

## Teknik Embedded-system dalam Terapannya untuk membangun Sistem Deteksi Akses-masuk Illegal

S.N.M.P. Simamora<sup>1</sup>, Diani Renita Rahmalia<sup>2</sup>, Mohammad Dani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PUSDITEK (Pusat Studi Teknologi Nirkabel dan Bergerak) Politeknik TELKOM, Bandung 40257

E-mail : sns@politekniktelkom.ac.id

<sup>2</sup>Program studi Teknik Komputer, Politeknik TELKOM, Bandung 40257

E-mail : dianirenita@gmail.com

<sup>3</sup>Peminatan Embedded-system, Politeknik TELKOM, Bandung 40257

E-mail : mohamad.dani@gmail.com

### ABSTRAK

Implementasi *embedded-system* saat ini terlihat pada sebuah *music-player* bahkan *video-player* bahwa dapat menjalankan data file dari sebuah *flash-disk*, yang awalnya *disk* atau *cassette*. Pada penelitian ini telah diterapkan teknik *embedded-systems* untuk membangun sistem deteksi akses masuk illegal dengan menggabungkan sensor PIR, mikrokontroler, dan SMS-Gateway. Perancangan sistem difokuskan pada penggabungan sensor PIR dengan Sismis yang telah diintegrasikan dengan mikrokontroler ATMega16; selanjutnya setiap deteksi masukan dari sensor PIR dikirimkan kepada luaran mikrokontroler melalui SMS-Gateway. Untuk dukungan SMS-Gateway digunakan ponsel dengan menggunakan antarmuka RS232 dB9. Nomor tujuan ditanamkan langsung melalui pemrograman C dengan tools CodeVisionAVR ke internal-memory mikrokontroler. Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan jarak efektif objek terhadap sensor 1 meter, sedangkan *propagation-delay* informasi diterima oleh nomor tujuan pada saat pengujian rata-rata 22.1 detik.

**Kata kunci :** *embedded-system*, sensor PIR, mikrokontroler, *propagation-delay*, SMS-Gateway

## 1. PENDAHULUAN

Keterbatasan pemilik properti berada di tempat menyebabkan keinginan untuk memasang suatu perangkat yang dapat senantiasa melakukan fungsi pengawasan; terlebih pemilik berada pada jangkauan jauh dari properti. Di satu sisi perkembangan teknologi telekomunikasi semakin mengkonvergensi satu-dua teknologi lain ke dalam suatu perangkat. Kebutuhan akan layanan informasi yang dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan suatu persoalan hidup adalah tujuan sebuah teknologi diciptakan. Dengan menggunakan teknik *embedded-system*, beberapa sistem dapat digabungkan menjadi satu untuk menjalankan fungsionalitas tertentu. Misalkan dalam menawarkan solusi terhadap bagaimana suatu properti dapat senantiasa ter-*monitoring* oleh pemilik tanpa dibatasi oleh ruang dan waktu.

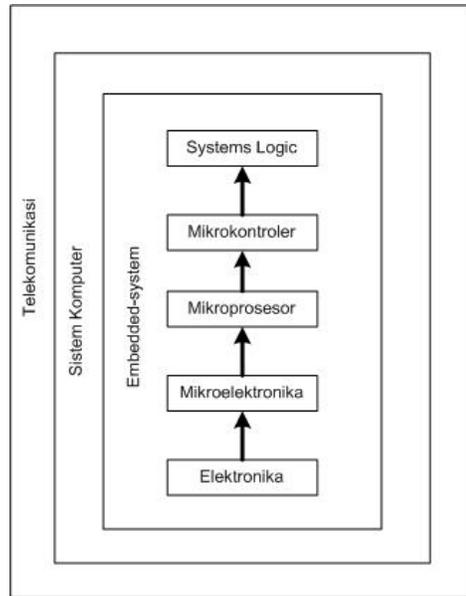
Ada tiga blok sistem yang dibangun menggunakan teknik *embedded-system* terdiri dari sistem deteksi objek yang masuk ke dalam area properti bersifat *restricted*, blok pengontrol untuk mengolah setiap masukan dari sistem sensor serta berperan untuk mendistribusikan hasil pengontrolan tsb menuju luaran, dan blok sistem pengirim informasi kepada perangkat pemilik properti. Pada blok pengirim informasi dipilih teknologi komunikasi bergerak, dengan alasan jangkauannya dalam jarak kilometer (km), sehingga dimungkinkan dapat menyelesaikan persoalan ruang dan waktu [6].

