

JURNAL

ISSN 1411-8289

Elektronika dan Telekomunikasi

VOLUME 7, NOMOR 1

Januari - Juni 2007

Akreditasi LIPI No. 72/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007



LIPI

PUSAT PENELITIAN ELEKTRONIKA DAN TELEKOMUNIKASI
LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA

J. El. Kom	Vol. 7	No. 1	Hal. 1 - 41	Bandung Januari 2007	ISSN 1411-8289
------------	--------	-------	-------------	-------------------------	-------------------

JURNAL Elektronika dan Telekomunikasi

SUSUNAN REDAKSI

Penanggung Jawab : Kepala Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi,
(PPET - LIPI)

Dewan Redaksi : Prof. Dr. M. Barmawi
Prof. Ir. Ahmadi Djajasugita M.Sc
Prof. Dr. Ir. Soegijardjo Soegijoko
Prof. Dr. Ir. Djoko Hartanto
Dr. Anung Kusnowo, M.Tech
Dr. Masbah RT. Siregar
Dr. Totok MS Soegandi, APU
Dr. Goib Wiranto
Ir. Sukarna Djaja, APU
Ir. Rustini S. Kayatmo, DIC
Ir. Yahya Sukri
Ir. Elly Herlia Effendi
Syamsu Ismail, ST

**Redaksi Pelaksana
Ketua** :
: Ir. Yuyu Wahyu, MT

Anggota : Ir. Pamungkas Daud
Deni Permana, ST
Dedi, ST
Bagus Edy Sukoco, ST
Drs. Slamet Widodo

Sirkulasi : Lilis Retnaningsih, Ssi
Endang Ridwan

Alamat Redaksi : Seksi JASA DAN IFORMASI
PPET - LIPI
Jl. Sangkuriang Bandung 40135
Tlp. (022) 250 4661 Fax. (022) 250 4659
E-mail : info@ppet-lipi.go.id

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
1. Implementasi Radio Frekuensi Identification pada Layanan Jasa Parkir (<i>Pamungkas Daud dan Dadin Mahmudin</i>)	1 - 6
2. Pemilihan Bahan Pasta untuk Pembuatan Rangkaian MCM (Multi Chip Module) dengan rancangan dua sisi	7 - 11
(<i>Lilis Retnaningsih, Lia Muliani, Gandi Sugandi</i>)	
3. Pengaman Arus Kontinu pada Sistem Pengapian Motor Bakar	12 - 20
(<i>Deni Permana dan Syamsu Ismail</i>)	
4. Pengamanan Data Dengan Metoda Knapsack	21 - 26
(<i>Teguh, Praludi, Arief Suryadi S, Ros Sariningrum</i>)	
5. Simulasi Penentuan Posisi Mobile Station Dengan Antena Larik Adaptif dan Algoritma LMS	27 - 32
(<i>Aloysius Adya P, Arief Suryadi S, Asep Yudi H.</i>)	
6. Sistem Pengukuran Saluran Telepon Pada Jarlokot	33 - 41
(<i>Asep Yudi Hercuadi dan Ros Sariningrum</i>)	

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Salam Sejahtera untuk kita semua

Pembaca Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi yang budiman.

Kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia sehingga Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi dapat terbit dihadapan para pembaca semua.

Pada terbitan Volume VII, nomor 1 ini meliputi bidang komponen mikroelektronika, bidang elektronika dan bidang telekomunikasi sesuai dengan bidang kompetensi kami dengan judul-judul antara lain : *Implementasi Radio Frekuensi Identification pada Layanan Jasa Parkir, Pemilihan Bahan Pasta untuk Pembuatan Rangkaian MCM (Multi Chip Module) dengan rancangan dua sisi, Pengaman Arus Kontinu pada Sistem Pengapian Motor Bakar, Pengamanan data dengan Metode Knapsack, Simulasi Penentuan Posisi Mobile Station dengan Antena Larik, dan Sistem Pengukuran Saluran Telepon pada Jarlokot.*

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca untuk perbaikan jurnal ini agar lebih berkualitas dan berkuantitas. Mudah-mudahan apa yang kami sajikan dapat menambah wawasan informasi dan bermanfaat bagi kita semua.

Redaksi

Implementasi Radio Frequency Identification Pada Layanan Jasa Parkir

Pamungkas Daud*),Dadin Mahmudin*)

*)Peneliti Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET-LIPI),

Jl. Sangkuriang Bandung 40135

e-mail: pmkdaud@ppet.lipi.go.id

Abstract

Radio Frequency Identifications (RFID) using electromagnetic wave for data transmitting between Tag and Reader. This technology also can be implemented in Parking System, which tag put in the car and reader at the exit gate or at the out side gate

Key words : *electromagnetic, tag, reader*

Abstrak

RFID merupakan teknologi identifikasi barang menggunakan Gelombang radio. RFID menggunakan gelombang elektromagnetik untuk pengiriman data antara tag dan reader. Teknologi ini dapat diaplikasikan pada suatu sistem parkir, dimana tag terdapat pada kendaraan atau dibawa pemilik kendaraan dan reader dipasang pada pintu masuk dan keluar areal parkir.

Kata kunci : *elektromagnetik, tag, reader*

1. Pendahuluan

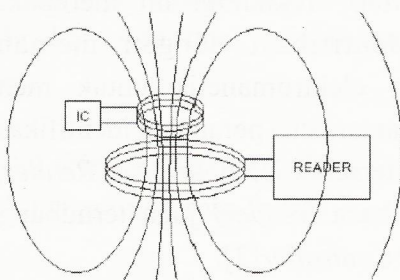
Perkembangan teknologi selalu mengarah ke suatu sistem yang cepat, aman, praktis, mudah, dan kompak. Ini berlaku dalam semua bidang kehidupan. Dalam suatu masyarakat yang memiliki mobilitas tinggi, perlu dipikirkan suatu sistem yang dapat mendukung kegiatan sehari-hari. Kegiatan tersebut bisa berupa suatu sistem komputasi skala besar yang rumit maupun sesuatu yang sederhana, parkir kendaraan misalnya. Sistem parkir konvensional biasanya dilakukan oleh beberapa orang petugas parkir. Pelanggan diberikan semacam tiket sebagai bukti penitipan kendaraanya. Tiket tersebut harus ditunjukkan ketika pelanggan ingin meninggalkan area parkir serta membayar ongkos parkirnya. Hal ini kurang cepat dan kurang praktis, serta dapat menimbulkan masalah keamanan. Oleh karena itu perlu dipikirkan cara lain dalam sistem parkir, salah

satunya ialah mengubah metode identifikasi konvensional dengan metode yang otomatis. Dalam bidang identifikasi terdapat teknologi yang terbilang baru, yaitu RFID (*Radio Frequency Identification*). Teknologi ini merupakan suatu sistem identifikasi dengan memanfaatkan gelombang elektromagnetik untuk mengadakan hubungan antara dua perangkat identifikasi. Kedua perangkat tersebut ialah *Tag* dan *Reader*, dimana perangkat baca (*reader*) juga terhubung dengan suatu *Host Controller*[2].

1.1. Tag

Tag merupakan suatu kartu khusus yang ditempelkan pada barang atau produk tertentu yang akan diidentifikasi. Tag yang terdapat pada barang yang akan diidentifikasi tersebut akan berkomunikasi dengan perangkat baca. Perangkat baca membaca data pada tag dan mengirimkannya

ke *host interface* untuk diinterpretasikan dan diolah lebih lanjut. Di dalam sebuah *tag* terdapat antara lain; antena, memori, modulator, dan perangkat lain yang mendukung. Dalam bahasan ini, *tag* dapat dipasang pada mobil yang akan menggunakan jasa layanan parkir ini. *Tag* dapat berupa *Tag* aktif (*active tag*) ataupun *Tag* pasif (*passive tag*). *Tag* aktif menggunakan baterai dalam menghasilkan gelombang elektromagnet. Sedangkan *Tag* pasif memperoleh daya dari gelombang elektromagnetik dari luar yang diubah menjadi arus listrik. *Tag* sendiri merupakan bentuk kompak dari beberapa komponen penyusunnya. Di dalam sebuah *tag* terdapat antara lain antena, Penyearah (*rectifier*), *modulator*, *clock generator*, serta memori *internal*. Pada *Tag* pasif, *tag* memperoleh energi dari kopling induktif yang dihasilkan oleh gelombang elektromagnet yang dihasilkan perangkat baca. Kopling induktif dihasilkan pada perangkat induktif, misalnya antena yang berbentuk koil atau *loop* dan kapasitor. Kopling induktif hanya berlaku pada daerah medan dekat reader. Sehingga daya yang diperoleh tag dipengaruhi oleh jarak antara *tag* dengan perangkat baca.



