengan mencatat waktu putus dan waktu sms diterima. Uji putus sambung dilakukan dengan beberapa skenario seperti putus dan tersambung kembali secara bergantian dan bersamaan serta putus yang melebihi interval waktu pengulangan. Dihasilkan data seperti tabel 1 dan 2 dibawah ini.

Tabel 1. Performansi Waktu Respon

No	Kondisi	Pengujian Waktu Respon Alarm		
		Waktu Kabel Putus	Waktu Terima sms	Waktu Respon (menit)
A	Rute A, B dan C Putus bergantian			
1	Rute A Putus	22:07	22:08	1
2	Rute B Putus	22:10	22:10	0
3	Rute C Putus	22:13	22:13	0
B	Rute A, B dan C Tersambung kembali bergantian			
1	Rute A tersambung	22:14	22:14	0
2	Rute B tersambung	22:17	22:17	0
3	Rute C tersambung	22:24	22:24	0
C	Rute A, B dan C Putus bersamaan			
1	Rute A Putus	22:26	22:26	0
2	Rute B Putus	22:26	22:26	0
3	Rute C Putus	22:26	22:26	0
D	Rute A, B dan C Tersambung kembali bersamaan			
1	Rute A tersambung	22:34	22:34	0
2	Rute B tersambung	22:34	22:34	0
3	Rute C tersambung	22:34	22:34	0
E	Rute A putus lebih dari 1x interval pengulangan			
1	Rute A Putus	22:43	22:43	0
2	Pengulangan sms pertama info putus.	00:43	00:43	0
3	Rute A tersambung kembali	01:55	01:55	0
F	Rute B putus lebih dari 2x interval pengulangan			
1	Rute B Putus	22:50	22:50	0
2	Pengulangan sms pertama info putus.	00:50	00:50	0
3	Pengulangan sms kedua info putus.	02:50	02:50	0
4	Rute B tersambung	04:06	04:06	0
G	Rute C putus lebih dari 5x interval pengulangan			
1	Rute C Putus	23:00	23:00	0
2	Pengulangan sms pertama info putus.	01:00	01:01	1
3	Pengulangan sms kedua info putus.	03:00	03:00	0
4	Pengulangan sms ketiga info putus.	05:00	05:00	0
5	Pengulangan sms keempat info putus.	07:00	07:00	0
6	Pengulangan sms kelima info putus.	09:00	09:00	0
7	Rute C tersambung	11:06	11:06	0
Rata-rata Waktu Respon				0,077 menit

Tabel 2 Performansi Tingkat Akurasi

No	Kondisi	Tingkat Akurasi	
		Isi Pesan	Penerima Pesan
1	Rute putus	100%	100%
2	Pengulangan info putus	100%	100%
3	Tersambung kembali	100%	100%
Tingkat Akurasi Alarm		100%	

Penghitungan diatas menggunakan rumus:

$$\text{Waktu Respon} = \text{Waktu terima sms} - \text{Waktu kabel putus}$$

$$\text{Tingkat akurasi} = (\text{Realisasi/Target}) \times 100\%$$

Alarm kabel jaringan lokal akses tembaga yang dirancang ini mampu mendeteksi dan memberikan informasi adanya kabel putus secara cepat (*realtime*), akurat dan *always on*.

a) Keakuratan

Keakuratan merupakan sasaran yang harus terpenuhi dalam pembuatan alarm ini, dan hal tersebut dapat terpenuhi. Tingkat akurasi alarm sebesar 100%, baik akurasi isi pesan (waktu, rute dan durasi) maupun penerima sms. Alarm bekerja secara otomatis, tidak memerlukan tindakan manual manusia yang ada peluang salah dalam pengamatan atau tindak lanjut hasil pengamatannya. Kabel putus disetiap rute dapat dimonitor dengan baik oleh relay yang berfungsi sebagai sensor. Relay hanya membaca ada atau tidak ada tegangan DC yang masuk. Selanjutnya hasil monitor sensor memberikan 2 logika saja, yaitu low atau high yang akan diproses oleh mikrokontroler. Dua nilai logika, dengan tidak ada nilai tengah ataupun skala yang perlu diterjemahkan lagi oleh sensor sangat mendukung akan keakuratan alarm ini. Hal ini bisa dibuktikan dengan hasil pengujian, dimana informasi dikirimkan ke tujuan penerima sms tanpa ada kesalahan sedikitpun. Demikian juga halnya dengan isi info/sms saat putus dan tersambung kembali, pengulangan sms dan durasi, hasilnya juga sangat akurat.

b) Kecepatan

Dari data pengujian diatas, telah diketahui bahwa alarm ini bekerja dan merespon kejadian putus sambung pada rute kabel yang dimonitor secara langsung saat itu juga (*real time*). Alarm ini mempunyai respon yang cepat dengan rata-rata waktu respon 0,077 menit. Rata-rata waktu respon ini dihitung dari rata-rata jumlah waktu respon pada penerima sms terakhir selama 26 kali pengujian. Waktu respon ini tergantung dari jumlah recipient penerima sms, dimana antar penerima sms mempunyai selisih waktu (*delay*) sebesar 4 detik. Waktu *delay* ini sengaja didesain untuk memperlancar komunikasi serial antara mikrokontroler dengan modul GSM, sehingga pesan dapat benar-benar terkirim ke *recipients*.