Seiring dengan berkembangnya mikrokontroler, maka saat ini mikrokontroler banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu contohnya adalah dalam hal sistem keamanan rumah. Umumnya seseorang sering sibuk dengan aktivitas pekerjaannya sehingga sulit untuk mengetahui keadaan rumahnya terlebih saat sedang berada di luar rumah. Dengan dukungan teknik *embedded-system* dalam membangun sistem deteksi akses-masuk *illegal* diharapkan pemilik properti dapat beraktivitas dengan tenang tanpa khawatir terhadap keamanan propertinya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Embedded-System

*Embedded-system* adalah sebuah sistem, yang terdiri dari dua sub-sistem atau lebih bersifat otonom, berbasiskan mikroprosesor yang dibangun untuk mengontrol suatu fungsi atau domain kerja suatu fungsi, dan tidak didesain untuk diprogram oleh *end-user* seperti pada PC (komputer). Dasar dan pengembangan *embedded-system* adalah: bidang komputer *hardware*, bidang mikroelektronika, dan bidang telekomunikasi [3].



Gambar 1: Lapisan-lapisan bidang terkait *embedded-system*

## 2.2 Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler adalah suatu instrumen dalam bentuk IC (*Integrated Circuit*) yang terdiri dari mikroprosesor dan memori program *Read Only Memory* (ROM) yang dapat melakukan pemrosesan dan hanya dapat membaca data secara digital. Biasanya sebuah mikrokontroler dipasangkan ke dalam modul sirkuit tambahan yang disebut dengan Sismin (Sistem minimum) yaitu rangkaian elektronik minimum yang diperlukan untuk beroperasinya IC mikrokontroler. Sismin bisa dihubungkan dengan rangkaian lain untuk menjalankan fungsi tertentu [2]. Sismin mikrokontroler memiliki pendukung *input/output* yang bersifat *programmable* dan RAM yang *on-chip*. Sismin ini dapat dibuat sangat fleksibel tergantung aplikasi yang akan dibuat.

## 2.3 Sensor PIR (Passive InfraRed Receiver)

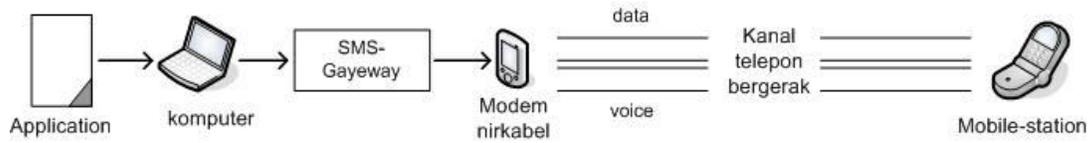
Sensor PIR merupakan sebuah sensor berbasis *infrared* dengan mekanisme kerja tidak memancarkan apapun seperti IR LED, namun hanya merespon energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki oleh setiap tubuh manusia. Pada penelitian ini sensor PIR yang digunakan adalah *Motion Detector* AMN12111.

Sensor *Motion Detector* AMN12111 telah dilengkapi dengan lensa *Fresnel* dengan luaran digital sehingga dalam penggunaannya tidak memerlukan rangkaian tambahan terhadap konstruksi sinyal yang dihasilkan. Sensor AMN12111 memiliki 1 bit data keluaran logika 0 dan 1. Luaran bernilai logika 0 saat mendeteksi perubahan adanya pergerakan manusia; dan berlogika 1 dengan catu daya 4.5Volt - 5.5Volt (DC) saat tidak mendeteksi apapun. Untuk sudut pandang sekitar  $91^{\circ}$ , dengan *range* pembacaan radian sekitar 10mm – 10000mm [4].

Mekanisme kerjanya kurang-lebih sebagai berikut: saat seseorang berada di depan sensor PIR, maka sensor PIR akan menghitung panjang gelombang yang dihasilkan oleh tubuh orang tersebut. Panjang gelombang yang konstan ini menyebabkan energi panas yang dihasilkan dapat digambarkan hampir sama pada kondisi lingkungan di sekitarnya. Dan saat orang tsb melakukan gerakan, maka tubuhnya menghasilkan pancaran sinar inframerah pasif dengan panjang gelombang yang bervariasi sehingga menghasilkan panas berbeda.