Gambar 2.2 Antena IC dan Reader Secara Efektif Membentuk suatu Transformer

1.2. Perangkat baca (*Reader*)

Perangkat baca merupakan perangkat yang dapat memancarkan medan elektromagnetik untuk mengaktifkan *tag*. Ketika *tag* memasuki medan elektromagnetik Perangkat baca, *tag* akan menerima

gelombang elektromagnetik tersebut dan mengubahnya menjadi arus listrik untuk mengaktifkan *tag* tersebut. *Tag* tersebut kemudian akan mengirimkan data yang tersimpan di memori internalnya kepada Perangkat baca. Perangkat baca akan membaca data ini sebagai serangkaian bit-bit. Untuk menghindari terjadinya tumbukan antara data yang dikirim oleh beberapa *tag* secara bersamaan, *reader* menggunakan metode TDMA (*Time Division Multiple Access*)[1]. Dengan metode ini, hanya satu *tag* yang diizinkan untuk berkomunikasi dengan Perangkat baca pada satu *Time slot*.

1.3. Host Controller

Perangkat selanjutnya adalah *host interface* yaitu berupa suatu sistem komputer untuk mengolah data. Sistem ini dilengkapi perangkat lunak (*software*) khusus yang dapat membaca sederetan bit-bit yang diterima Perangkat baca. Kemudian sistem akan menginterpretasikan data tersebut sehingga bisa dimengerti oleh pengguna (*user*), atau mengolahnya ke tipe data lain untuk keperluan pengolahan yang lebih lanjut. Sistem RFID dapat menggunakan berbagai macam frekuensi tergantung desain yang kita buat, namun biasanya digunakan frekuensi 13,56 MHz karena frekuensi ini telah digunakan secara luas. Frekuensi 13,56 MHz termasuk dalam band ISM (*Industry, Scientific, and Medical*). Dalam prakteknya ada beberapa hal yang perlu dikompromikan dalam desain sistem RFID. Diantaranya ialah pemilihan frekuensi kerja, dimana semakin tinggi frekuensi akan meningkatkan jarak baca namun penyerapan gelombang lebih tinggi pula. Selain itu, juga terdapat *trade off* dalam hal transmisi data. Data yang dikirimkan oleh *tag* haruslah sekecil mungkin karena dibatasi oleh *bandwidth* yang kecil. Format data yang cocok untuk sistem ini ialah format ASK (*Amplitude Shift Keying*) dimana perubahan nilai

data direpresentasikan oleh perubahan amplitudo[1].

2. Tag RFID Sebagai Kartu Prabayar Pada Layanan Jasa Parkir

Disini akan dibahas mengenai beberapa hal yang dibutuhkan untuk membangun suatu aplikasi RFID sebagai kartu prabayar pada layanan parkir. Salah satu kelebihan dalam penggunaan Teknologi RFID adalah kemudahan serta efisiensi waktu. Dengan hanya mendekati *tag* ke Perangkat baca, maka seorang pemilik *tag* dapat melakukan suatu transaksi. Selain itu otomatisasi juga diterapkan dalam hal pembayaran parkir. Pelanggan cukup mendaftar untuk mendapatkan *tag* atau kartu parkir dan ketika keluar masuk area parkir, secara otomatis sistem akan mengurangi kredit yang tersimpan di kartu atau *tag* pelanggan tersebut. *Tag* ini dapat berupa kartu yang dibawa pelanggan ataupun berupa stiker atau kartu yang dapat dipasang di dalam kendaraan. Dalam pembahasan selanjutnya akan dibahas penggunaan RFID sebagai kartu prabayar pada jasa layanan parkir

2.1. Perangkat

Untuk membangun aplikasi ini, dibutuhkan beberapa perangkat meliputi perangkat lunak maupun perangkat keras.

2.1.1 Perangkat Keras/Hardware

Perangkat keras yang digunakan berkaitan dengan alat atau perangkat seperti:

a. Komputer

Dibutuhkan beberapa buah komputer (minimal 3 buah). Sebuah komputer sebagai terminal *server* dan dua buah komputer sebagai terminal *client* dan bisa terhubung satu sama lain dengan menggunakan protokol TCP/IP.

b. Perangkat baca (reader)

yaitu Perangkat baca yang dapat membaca data dari *tag*

c. Kamera digital/*Webcam*.

Digunakan untuk mengambil gambar pada saat kendaraan akan memasuki tempat parkir.

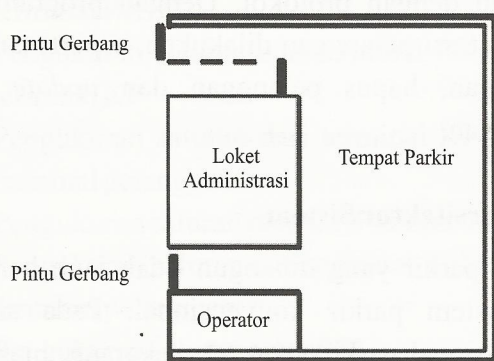
2.1.2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak digunakan untuk menginterpretasikan data dari *tag*. Selain itu juga diperlukan perangkat lunak yang mampu bekerja dalam jaringan dengan protokol. Dengan program ini, administrasi pelanggan dilakukan, seperti tambah pelanggan, hapus pelanggan dan *update* data pelanggan.

2.2 Arsitektur Sistem

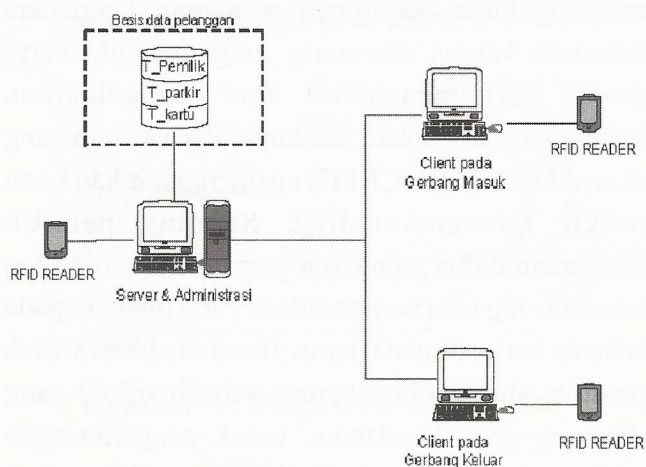
Sistem parkir yang dibangun tidak jauh berbeda dari sistem parkir konvensional. Pada sistem konvensional parkir yang ada sekarang, biasanya menggunakan sebuah kartu parkir biasa sebagai bukti parkir. Pelanggan/pemilik kendaraan diberi sebuah kartu parkir pada saat memasuki area parkir dengan nomer kartu acak, sehingga data mengenai kartu parkir yang diberikan dengan ciri-ciri kendaraan tidak dicatat oleh operator. Hal ini memungkinkan terjadinya pencurian kendaraan bermotor karena seseorang yang memiliki kartu parkir bisa mengambil atau mengeluarkan kendaraan yang bukan miliknya. Pada sistem yang akan dikembangkan, RFID *tag* menggantikan kartu parkir konvensional[3]. Seorang pemilik kendaraan harus mendaftar guna memperoleh *tag* tersebut. *Tag* bisa berupa sirkuit yang ditanam pada sebuah kartu dimana kartu tersebut dibawa oleh pemilik, ataupun bisa berupa sebuah sirkuit yang dipasang pada kendaraan, untuk pengembangan lebih lanjut bisa berupa stiker yang ditempel di bagian dalam kendaraan. Dengan memiliki *tag*

tersebut, pelanggan bisa memperoleh akses keluar dan masuk lahan parkir. Perhitungan biaya parkir diolah di *host interface* oleh program aplikasi, biaya parkir akan dikurangi dari sisa kredit di *tag* tersebut. Sistem ini dapat dilengkapi dengan sebuah kamera digital yang akan merekam ciri-ciri fisik kendaraan. Kendaraan yang akan masuk akan direkam oleh kamera dan ketika akan keluar, gambar kendaraan akan dicocokkan oleh seorang operator. Di sini masih diperlukan seorang operator untuk mengawasi keluar masuk kendaraan karena pencocokan gambar dilakukan secara manual.



Gambar 3.2 Sistem Parkir

Perancangan aplikasi sistem parkir ini menggunakan arsitektur *Server Client*, dimana setiap *client* dihubungkan dengan sebuah RFID *Perangkat baca*.



gambar 3.3: Arsitektur Sistem Parkir

Sebuah *client* digunakan pada aplikasi gerbang masuk dan satu *client* lagi digunakan pada aplikasi gerbang keluar. *Server* sekaligus difungsikan sebagai administrator yang bertugas mengelola basis data, serta melakukan pendaftaran pelanggan dan memberikan laporan.