Disamping berdasarkan nilai kecepatan respon alarm diatas, kecepatan ini juga dikarenakan sistem dapat bekerja secara paralel. Setiap deteksi kabel putus secara serentak mengirimkan sms ke recipients yang telah ditetapkan. Tidak lagi memerlukan seorang operator (*security*) untuk menghubungi petugas yang terkait, satu per satu setelah alarm berbunyi. Seluruh petugas termasuk mitra yang berada sepanjang rute kabel dengan mudah dapat segera menuju lokasi. Kecepatan inilah yang menjadi kunci agar kabel yang terputus tidak hilang dan mengantisipasi kerusakan yang lebih besar. Namun demikian tidak sekedar kecepatan respon saja, bahwa alarm ini menjadikan proses kerja secara paralel. Proses kerja yang paralel ini dapat mensederhanakan proses kerja, semua unit/peran dapat serentak bekerja untuk menyelesaikan kabel putus. Fungsi teknik dapat segera melokalisir kabel putus, sementara bagian logistik dapat segera mengusahakan kesediaan kabel yang dibutuhkan. Hal inilah yang akan memberikan *value added* terbesar dari alarm kabel tembaga ini, cepat dalam melokalisir kabel putus dan cepat dalam melakukan *recovery*nya.

c) Keandalan (*Always On*)

Keunggulan lain dari alarm ini adalah kemampuannya untuk terus memonitor rute kabel, tidak tergantung ada rute kabel yang terputus atau tersambung. Tidak perlu mematikan alarm, karena alarm tidak lagi terus berbunyi selama kabel yang putus belum disambung. Saat rute kabel terputus, tidak ada tindakan yang perlu dilakukan pada alarm (misalnya mematikan sirine dsb). Alarm akan terus bekerja, memonitor dan mengirimkan informasi saat terjadi perubahan kondisi kabel (putus dan tersambung kembali). Hal ini bisa dibuktikan pada hasil pengujian pada tabel 1 diatas, khususnya pengujian A, B, C dan D yang menunjukkan alarm selalu siaga (*ready*).

Dari ketiga kekuatan alarm ini, yaitu akurat, cepat dan handal, diharapkan mempunyai dampak yang jauh lebih besar dibanding alarm sebelumnya. Kecepatan deteksi, lokalisir gangguan dan perbaikan kembali (*recovery*) diharapkan dapat menurunkan frekuensi pencurian kabel tembaga.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem yang dirancang maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu;

1. Alarm kabel jaringan lokal akses tembaga dengan notifikasi SMS menggunakan mikrokontroler yang dirancang, menghasilkan Alarm yang Akurat, *Realtime* dan *Always On*.
2. Waktu respon untuk menyampaikan informasi ke pengelola jaringan kabel mempunyai waktu rata-rata sebesar 0,077 menit.
3. Deteksi kabel putus sambung tiap rute mempunyai keakuratan yang tinggi, dimana tingkat akurasinya 100%.

4. Proses bisnis yang lebih *simplify* dapat diimplementasikan dengan pemanfaatan alarm ini, sehubungan dengan kemampuannya dalam mengirim informasi secara serentak kepada notel tujuan, sehingga proses bisa dikerjakan secara paralel.

5.2 Saran

Dengan melihat hasil yang telah dicapai dalam perancangan dan pembuatan alat serta dari kesimpulan yang ada, disarankan;

1. Penambahan aplikasi manajemen alarm yang digunakan untuk mengubah nomor ponsel tujuan melalui sms admin dengan tanpa melakukan koding ulang, perlu dikembangkan untuk memberi nilai tambah alarm.
2. Alarm ini hanya sebagai pendeteksi dini, dimana pemanfaatannya alarm ini akan terasa optimal manakala mapping penerima SMS disesuaikan dengan kebutuhan dan prioritas dari masing-masing lokasi.

Daftar Pustaka:

- [1] Abdul Kadir, 2013, Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino. Yogyakarta : Andi.
- [2] Agus Bejo, 2008, C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535, Graha Ilmu.
- [3] Algifari, Achmad Abizar, 2013, Desain dan implementasi warning alarm monitoring catu daya outdoor MSAN berbasis mikrokontroler dengan sms gateway. Bandung: Tugas Akhir Universitas Telkom.
- [4] Datasheet Atmel. Rev. 8161D – 10/09, 2009, Atmel 8-bit AVR Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash.
- [5] Divisi RisTI, 2002, Pedoman Pemasangan Jaringan Telekomunikasi PPJT 2000-1 (Jarlokot). Bandung : PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk.
- [6] Observasi di PT. Telkom, lokasi Kancatel Batang Th.2005-2007 dan Kandatel Medan 2008-2011.
- [7] Setiawan, R. 2010, Sistem Pengamanan Brankas Berbasis Mikrokontroler dengan Fasilitas SMS [Online] Available at: <http://digilib.its.ac.id/ITSNonDegree/2014/04/14/sistem-pengamanan-brankas-berbasis-mikrokontroler-dengan-fasilitas-sms>
- [8] Utomo, Rizki, 2014, Sistem Pengamanan Brankas berbasis mikrokontroler melalui fasilitas sms dan alarm. Bandung: Tugas Akhir Universitas Telkom.
- [9] Website Arduino, <http://www.arduino.cc/>.
- [10] Website Simcom, <http://Simcom.eu/>.