## 2.4 Layanan SMS-Gateway

Layanan *SMS-Gateway* dikembangkan dari suatu sistem integrasi antara PC (komputer) dengan modem seluler untuk menjalankan/mengirimkan layanan SMS (*Short Message Service*). Pada perkembangan awalnya, layanan *SMS-Gateway* memerlukan *mobile-station*, namun saat ini telah digantikan modem seluler dengan harga bervariasi demikian juga *provider* telekomunikasi yang berbeda [5].



Gambar 2: Arsitektur jaringan pada layanan SMS-Gateway

### 3. METODE Pengerjaan dan Pengujian

Metode pengerjaan menggunakan *prototyping* dimana setiap elemen sub-pokok pembangun dikembangkan dan dibuat secara bersamaan. Sedangkan metode pengujian difokuskan dua hal yaitu sensitivitas sensor PIR dan pengukuran *propagation-delay*. Masing-masing hal utama yang diujikan ini dilakukan dengan cara berulang pengambilan data sebanyak 9 s.d 15 kali setiap tahapan pengujian.

Tahapan metode *prototyping* meliputi: observasi, pengumpulan data, penarikan hipotesis, melakukan pengujian, dan penarikan kesimpulan. Setiap tahapan dilakukan secara terstruktur, sistematis, dan konstruktif agar hasil setiap tahapan baik sesuai dengan yang diinginkan.

### 4. ANALISIS KEBUTUHAN

Dalam penelitian ini dilakukan analisis kebutuhan untuk membangun sistem yang dirancang sesuai dengan skenario pengujian. Terdiri dari analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang dideskripsikan sebagai berikut:

- a) Spesifikasi perangkat keras yang digunakan saat pengujian adalah sebagai berikut:
  - i) satu unit mikrokontroler ATmega16
  - ii) satu unit Sistem minimum ATmega16
  - iii) satu unit sensor PIR AMN12111
  - iv) satu unit kabel level konverter RS-232
  - v) satu unit baterai 9 Volt beserta *cup*-nya
  - vi) satu unit *mobile-equipment* SIEMENS C45 yang difungsikan sebagai modem nirkabel beserta SIM-card sebuah *provider* telepon bergerak nasional
- b) Kebutuhan perangkat lunak yang digunakan untuk dukungan pembuatan aplikasi sistem dalam penelitian ini adalah sebuah *translator* instruksi ke dalam mikrokontroler yaitu *compiler* CodeVisionAVR v2 dan SMS PDU *converter*.

Spesifikasi yang ditetapkan dalam teknik *embedded-systems* terhadap sistem yang dibuat yaitu:

- a. Tegangan masukan 5 Volt DC
- b. Luaran sistem deteksi akses *illegal* digunakan adalah SMS yang dikirimkan kepada nomor tujuan
- c. Format data yang dapat dikirimkan berupa teks dengan panjang 16 karakter
- d. Antar-muka antara mikrokontroler dengan modem nirkabel adalah RS-232 db9
- e. Teknologi telepon bergerak yang dipilih adalah GSM, dengan alasan sebaran *Base Transceiver Station* (BTS) sudah representatif sehingga jangkauan pergerakan *end-user* dimana nomor tujuan yang dikirimkan masih dalam cakupan sentral, demikian juga pada sisi pengirim agar pengirim dalam kondisi *Line-of-Sight* dengan BTS; dengan demikian SIM-card yang digunakan sebagai pengirim disesuaikan dengan teknologi telekomunikasi yang dipilih.
- f. *Provider* telepon bergerak yang digunakan sebagai pengirim dan penerima dikondisikan sama dan berbeda, dengan tujuan untuk mendapatkan hasil nilai *propagation-delay* yang optimal.



Gambar 3: Bentuk fisik kabel data yang digunakan

Hal utama yang perlu diperhatikan dari sensor PIR adalah bagaimana sensor dapat menangkap objek yang bergerak di depannya. Selain pertimbangan sensor, pemilihan mikrokontroler ATmega16 dilakukan dengan alasan kapasitas

memorinya cukup besar, yaitu 16 Kbytes [1]. Kapasitas memori yang besar dibutuhkan karena mikrokontroler pada sistem pengirim data berfungsi untuk mengolah data *string* (teks) dari SMS.