Pada *server* perlu digunakan suatu aplikasi yang mampu menangani proses administrasi, diantaranya[3]:

- manajemen basis data pelanggan, diantaranya adalah menambah pelanggan baru, merubah data pelanggan, serta penghapusan pelanggan.
- melakukan aktivasi *tag*, melakukan penerbitan kartu parkir baru bagi pelanggan baru, serta isi ulang kredit kartu parkir pelanggan yang sudah *expired*.
- *card error handling*, penanganan kerusakan kartu.
- melakukan *updating expired date*
- memberikan laporan data-data yang berhubungan dengan sistem parkir.

Pada sisi *client* perlu ada suatu program aplikasi (Aplikasi Parkir) yang mampu menangani dan mencatat keluar masuk kendaraan, serta melaporkan ke program di sisi *server*. Aplikasi parkir merupakan aplikasi dalam sistem parkir yang langsung berhubungan dengan proses parkir. Aplikasi parkir terdiri atas 2 aplikasi, yaitu Aplikasi Parkir Masuk dan Aplikasi Parkir Keluar. Seorang pelanggan yang akan memarkir kendaraannya, sebelum dapat memasuki gerbang masuk, harus melakukan validasi *tag* (kartu) yang dimilikinya pada Aplikasi Parkir Masuk. Pada saat Perangkat baca mendeteksi keberadaan *tag* di medan antena Perangkat baca, Perangkat baca tersebut akan meminta *tag* untuk memberikan data, kemudian proses selanjutnya ditangani oleh Aplikasi Parkir

Masuk. Aplikasi meminta Perangkat baca untuk membaca memori *tag*, yang berupa data *Id* pemilik, *no tag* dan sisa pulsa pelanggan. Setelah data tersebut diperoleh, dilakukan validasi terhadap data-data tersebut, dengan mencocokkannya pada data yang ada basis data pelanggan. Apabila data-data tersebut dinyatakan sesuai, maka aplikasi akan melakukan proses pengambilan gambar pada kendaraan yang dipakai. Setelah semua proses tersebut berhasil, data yang berkaitan dengan parkir untuk pelanggan tersebut disimpan dalam basis data dan pintu gerbang akan membuka secara otomatis. Pada Aplikasi Parkir Masuk tidak diperlukan adanya operator. Hal ini dikarenakan oleh aplikasi yang dapat melakukan semua *routin* program tersebut secara otomatis dan sebagai pengaktif proses parkir masuk adalah deteksi *tag* oleh Perangkat baca pada saat pengguna mendekati *tag* ke Perangkat baca. Proses yang terjadi pada aplikasi Parkir Keluar hampir sama dengan proses pada Aplikasi Parkir Masuk. Perangkat baca akan mendeteksi keberadaan *tag* pada antena Perangkat baca, kemudian meminta agar *tag* mengirimkan data-data yang ada pada *tag*. Aplikasi melakukan validasi terhadap data-data tersebut. Apabila data tersebut sesuai, maka proses selanjutnya adalah ditampilkan data gambar yang disimpan dalam basis data pelanggan. Pada aplikasi parkir keluar diperlukan seorang operator yang bertugas mencocokkan gambar yang ditampilkan oleh aplikasi dengan kendaraan yang dinaiki pelanggan pada saat akan keluar tempat parkir. Setelah operator menyatakan bahwa kendaraan yang dipakai sama, dilakukan *updating* basis data pelanggan berupa jam keluar, data gambar dan biaya parkir. Biaya parkir dihitung berdasarkan pada durasi pelanggan tersebut memarkir kendaraannya. Pembayaran dilakukan dengan didebet dari kredit pelanggan tersebut.

3. Analisa Sistem

Sistem parkir dengan menggunakan RFID *Tag* sebagai kartu prabayar merupakan salah satu aplikasi penggunaan teknologi RFID terutama dalam bidang transportasi. Keamanan, kerahasiaan data serta kecepatan transaksi merupakan alasan utama digunakannya RFID ini. Sistem prabayar merupakan suatu sistem yang akan memudahkan pelanggan dalam melakukan pembayaran pada suatu transaksi[1]. Untuk setiap transaksi yang dilakukan, uang tunai tidak digunakan dalam pembayaran biaya parkir, melainkan pembayaran dilakukan dengan sistem pengurangan kredit yang dimiliki pelanggan. Hal ini tentunya akan sangat memudahkan pelanggan.

3.1 Kelebihan Sistem

Implementasi sistem parkir prabayar ini memiliki beberapa manfaat yang dapat memberikan solusi kemudahan bagi sistem parkir. Sistem parkir ini tentunya juga memiliki beberapa kelebihan serta kekurangan antara lain:

- Proses parkir akan dapat berlangsung dengan cepat dan mudah. Proses parkir berlangsung secara otomatis, ketika Perangkat baca mendeteksi keberadaan kartu, maka secara otomatis aplikasi parkir akan memproses transaksi pelanggan.
- Pemilik mobil dapat melakukan parkir sewaktu-waktu (24 jam) karena aplikasi parkir tidak pernah dimatikan, kecuali pada saat terjadi gangguan.
- Proses pembayaran biaya parkir dan perhitungan akan lebih mudah karena dilakukan secara otomatis oleh aplikasi menggunakan sistem prabayar.
- Memiliki keamanan yang tinggi karena kendaraan yang akan keluar diperiksa terlebih dulu, dicocokkan dengan data gambar pada saat masuk.

- Hanya kartu dengan mobil yang sesuai yang bisa mengeluarkan kendaraan dari tempat parkir.
- Kartu parkir dapat digunakan berulang-ulang. Selama belum terjadi kerusakan fisik pada kartu, kartu parkir dapat digunakan selamanya. Untuk kartu yang sudah melewati masa aktif, masih dapat digunakan dengan melakukan aktivasi kartu.
- Akan memberikan sistem manajemen data parkir yang lebih bagus, karena data-data parkir langsung disimpan pada basis data pelanggan pada *server*

3.2. Kekurangan Sistem

Dari pembahasan di atas teknologi RFID yang diaplikasikan pada sistem parkir, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Sistem parkir hanya akan bekerja jika terminal *server* dan terminal *client* aktif atau dihidupkan, karena apabila salah satu mati maka proses parkir tidak dapat berlangsung. Ketika *server* mati, maka *client* tidak bisa melakukan *request* data pelanggan, mengakibatkan kegagalan validasi, dan ketika *client* mati maka proses parkir tidak dapat dilakukan karena aplikasi parkir ter *install* pada komputer *client*.
- Pelanggan harus memiliki kartu parkir terlebih dulu sebelum dapat menggunakan fasilitas parkir dengan cara melakukan pendaftaran.
- Sistem ini membuat privasi pelanggan terganggu karena pelanggan tersebut dapat diketahui keberadaan maupun kebiasaannya.

Mengingat banyaknya keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan sistem ini, menurut penulis sistem ini layak untuk diterapkan,

terutama di kota-kota besar dengan tingkat mobilitas penduduk yang tinggi.

4. Kesimpulan

Dari pembahasan di atas dapat kita simpulkan beberapa hal, yaitu :

- RFID merupakan teknologi pengidentifikasian dengan menggunakan frekuensi radio.
- RFID dapat digunakan dalam berbagai bidang kehidupan.
- Dalam sistem parkir yang menggunakan teknologi RFID, diperoleh peningkatan kualitas layanan parkir seperti keamanan, kecepatan, serta kenyamanan pelanggan.
- RFID *tag* dapat digunakan untuk *multi* aplikasi, yaitu satu *tag* untuk beberapa macam layanan, misal *tag* langganan jalan tol sekaligus untuk parkir.

Ucapan Terimakasih

Penelitian RFID ini didanai melalui DIP Tematik PPET-LIPI tahun anggaran 2004 untuk itu kami ucapkan terimakasih atas terlaksananya penelitian tersebut

5. Daftar Pustaka

1. Sanjay E. Sarma, Stephen A. Weis, Daniel W. Engels, "RFID Systems and Security and Privacy Implications", *Massachusetts Institute of Technology*, 2004.
2. Bob Scher, "Introduction to RFID", *Dynasys*, 2004.
3. Yuyu Wahyu, Pamungkas Daud, "Teknologi Radio Frekuensi Identification (RFID)", *LIPI*, 2004.

Pemilihan Bahan Pasta untuk Pembuatan Rangkaian MCM (Multi Chips Module) dengan Rancangan Dua Sisi

Lilis Retnaningsih, Lia Muliani dan Gandi Sugandi

Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Jl. Cisit No. 21/154 D, Bandung 40135

Telp. : (022)2504660; 2504661

Fax. : (022)2504659

E-mail: retna@ppet.lipi.go.id

Abstract

In the development of electronics component technology, high density fabrication followed by high performance are applied. MCM IC technology is one of hybrid fabrication technology in which both side of the ceramic alumina substrate are applied. In this technique, thick film process is chosen.

This paper describes fabrication technology of telecommunication module, where there different conductors paste, and two different dielectrics paste are applied to observe the influences of these materials to the devices performance.

Keyword : multichips module, ceramic, thik film hybrid

Abstrak

Pada perkembangan teknologi proses pembuatan komponen elektronika, telah banyak dilakukan teknik-teknik perancangan rangkaian untuk mendapatkan rancangan dengan komponen yang lebih padat dan memiliki kehandalan yang cukup tinggi. Salah satu teknik yang digunakan adalah teknik MCM-C dengan dua sisi. Teknologi ini banyak diaplikasikan pada berbagai peralatan telekomunikasi, industri, otomotif dan berbagai peralatan militer. Pada teknik ini digunakan teknologi proses film tebal, dengan substrat sebagai media untuk mencetak bahan pasta, pasta yang digunakan berupa pasta konduktor sebagai jalur koneksi, pasta dielektrik sebagai penyekat antara konduktor atas dan konduktor bawah dan pasta resistor dengan beberapa nilai resistivitas. Pada makalah ini dibahas pengaruh pemilihan bahan pasta yang digunakan pada pembuatan modul telekomunikasi dengan teknik cross over pada dua sisi substrat. Yaitu dengan membandingkan tiga jenis pasta konduktor dan dua jenis pasta dielektrik cross over, Untuk mendapatkan hasil proses yang baik dan sesuai dengan rancangan.

Kata Kunci : multichip modul, keramik, hibrid film tebal

1. Pendahuluan

Pada teknologi hybrid IC, film tebal merupakan salah satu jenis komponen yang sangat berperan dalam pembentukan suatu modul peralatan elektronika [1]. Teknologi proses film tebal semakin lama perkembangannya membutuhkan teknik proses yang lebih baik untuk mencapai tingkat kerapatan rangkaian yang lebih

tinggi. Salah satu teknik yang dilakukan adalah MCM (*multi chips module*) dengan system dua sisi (*double sided*), yang melalui banyak tahapan proses. Pembuatan komponen hybrid film tebal melalui beberapa tahapan proses dan memerlukan banyak bahan, selain bahan-bahan yang sudah tertentu diperlukan juga ketepatan pemakaian antara satu dan bahan yang lainnya. Hal ini

diperlukan karena dalam proses pembuatannya bahan-bahan tersebut saling berinteraksi dan bereaksi. Bahan pasta yang digunakan pada pembuatan rangkaian MCM berupa pasta konduktor, pasta dielektrik dan pasta resistor. Ketiga pasta ini memiliki fungsi yang berbeda-beda, pasta tersebut dicetak di atas substrat Alumina dengan kemurnian 96%. Pasta yang dicetak tersebut merupakan komponen pasif berupa konduktor, resistor dan dielektrik sedangkan komponen aktif dapat berupa SMD (surface mount devices) yang akan disolderkan di atas jalur konduktor. Pada rangkaian ini ketiga pasta saling bersentuhan, sehingga pemilihan bahan yang tepat sangat diperlukan. Bahan pasta yang digunakan dibentuk dari bahan kimia yang memiliki campuran yang berbeda sesuai dengan fungsinya. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, hasil cetakan pasta tersebut kemudian dibakar di atas tungku. Rangkaian MCM ini dibuat dengan teknik crossover dan dibuat pada kedua sisi substrat, hal ini untuk memadatkan rangkaian dan menghemat bahan dan ruang.

2. Komposisi Bahan Pembentuk Pasta

Pasta yang digunakan dalam proses pembuatan rangkaian film tebal terdiri atas pasta konduktor, pasta dielektrik dan pasta resistor. Ketiga jenis pasta ini dibentuk dari bahan yang berbeda sesuai dengan fungsinya masing-masing. Pasta konduktor biasanya dibentuk dari bahan bahan logam atau paduan logam, senyawa gelas dan senyawa organik. Bahan yang umumnya digunakan antara lain Palladium, Perak, emas atau campuran Palladium perak, Platinum-Emas.[2] Senyawa logam berfungsi sebagai pengikat partikel serta pembentuk lapisan yang akan menempel pada substrat. Dalam aplikasi proses, pasta konduktor harus diperhatikan nilai konduktivitasnya, temperatur pembakaran, metoda

interkoneksi, tampilan fisik setelah hasil pembakaran, serta ketepatan dengan pasta lain[3]. Hal ini dikarenakan pasta konduktor banyak memiliki fungsi antara lain sebagai jalur koneksi, tempat pemasangan divais, elektroda untuk kapasitor, untuk pemasangan lead dan lain-lain.

Pasta dielektrik dapat berfungsi sebagai kapasitor, crossover maupun multilayer bergantung kepada kebutuhan penggunaan. Bahan pasta yang digunakan sebagai dielektrik crossover harus memiliki sifat bebas dari alkali, hal ini penting untuk memperkecil perpindahan ion-ion Alkali seperti Natrium yang aktif dan akan dapat menurunkan sifat dielektrik pada crossover[2]. Lapisan dielektrik crossover harus memiliki konstanta dielektrik yang kecil, untuk memperkecil efek kapasitansi yang terjadi. Lapisan crossover harus memberi sifat isolasi yang baik antara konduktor atas dan bawah. Untuk bahan crossover dibutuhkan bahan yang mengandung glass keramik yang tinggi, agar pada tahap pembakaran mendapat hasil yang baik. Bahan pasta yang biasa digunakan adalah Barium Titanate ($BaTiO_3$) dan lead Zirconate Titanate. Bahan Barium Titanate biasanya diberi zat Strontium, Calcian atau timah. Bahan tersebut harus mempunyai viskositas yang rendah terhadap temperatur pembakaran, dan tidak meleleh pada saat proses pembakaran [1]

Crossover harus mempunyai koefisien muai panas yang sesuai dengan substrat alumina. Pasta konduktor yang digunakan untuk aplikasi crossover harus tidak mengandung Frits atau flux yang dapat bereaksi dan berdifusi dengan dielektrik, yang dapat menyebabkan panas, gelembung dan lubang pada permukaan yang dapat menyebabkan terjadinya hubungan pendek antara konduktor atas dan bawah.

Pasta resistor memiliki sheet resistivitas yang berbeda-beda bergantung kepada komponen

bahan pembentuknya serta prosentase campuran bahan. Bahan pembentuk pasta resistor biasanya dari Karbon atau Ruthenium.

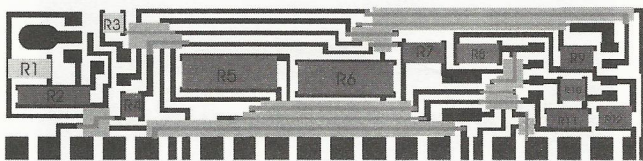
3. Proses Pembuatan Rangkaian

Pada pembuatan rangkaian MCM dengan teknik cross over melalui beberapa tahapan proses, antara lain persiapan screen sebagai alat cetak komponen di atas substrat, proses pencetakan pasta di atas substrat, pengeringan pasta hasil cetakan kemudian pembakaran pasta pada suhu 850°C.

Bahan-bahan yang digunakan antara lain :

- Substrat Alumina 96%
- 3 macam pasta konduktor dengan kandungan bahan yang berbeda
- 2 macam pasta dielektrik dengan kandungan bahan yang berbeda
- 4 macam pasta resistor dengan sheet resistivitas yang berbeda

Jumlah screen yang dibuat disesuaikan dengan jumlah kebutuhan rangkaian yang dicetak. Untuk memperoleh hasil yang presisi dan kerataan permukaan hasil cetakan, diperlukan screen dengan ukuran 325 mesh. Dibawah ini adalah gambar rangkaian Slick yang akan diproses dengan teknologi hybrid film tebal, merupakan salah satu komponen pada modul telekomunikasi.



Gambar 1 : Rangkaian Slick yang diproses

Pertama pencetakan dilakukan untuk membuat lapisan konduktor, dengan menggunakan pasta konduktor Dupont 6125, kedua pasta konduktor shoe D5670 dan ketiga pasta konduktor shoe D4022. Pencetakan pasta dilakukan pada kondisi proses yang sama, dan dicetak pada kedua sisi

substrat yang sebelumnya telah dikeringkan dahulu, hasilnya kemudian dikeringkan lagi lalu dibakar.