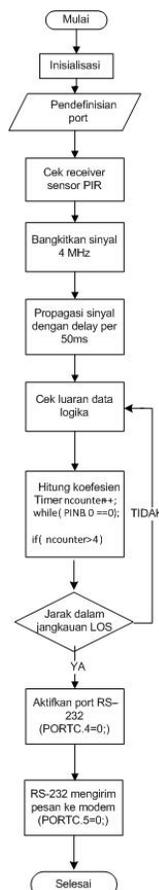
## 5. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Teknik *embedded-systems* dilakukan pada instrumen yang digunakan seperti: sensor PIR, mikrokontroler ATMega16, dan modem nirkabel. Untuk mengisi instruksi ke dalam mikrokontroler digunakan Bahasa pemrograman C dengan *compiler* CodeVisionAVR Evaluation V2.05.3a sebagai *translator*. Sebelum memprogram mikrokontroler, beberapa hal yang diperhatikan terlebih dahulu seperti:

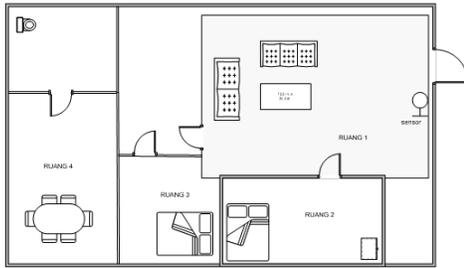
- memasang alat-alat yang dihubungkan ke *pin I/O* pada modul mikrokontroler
- menyesuaikan *port* pada modul mikrokontroler dengan *port* pemrograman
- memeriksa pada *device manager computer*, dan dipilih *port* untuk kategori 'USB programmer'
- memastikan *driver* 'USB Programmer' telah di-*install*.
- AT-Command yang digunakan adalah: AT+CMGS=29, ' AT+CMGS' berarti untuk mengirim SMS, dan '29' berarti jumlah panjang karakter pesan SMS tsb.

Skenarionya adalah setelah instrumen diaktifkan dan diberi sumber tegangan 5VDC maka sensor berjalan secara kontinyu. Bila di-*set* jarak objek - sensor dalam instruksi pemrograman 1 m, maka setelah sensor menerima kembali sinyal inframerah dari objek, mikrokontroler akan menghitung jaraknya; jika jarak telah terpenuhi  $\leq 1$  m, maka mikrokontroler mengaktifkan *pin* dimana RS-232 aktif dan siap mengirimkan data, lalu propagasi sinyal dihentikan.

Selanjutnya dimulai penggunaan CodeVisionAVR Evaluation v2.05.3a. Skema *flowchart* algoritma pemrograman yang dibangun terlihat pada Gambar 4. Saat sensor telah mendeteksi objek dalam jarak jangkauannya, setelah terdeteksi lebih dari lima gerakan maka sinyal dikirimkan kepada modem nirkabel untuk mengirimkan *string* 'Ada penyusup !!!' ke nomor tujuan. Namun, teks yang ditampilkan pada *mobile-station* ini harus dikonversikan dahulu ke format PDU (*Protocol Data Unit*). Format PDU pada pesan yang dikirimkan tersebut dituliskan dalam kode sebagai berikut: "07912618010000F011000D91262811570532F6000AA10417218042DBBF3F5791D0E0A8542"



Gambar 4: Flowchart algoritma pemrograman yang dibuat



Gambar 5: Skema Tata Letak dan Denah untuk alat yang dikembangkan



Gambar 6: Sensor menyala saat mendeteksi pergerakan lebih dari 5



Gambar 7: Implementasi tata letak alat yang telah dibuat



Gambar 8: Hasil pengiriman SMS di nomor tujuan

## 6. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada alat yang telah dibuat tsb dilakukan untuk beberapa aspek seperti:

- Proses pada saat sensor mendeteksi objek, sensor ini dapat mendeteksi objek berkisar antara 1 s.d 1.2m
- Waktu pengiriman data (dinyatakan dalam *propagation-delay*)
- Jenis data yang digunakan untuk pengiriman, yakni teks

Pengujian alat dilakukan pada satu ruangan dengan kondisi dan tata letak yang telah disesuaikan dengan perencanaan di awal. Percobaan dilakukan dengan menggunakan parameter jarak dan kualitas dari hasil teknik *embedded-system* yang telah dilakukan dengan baik pada sub-sistem: sensor, mikrokontroler, dan modem nirkabel.