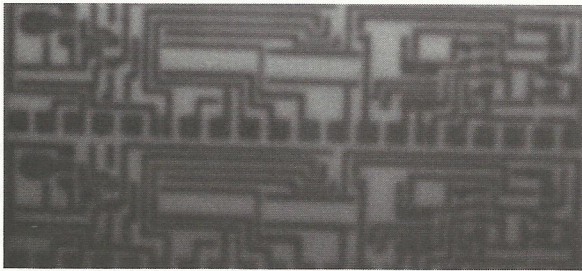
Proses selanjutnya adalah pencetakan pasta dielektrik di atas pasta konduktor, fungsi pasta dielektrik sebagai cross over atau isolasi. Pencetakan dilakukan di atas jalur konduktor dengan menggunakan pasta dielektrik shoe G-5222N dan pasta dielektrik Dupont 9507, kedua pasta dielektrik ini memiliki kandungan bahan dan warna yang berbeda. Setelah pasta dibakar kemudian di atasnya dicetak konduktor atas lalu dibakar kembali. Proses diatas dilakukan sama untuk bagian sisi yang lain dari substrat alumina.

Pada saat proses pembakaran terjadi beberapa reaksi antara lain :

- a. Reaksi antar komponen pembentuk pasta itu sendiri.
- b. Reaksi antara bahan pembentuk pasta dan substrat
- c. Reaksi antara bahan pembentuk pasta dan udara di dalam furnace
- d. Reaksi antara komponen dengan jenis pasta yang berbeda.

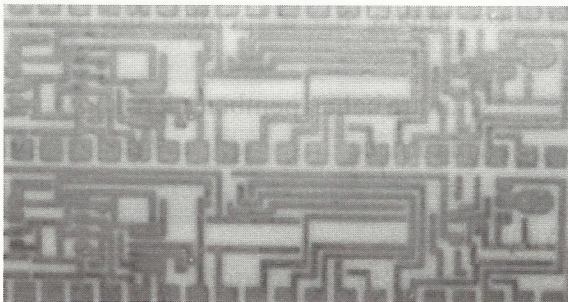
4. Hasil Proses dan Analisa

Dari hasil proses yang telah dilakukan dihasilkan tiga macam rangkaian dengan bahan pasta yang berbeda. Ketiga rangkaian tersebut dilihat secara visual dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10X. Hasil yang didapat menunjukkan dari tampilan fisik bahwa ketiga jenis konduktor tersebut memiliki warna yang berbeda, kerataan permukaan yang berbeda serta presisi jalur yang berbeda pula. Untuk jenis pasta Dupont 6125 jalur yang diperoleh tipis, dengan permukaan rata, garis sisi relative rata, warnanya abu gelap, memiliki nilai resistansi 0,6 ohm. Seperti yang terlihat pada gambar 2.



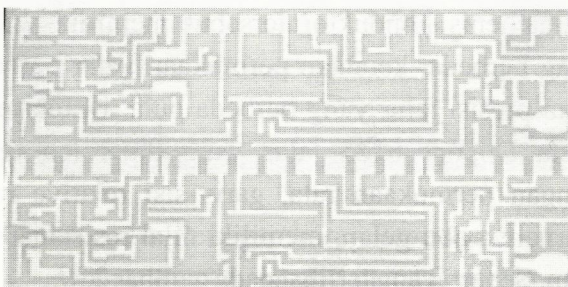
Gambar 2: Konduktor Pasta Dupont 6125

Hasilnya lebih tipis karena viskositasnya rendah sehingga banyak bahan yang menguap. Pasta Shoe 5670 permukaan jalurnya lebih halus, hasilnya tidak menipis, garis sisi lebih presisi, warna abu muda dan memiliki nilai resistansi 0,2 ohm. Pengukuran dilakukan pada jalur konduktor pada kaki ke 1. Seperti yang terlihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3: Konduktor Pasta Sh 5670

Pasta Shoe D4022 permukaan jalurnya kasar, garis pinggir kurang rata, warna perak dan nilai resistansinya 0,4 ohm. Seperti yang terlihat pada gambar 4 di bawah ini.

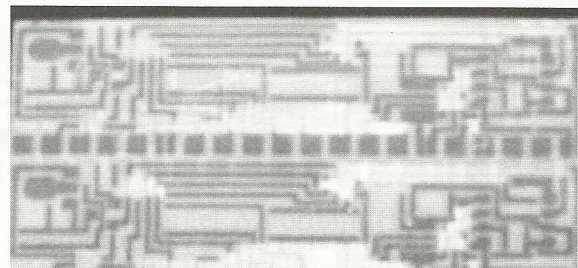


Gambar 4 : Konduktor Pasta Shoe D4022

Dari ketiga hasil pengamatan yang dilakukan, untuk pasta konduktor Dupont 6125 kandungan bahannya merupakan paduan Paladium dan sebagian kecil perak, hal ini terlihat dari warna yang diperoleh relatif gelap, pasta ini kurang baik untuk digunakan sebagai jalur konduktor karena nilai resistansinya paling besar yaitu 0,4 ohm karena hal ini akan berpengaruh pada nilai resistor yang akan dipasang di atasnya.

Pasta konduktor Shoe D4022, pasta ini juga kurang baik jika digunakan untuk jalur konduktor bawah karena terlalu banyak mengandung perak, sifatnya permukaan yang kasar kurang baik untuk dipadukan dengan dielektrik maupun resistor, cepat terjadi korosif jika berhubungan dengan udara langsung namun masih dapat digunakan sebagai jalur atas karena warnanya lebih terang dan tidak banyak berhubungan dengan resistor. Pasta konduktor Shoe D5670 memiliki nilai resistansi yang paling rendah 0,2 ohm, permukaan lebih halus, pasta ini paling baik digunakan untuk jalur konduktor bawah karena banyak berhubungan dengan dielektrik dan resistor juga sebagai koneksi dengan komponen lain.

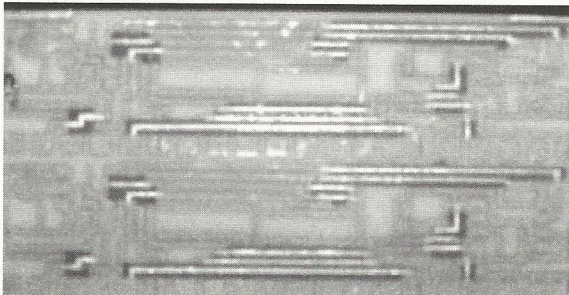
Untuk Pasta dielektrik G-5222N warna hasil pembakaran putih seperti pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 : Pasta Dielektrik G-5222N

Banyak lubang dipermukaannya hal ini dapat disebabkan oleh viskositas pasta yang tinggi sehingga daya lekat terhadap konduktor bawah kurang baik, adanya gelembung udara yang masuk sehingga setelah dibakar permukaannya jadi

berlubang. Kondisi ini akan menyebabkan terjadinya kontak antara konduktor atas dan bawah. Pasta dielektrik Dupont 9507 hasil pembakarannya berwarna biru, tidak terjadi lubang dipermukaan, lebih halus dan rata. Seperti pada gambar 6.



Gambar 6 : Pasta Dielektrik D 9507

Setelah diukur antara konduktor bawah dan konduktor atas tidak terjadi kontak, dengan permukaan yang lebih rata maka hasil cetakan konduktor atas lebih presisi.

5. Kesimpulan

1. Pembuatan lapisan konduktor memerlukan pemilihan bahan pasta yang baik, permukaan hasil cetakan yang halus, resistansi yang rendah serta tidak merubah dimensi setelah pembakaran.
2. Pasta konduktor yang paling baik dan tepat digunakan sebagai jalur koneksi, tempat pemasangan divais, elektroda untuk kapasitor dan untuk pemasangan lead frame dimana pasta konduktor dengan tipe shoe 5670 merupakan yang paling tepat.
3. Pasta konduktor dengan tipe shoe D4022 lebih tepat digunakan untuk pembuatan jalur konduktor atas, karena sifatnya lebih cepat korosif.
4. Pasta konduktor 6125 kurang baik digunakan sebagai jalur konduktor karena nilai resistansinya lebih tinggi. Pasta ini biasanya digunakan sebagai resistor dengan resistansi

rendah.

5. Pasta dielektrik yang paling tepat digunakan sebagai crossover adalah pasta dengan tipe D-9507, karena hasil prosesnya bagus dan tidak terdapat lubang pada permukaannya, sehingga tidak bocor.

Ucapan Terimakasih

Kegiatan penelitian ini dilakukan dalam rangka melaksanakan program kegiatan DIPA 2006 PPET - LIPI. Penulis ucapkan terimakasih kepada Puslit PPET - LIPI yang telah memberikan fasilitas dan kepada rekan-rekan atas kerjasamanya.

6. Daftar Pustaka

1. Topfer, Morton. L "Thick Film Microelectronics, Fabrication, Desain and Application", *Van Nostrand Reinhold Company*, New York, 1971.
2. Harper, Charles. A., "Handbook of Thick Film Hybrid Microelectronics", *Mc Graw Hill Book Company*, new York, 1974.
3. C. Sudhir, Dhara, "Precious Metals As Conductors In Microelectronics", *Inc Santa Springs Hybrid Circuit Technology*, California, 1991.
4. Sugandi. G, M. Lia, Saegandi. Totok MS, R. Lilis, "Proses Pembuatan Rangkaian Terintegrasi Multi Chip Module dengan Teknologi Dielektrik Multilayer", *Prosiding Seminar Nasional Ke-34 Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia*, 2005.
5. Rernaningsih. L, "Aplikasi Pasta Dielektrik pada Thick Film Hybrid", *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi (PPET LIPI)*, 2002.
6. Muliani. L, Retnaningsih. L, "Pengaruh Pasta Konduktor terhadap Nilai resistansi Resistor Film Tebal", *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi (PPET LIPI)*, 2002.

Pengamanan Arus Kontinu pada Sistem Pengapian Motor Bakar

Deni Permana dan Syamsu Ismail

Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET) LIPI
Jalan Cisitu No. 21/154D Bandung 40135
Telp. 022-2504661 / e-mail : denny@ppet.lipi.go.id, syamsu@ppet.lipi.go.id

Abstract

The exceed time high continuous current at a primary winding of ignition coil will cause the ignition system damage. This situation is happened when the interruption from the engine is in ON position. To overcome the situation, a continuous current protector has been applied; when the protector operates at exceed time current is detected. Characterization is done by a simulation.

Keywords : *Highly continuous current, electronic protector, ignition system, ignition coil*

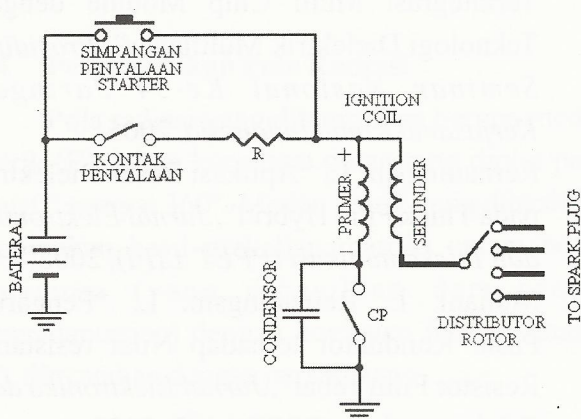
Abstrak

Arus kontinu yang besar pada lilitan primer kumparan pengapian dalam waktu lama akan mengakibatkan rusaknya sistem pengapian. Keadaan ini dapat terjadi pada saat kondisi mesin mati, sementara sistem pengapian dalam posisi rangkaian tertutup antara baterai, kontak penyalaan, kumparan pengapian serta titik kontak. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dibuat alat pengaman elektronik yang mampu memutuskan tegangan dari baterai ke sistem pengapian. Dalam tulisan ini, akan dibahas unjuk kerja dari alat pengaman elektronik tersebut berdasarkan pengukuran skala laboratorium dan hasil percobaan langsung pada kendaraan.

Kata kunci : *Arus kontinu, pengaman elektronik, sistem pengapian, kumparan pengapian*

1. Pendahuluan

Pada sistem pengapian kendaraan bermotor secara konvensional, yang akan dijumpai adalah baterai (*sumber listrik arus searah*), saklar



Gambar 1: Sistem Pengapian pada Kendaraan

pemutus arus (*contact point*), kondensator, ignition coil, kabel busi (*high voltage spark plug cables*), distributor, dan busi (*spark plug*). Di bawah ini diperlihatkan skema pengapian pada kendaraan bermotor.

Sistem pengapian (*ignition system*) yang dipergunakan pada motor bakar adalah suatu perlengkapan untuk menghasilkan loncatan bunga api listrik dengan tegangan tinggi antara 15 - 20 KVolt ke elektroda busi, untuk menimbulkan percikan bunga api sehingga dapat membakar gas campuran bahan bakar dan udara yang dikompresi di dalam ruang bakar mesin (*silinder motor*). Untuk itu diperlukan beberapa persyaratan yang diperlukan pada suatu sistem pengapian yaitu :

- Loncatan bunga api yang kuat pada elektroda busi,

- Saat pembakaran yang tepat dan harus disesuaikan dengan kondisi kecepatan motor, beban dan bahan bakar,
- Peralatan dari sistem pengapian harus mempunyai kekuatan cukup dan harus tahan terhadap tegangan tinggi dan tahan lama.

Di bawah ini akan dibahas secara singkat mengenai komponen-komponen pada sistem pengapian.

a. Kunci kontak (*ignition switch*)

Dalam sistem pengapian, kunci kontak berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik dari baterai ke lilitan pengapian, serta mengontrol semua sistem kelistrikan.

b. Baterai (*lead acid battery*)

Pada mesin mobil diperlukan suatu tenaga listrik untuk menggerakkan komponen-komponen kelistrikan mobil, termasuk di dalamnya sistem pengapian. Tenaga listrik tersebut diperoleh dari baterai sebagai sumber tenaga listrik.

c. Lilitan pengapian (*ignition coil*)

Fungsi yang utama dari lilitan pengapian adalah untuk menaikkan tegangan listrik 12 Volt yang didapat dari baterai menjadi 15KVolt sampai 20KVolt pada lilitan sekunder lilitan pengapian, untuk dialirkan ke elektroda-elektroda busi dan akhirnya akan membakar campuran bahan bakar

dan udara pada akhir pemampatan di dalam ruang bakar. Gambar di bawah ini memperlihatkan skema dasar dari coil pengapian.

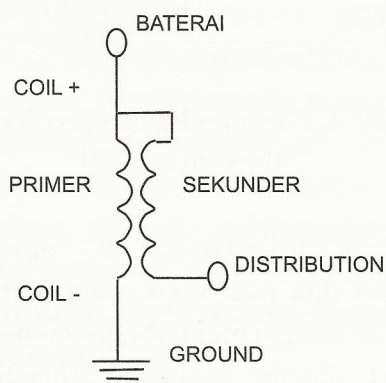
Pada lilitan pengapian terdapat 2 buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder yang disambungkan secara paralel. Kumparan primer terdiri dari penampang kawat berdiameter besar yang berfungsi untuk menciptakan medan magnet pada lilitan pengapian sehingga terjadinya induksi pada kumparan-kumparannya. Sedangkan kumparan sekunder terdiri dari penampang kawat berdiameter kecil yang berfungsi untuk mengubah induksi menjadi tegangan tinggi, yang selanjutnya dialirkan ke busi untuk diubah menjadi percikan bunga api.

d. Pemutus / Breaker (*Platina*)

Pada gambar 2. diperlihatkan gambar bagian-bagian dari titik kontak. Titik kontak juga biasa disebut platina (*contact point*) yang terdiri atas nok (*cam*), lengan kontak (*breaker arm*), kontak pendukung (*point support*), pelat kedudukan (*breaker plate*) dan condensor. Nok dipasang pada poros distributor yang digerakkan oleh gigi camshaft, dan berputar setengah dari putaran mesin.

e. Busi (*Spark Plugs*)

Sebagai komponen terakhir dari sistem pengapian pada motor bakar adalah busi, yang berfungsi untuk menyalurkan listrik tegangan tinggi sekitar 20KVolt ke dalam ruang bakar dan mengubahnya menjadi bunga api untuk membakar campuran udara dan bahan bakar yang telah dipampatkan di dalam silinder dengan jalan memberikan *loncatan listrik* (spark) di antara elektroda-elektroda busi. Besarnya loncatan listrik yang terjadi di antara elektroda-elektroda busi tersebut akan mempengaruhi hasil pembakaran di dalam silinder. Hasil pembakaran inilah yang

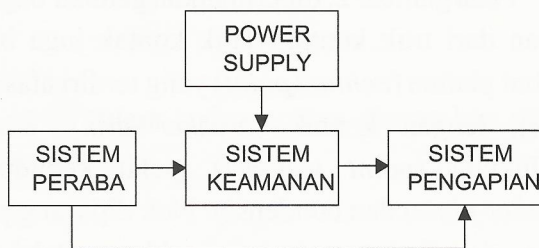


Gambar 2: Skema Dasar dari Coil Pengapian

menentukan halus kasarnya putaran suatu mesin, besarnya tenaga yang dihasilkan serta pemakaian bahan bakar.

2. Teori Dasar

Dalam pembuatan alat pengaman untuk sistem pengapian kendaraan motor bakar ini, berdasarkan teori dasar yang diaplikasikan dengan cara membuat suatu rangkaian elektronika yang dicangkokkan ke dalam sistem pengapian yang telah ada. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pada sistem pengapian untuk kendaraan bermotor yang masih menggunakan sistem lama atau konvensional, akan terjadi satu keadaan yang mana akibat yang ditimbulkan dari keadaan tersebut adalah rusaknya sistem pengapian pada kendaraan bermotor.