Mekanisme pengujian dilakukan dengan cara alat dipasang pada dinding dengan ketinggian 120 cm dari atas permukaan lantai, kemudian objek dalam hal ini adalah manusia berdiri dengan jarak sesuai skenario ditetapkan di depan sensor dengan gerakan sebanyak lima kali. Setelah itu sistem akan memproses data yang kemudian mengirimkan informasi berupa SMS ke *mobile-station*. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 s.d 4.

Penggunaan sensor merupakan hal yang utama yang wajib diuji pada alat ini, karena sensor merupakan alat pemantau utama. Pengujian pada sensor dilakukan dengan melibatkan parameter jarak terhadap benda yang dimodelkan sebagai objek penghalang yang masuk ke dalam suatu area bersifat *restricted-access*. Jarak deteksi diuji pada variasi 1m s.d 1.2m antara objek dan sensor, dan hasilnya terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1: Percobaan jarak 1 meter

No.	Pengujian	Hasil
1.	Percobaan 1	Terdeteksi
2.	Percobaan 2	Terdeteksi
3.	Percobaan 3	Terdeteksi

Tabel 2: Percobaan jarak 1.2 meter

No.	Pengujian	Hasil
1.	Percobaan 1	Terdeteksi
2.	Percobaan 2	Terdeteksi
3.	Percobaan 3	Terdeteksi

Tabel 3: Percobaan jarak 1.3 meter

No.	Pengujian	Hasil
1.	Percobaan 1	Tidak terdeteksi
2.	Percobaan 2	Tidak terdeteksi
3.	Percobaan 3	Tidak terdeteksi

Tabel 3: Percobaan jarak 1.4 meter

No.	Pengujian	Hasil
1.	Percobaan 1	Tidak terdeteksi
2.	Percobaan 2	Tidak terdeteksi
3.	Percobaan 3	Tidak terdeteksi

Percobaan ini dilakukan sebanyak tiga kali berturut-turut pada saat objek, dalam hal ini adalah manusia, berdiri di depan sistem pendeteksi keamanan ruangan dan dengan jarak yang sama maka sensor akan mendeteksi adanya pergerakan. Kemudian diuji dengan jarak yang berbeda, dan dengan percobaan sebanyak tiga kali berturut-turut, begitu seterusnya.

Dalam hal *propagation-delay*, juga dilakukan tahapan pengujian dengan cara pengambilan data setiap satu jam sekali dengan cara objek disengajakan terdeteksi oleh sensor dan hasilnya terlihat pada tabel 4. Agar data yang diterima oleh sistem pendeteksi, dalam hal ini sensor, hasilnya baik; periode pengambilan data dilakukan lebih dari satu menit.

Tabel 4: Data hasil pengujian *propagation-delay* (dalam satuan detik)

No	Tanggal	Lama SMS diterima	Keterangan Status SMS
1	12/Ags/2011	16.46	SUKSES
2	12/Ags/2011	17.43	SUKSES
3	12/Ags/2011	18.40	SUKSES
4	12/Ags/2011	19.44	SUKSES
5	12/Ags/2011	20.46	SUKSES

Terlihat rata-rata *propagation-delay* terukur selama 18.438 detik. Untuk mendapatkan nilai *propagation-delay* yang lebih pasti lagi dilakukan pengujian selama dua hari dengan masing-masing lima belas kali pengamatan, per tiga slot waktu pengamatan (pk08.00, pk12.00, pk16.00). Hasilnya diperlihatkan pada tabel 5 dan 6.