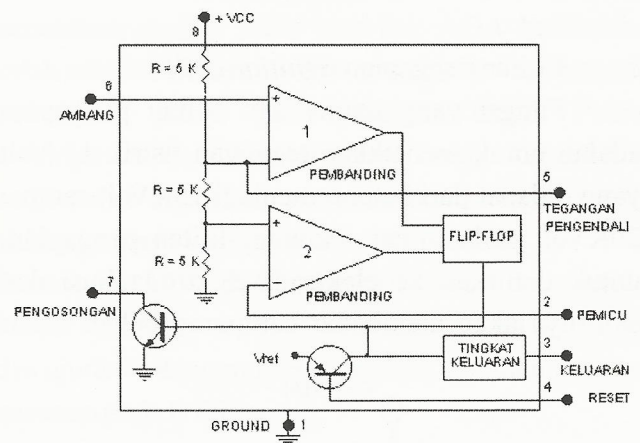


Gambar 3:Blok Diagram dari Alat Pengaman

Pada gambar 3, diperlihatkan diagram blok dari alat pengaman yang dipasang diantara tegangan sumber searah dc (*baterai*), dengan terminal positif dari lilitan pengapian, sementara untuk membuat alat pengaman itu menjadi aktif, hal yang dilakukan adalah mendeteksi ada tidaknya pulsa yang dihasilkan oleh komponen platina (*contact point*) pada saat akhir putaran mesin.

Kemampuan utama dari alat yang dipasang harus dapat mendeteksi pulsa pada akhir putaran mesin, selain itu alat pengaman ini juga harus dapat mendeteksi pulsa pada saat putaran mesin yang acak (*random*), sehingga tidak akan terjadi pembebanan berlebihan terhadap rangkaian

penghubung dan pemutus arus yang ada pada alat pengaman elektronik ini. Dengan demikian, maka harus dibuat suatu sistem rangkaian yang dapat mendeteksi pulsa pada saat terjadinya putaran mesin acak, serta yang lebih penting adalah dapat mendeteksi pulsa pada saat akhir putaran mesin. Untuk membuat rangkaian elektronik yang sanggup bekerja dengan persyaratan seperti diatas, dengan mempertimbangkan juga dimana alat harus sederhana serta murah, maka rangkaian yang mungkin untuk direalisasikan adalah dibuatnya suatu rangkaian pewaktu (*timer*) dengan menggunakan IC 555 yang diperkenalkan pertama sekali oleh Signetics Corporation. IC pewaktu 555 dapat dianggap sebagai sebuah blok fungsional yang berisi sebuah osilator relaksasi, dua pembanding, sebuah rangkaian flip-flop, serta sebuah rangkaian penyangga (*buffer*) untuk keluarannya. Gambar 4, di bawah ini memperlihatkan diagram fungsi dari sebuah IC pewaktu 555.



Gambar 4: Diagram Fungsi dari Rangkaian Terpadu 555 [2]

Dalam aplikasinya, IC pewaktu 555 mempunyai dua cara kerja yang berbeda, yaitu difungsikan sebagai multivibrator monostabil (satu tembakan), dimana tegangan keluarannya akan *rendah* sampai sebuah pulsa pemicu yang menuju

negatif (0 Volt) diberikan kepada masukan pewaktu tersebut, maka keluarannya akan berubah menjadi tinggi. Waktu yang diperlukan untuk mempertahankan keluaran dari IC pewaktu 555 ini tetap tinggi, ditentukan oleh rangkaian RC (*resistor-capacitor*) yang dihubungkan dengan pena ambang (*kaki 6*) dengan pembumian untuk sebuah komponen kapasitor (*C*), serta pena pengosongan (*kaki 7*) dengan tegangan V_{CC} . Pada akhir selang penentu waktu, keluaran dari IC pewaktu 555 ini akan kembali ke dalam keadaan rendah.

Selain difungsikan sebagai mulivibrator monostabil, IC pewaktu 555 ini juga difungsikan sebagai multivibrator astabil (bergerak bebas). Berbeda dengan monostabil, pada operasi astabil, tegangan keluaran yang dihasilkan merupakan rentetan pulsa-pulsa dengan lebar dari pulsa tersebut ditentukan oleh rangkaian RC extern, yang dihubungkan dengan pena ambang (*kaki 6*) dengan pembumian untuk kapasitor (*C*), pena pengosongan (*kaki 7*) dengan tegangan V_{CC} , resistor (R_A), serta ditambah sebuah resistor (R_B) yang dihubungkan diantara pena pengosongan dengan pena pemicu (*kaki 2*). Tegangan keluaran yang tinggi dari IC pewaktu ini adalah 0.5 Volt di bawah tegangan V_{CC} , sementara tegangan keluaran yang rendah kira-kira sama dengan 0,1 Volt.

Seperti yang terdapat pada gambar 4 diatas, masukan pemicu (*pena 2*) dibandingkan oleh op-amp pembanding 2 dengan suatu tegangan ambang yang lebih rendah dari V_{LT} , dimana berharga sama dengan $V_{CC}/3$. Sementara untuk masukan ambang (*pena 6*) akan dibandingkan oleh op-amp pembanding 1 dengan tegangan ambang yang lebih tinggi dari V_{UT} , dimana berharga sama dengan $2V_{CC}/3$. Jadi setiap masukan akan mempunyai dua kondisi tegangan yang mungkin, baik di atas maupun di bawah tegangan acuannya, sehingga akan terdapat empat kombinasi masukan yang

mungkin. Tabel 1 di bawah ini memperlihatkan empat kombinasi masukan yang mungkin diberikan kepada masukan pemicu serta masukan ambang. Untuk kemudahan pada saat perancangan, maka besarnya :

- V_{LT} adalah $V_{CC}/3$
- V_{UT} adalah $2V_{CC}/3$
- Keluaran tinggi adalah tegangan V_{CC}
- Keluaran rendah adalah 0 Volt

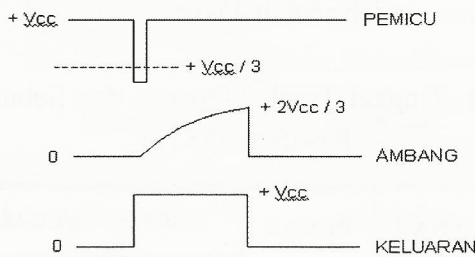
Tabel 1. Tingkat-Tingkat Operasi dari Sebuah IC Pewaktu 555 [2]

NO	PENA 2	PENA 6	TINGKAT KELUARAN	
			PENA 3	PENA 7
A	$< V_{LT}$	$< V_{UT}$	TINGGI	TERBUKA
B	$< V_{LT}$	$> V_{UT}$	SEBELUMNYA	
C	$> V_{LT}$	$< V_{UT}$	SEBELUMNYA	
D	$> V_{LT}$	$> V_{UT}$	RENDAH	GROUND

Untuk menjamin terhadap gangguan derau (*noise*) yang mungkin timbul dari catu daya, maka biasanya dipasang sebuah kapasitor filter sebesar 0,01 F yang dipasang seri antara pena tegangan pengendali dengan pembumian. Hal ini juga dilakukan untuk memperkecil pengaruh yang mungkin timbul pada tegangan ambang. Selain itu juga masukan pada pena tegangan pengendali (*kaki 5*) dapat mengubah kondisi tegangan ambang maupun kondisi tegangan pemicu. Dengan menghubungkan sebuah tahanan sebesar 5 K antara pena tegangan pengendali dengan sumber tegangan (V_{CC}), hal ini akan menyebabkan tegangan ambang menjadi $0.8 V_{CC}$, serta tegangan pemicu menjadi $0.4 V_{CC}$. Demikian pula jika diberikannya suatu tegangan dari luar ke pena tegangan pengendali (*kaki 5*), maka tegangan ambang serta tegangan pemicu akan berubah.

Pena pengosongan (*kaki 7*) digunakan untuk proses pengosongan dan pengisian dari kapasitor penentu waktu yang dipasang di luar IC 555.

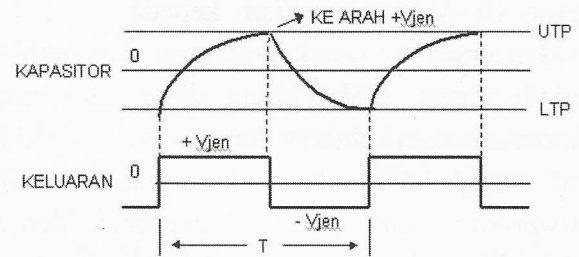
Karena pena pengosongan (kaki 7) merupakan kaki kolektor dari transistor internal, maka proses pengisian dan pengosongan kapasitor bergantung kepada hidup dan matinya transistor yang digerakkan oleh keluaran flip-flop. Di bawah ini diperlihatkan bentuk gelombang yang terjadi pada pena pemicu, ambang dan keluaran, dengan menggunakan operasi multivibrator monostabil.