Tabel 5: Data hasil pengujian tambahan *propagation-delay* hari pertama (dalam satuan detik)

No.	Waktu Pengamatan Jumat 19-08-2011		
	Pukul 08:00	Pukul 12:00	Pukul 16:00
1.	16.68	24.00	12.91
2.	21.76	20.56	38.12
3.	17.80	16.37	20.17
4.	24.20	27.64	34.51
5.	26.22	24.61	18.92
6.	20.22	35.68	25.16
7.	24.90	29.00	23.42
8.	20.05	27.20	25.26
9.	21.89	27.32	23.46
10.	19.89	21.90	38.82
11.	23.02	27.62	33.00
12.	26.29	29.67	30.83
13.	20.71	28.35	30.48
14.	37.60	30.16	31.47
15.	25.37	32.59	27.65
Rata-rata	21.99	26.84	27.61

Tabel 6: Data hasil pengujian tambahan *propagation-delay* hari ke-2 (dalam satuan detik)

No.	Waktu Pengamatan Senin 22-08-2011		
	Pukul 08:00	Pukul 12:00	Pukul 16:00
1.	08.02	18.00	19.11
2.	09.86	17.56	24.12
3.	14.59	16.37	23.16
4.	21.80	22.64	19.55
5.	13.03	20.61	22.22

6.	11.09	18.12	21.26
7.	15.91	17.00	21.22
8.	10.14	21.20	19.16
9.	09.68	19.31	18.55
10.	11.56	19.70	21.52
11.	10.25	20.62	22.00
12.	21.69	19.67	20.13
13.	13.97	18.37	23.14
14.	17.56	18.16	21.44
15.	24.87	22.19	20.15
Rata-rata	14.28	19.30	22.58

Dengan demikian didapatkan hasil keseluruhan nilai *propagation-delay* untuk dua hari tambahan ini adalah 22.1 detik. Dan bila dibandingkan dengan pengujian awal, 18.438 detik, terlihat tidak terlalu berbeda signifikan; dengan demikian *propagation-delay* untuk SMS menggunakan sistem deteksi akses-masuk *illegal* selama 20.269 detik.

## 7. PENUTUP

Teknik *embedded-system* telah berhasil dilakukan untuk membangun sistem deteksi akses-masuk *illegal* sebagai pencegahan terjadinya tindakan penggunaan properti tanpa seijin atau sepengetahuan pemiliknya. Teknik *embedded-system* yang diterapkan direpresentasikan dalam penggabungan sub-sistem mulai dari modul mikrokontroler, sensor PIR, serta modem nirkabel dengan hasilnya telah berhasil dilakukan dan berjalan dengan baik; dimana dibuktikan dengan bekerjanya instrumen sesuai program yang telah dibuat.

Demikian juga pemanfaatan sensor PIR sebagai alat pemantau dan pendeteksi objek, dalam hal ini manusia, telah berhasil dilakukan; dimana hasil pengujian menunjukkan instrumen bekerja dengan baik dan telah teruji pada parameter jarak optimal 1.2 meter antar sensor dan objek. Untuk sensitivitas sensor PIR efektif bekerja pada *range* jarak 1 s.d 1.2 meter, dan hasil pengamatan *propagation-delay* menunjukkan lamanya SMS diterima sejak objek terdeteksi oleh sensor selama 20.269 detik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ATMEL, 2010. *8-bit AVR Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash, ATmega 16 - ATmega 16L*.
- [2] Gadre, D. V. 2001. *Programming and Customizing The AVR Microcontroller*. McGraw-Hill.
- [3] Heath, S. 2003. *Embedded-Systems Design, Second Edition*. Newnes.
- [4] Pont, M.J. 2002. *Embedded C tutorial with 8051*. Addison-Wesley.
- [5] Simamora, S.N.M.P., Dwina Sari, C. R., Ferdian. "Desain dan Implementasi QR-Code dan SMS-Gateway dalam Mendukung Layanan Perpustakaan dengan berbasis Terminal-Client", Proc. Of KNSI, 23-24 Februari 2012, Denpasar, Indonesia. ISBN: 9786029876802.
- [6] Simamora, S.N.M.P., Rodiyah, A., Puncuna, I., "Analisis dan Pengujian Waktu Pengiriman Faks untuk Soft-copy ke Hard-copy melalui Jaringan Telepon Bergerak", Jurnal TEKNO Insentif, Kopertis Wilayah IV Jawa Barat, Volume 5 No. 1, Juli 2011. hal: 14-21. ISSN: 1907-4964.