Gambar 5: Bentuk Gelombang pada Operasi Monostabil [4]

Pada gambar di atas terlihat bahwa masukkan pada pena pemicu (*kaki 2*) berbentuk pulsa sempit dengan tegangan stabil adalah $+V_{cc}$. Untuk dapat mereset flip-flop dan mengisi kapasitor external, maka pulsa tersebut harus diturunkan sampai di bawah harga $+V_{cc} / 3$. Demikian pula dengan masukkan pada pena ambang (*kaki 6*), bila tegangan pada masukkan sedikit lebih besar dari harga $+2V_{cc} / 3$, maka flip-flop akan diset yang mana keadaan ini akan membuat transistor menjadi jenuh dan akan mengosongkan kapasitor. Akhirnya, pada pena keluaran (*kaki 3*) akan diperoleh satu pulsa persegi. Lamanya waktu yang diperlukan dalam proses pengisian kapasitor, ditentukan oleh tetapan waktu RC. Makin besar tetapan waktu RC, maka akan semakin lama waktu yang diperlukan oleh kapasitor untuk mencapai harga $+2V_{cc} / 3$, sehingga pada pulsa keluaran yang dihasilkan akan menjadi lebih lebar.

Untuk mengetahui proses pengisian dan pengosongan dari sebuah kapasitor, maka di bawah ini diperlihatkan bentuk gelombang dari sebuah kapasitor dan keluarannya.



Gambar 6: Bentuk Gelombang Kapasitor dan Keluaran [4]

Pada gambar di atas, kapasitor akan diisi secara eksponensial ke arah $+V_{jen}$ (*tegangan titik jenuh atas*). Keadaan ini tidak akan pernah mencapai harga $+V_{jen}$, karena begitu tegangannya melewati UTP (*upper trip point*), maka keluarannya akan beralih ke harga $-V_{jen}$ (*tegangan titik jenuh bawah*), yang akan menyebabkan tegangan pada kapasitor turun. Pada saat kapasitor mencapai LTP (*lower trip point*), keluarannya kembali beralih ke harga $+V_{jen}$. Hal ini akan berlangsung secara terus menerus, sehingga pada keluarannya akan membentuk gelombang persegi (*square wave*). Dengan UTP yang mempunyai harga $+BV_{jen}$ serta LTP dengan berharga BV_{jen} , maka dengan menggunakan persamaan untuk switching yang ditetapkan untuk rangkaian RC adalah :

$$V = V_i + (V_f - V_i) \times (1 - e^{-t/RC}) \quad \dots\dots(1)$$

dimana :

- V = Tegangan kapasitor sesaat
- V_i = Tegangan kapasitor awal
- V_f = Tegangan kapasitor tujuan
- t = Waktu pengisian (detik)
- RC = Tetapan waktu

Dengan memasukan harga-harga untuk operasi monostabil, dimana tegangan kapasitor awal adalah nol (0 Volt), tegangan kapasitor tujuan adalah $+V_{cc}$, tegangan kapasitor akhir adalah $+$

$2V_{cc} / 3$, maka dengan demikian persamaan (1) di atas, menjadi :

$$V = V_i + (V_f - V_i) \times (1 - e^{-t/RC})$$

$$\frac{2V_{cc}}{3} = 0 + (V_{cc} - 0) \times (1 - e^{-t/RC})$$

$$\frac{2V_{cc}}{3} = V_{cc} \times (1 - e^{-t/RC}) \dots\dots\dots(2)$$

Karena pengisian pada kapasitor membutuhkan waktu sebesar w , serta dengan mengganti notasi t dengan w , maka persamaan (2) menjadi :

$$\frac{2V_{cc}}{3} = V_{cc} \times (1 - e^{-w/RC})$$

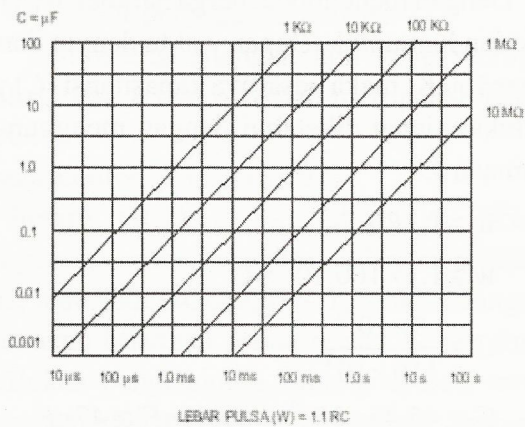
$$e^{-w/RC} = \frac{1}{3} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan menyusun kembali persamaan 3 diatas, serta dengan mengeluarkan notasi dari w , maka besarnya lebar dari pulsa dapat ditentukan :

$$w = 1,0986 RC \cong 1,1RC \dots\dots\dots(4)$$

Persamaan (4) di atas digunakan untuk menentukan besarnya lebar pulsa yang dihasilkan oleh sebuah IC pewaktu 555 pada saat dioperasikan sebagai multivibrator monostabil.

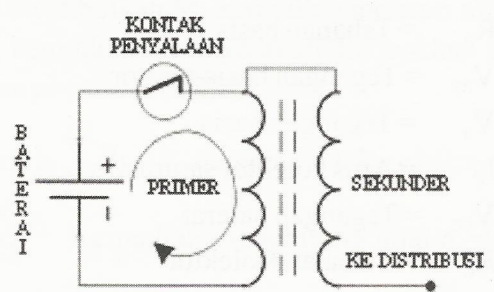
Dalam perancangan, akan dibutuhkan harga-harga standar / umum yang bisa dipergunakan untuk menentukan lamanya denyut keluaran. Di bawah ini akan diperlihatkan tabel dari harga-



harga Hambatan (R) dengan Kapasitor (C) yang diperlukan untuk menghasilkan jangkah yang lebar dari pulsa-pulsa keluaran.

Tabel 2. Tetapan Harga-harga RC Terhadap Lamanya Denyut Keluaran [2]

Untuk menghitung besarnya arus kontinu yang mengalir pada sistem pengapian disaat terjadinya rangkaian close circuit diperlihatkan gambar serta persamaan dibawah ini :



Gambar 7: Rangkaian Close Circuit pada Sistem Pengapian

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan adanya drop tegangan pada sisi primer dari ignition coil, maka besarnya energi yang dihasilkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\epsilon = I^2 \times R \times t \dots\dots\dots(6)$$

$$t = \lim 0 \rightarrow \infty$$

- dimana :
- I = Arus kontinu
 - V = Tegangan dari baterai
 - R = Tahanan dalam dari ignition coil
 - = Energi (Watt detik)
 - t = Waktu (detik)

Karena pada sisi peraba digunakan sebuah transistor yang difungsikan sebagai saklar, maka persyaratan yang digunakan pada saat mendisain

rangkaian switching transistor mengikuti aturan 10:1 yaitu hasil perbandingan I_C/I_B sedikit lebih besar dari 10.

$$I_B R_B + V_{BE} - V_B = 0$$

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B} \dots\dots\dots (7)$$

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} \dots\dots\dots (8)$$

dimana :

- I_B = Arus basis
- R_B = Tahanan basis
- V_{BE} = Tegangan basis-emitor
- V_B = Tegangan basis
- I_C = Arus kolektor saturasi
- V_{CC} = Tegangan baterai
- R_C = Tahanan Kolektor

3. Perencanaan Sistem

Dengan menggunakan rangkaian terpadu yang difungsikan sebagai pewaktu, maka rentetan pulsa yang ditangkap selama siklus waktu yang telah ditentukan tidak akan menyebabkan keluaran dari rangkaian ini berubah. Sebaliknya, jika pada input masukkan tidak ditangkap rentetan pulsa, maka keluaran dari rangkaian ini akan berubah dengan kondisi yang sebaliknya.

Untuk merealisasikan kondisi di atas, maka sebuah IC 555 harus difungsikan sebagai sebuah multivibrator satu tembakan (*monostable*), serta dengan menambahkan sebuah transistor PNP pada terminal ambang (*kaki nomor 6*) dengan pembumian. Cara ini dilakukan dengan tujuan untuk menghubungkan singkatkan kapasitor pada saat tegangan basis dari transistor tersebut menerima tegangan yang melebihi tegangan basis-emitor sehingga transistor tersebut akan aktif. Pada keadaan transistor konduksi, maka kaki emitor-kolektor akan terhubung dan menyebabkan terbuangnya muatan yang ada dalam kapasitor.

Sesuai dengan karakteristik dari ignition coil yang umum dan beredar di pasaran, dimana besarnya hambatan dalam berkisar antara 1 sampai 2 Ohm., maka besarnya arus kontinu yang terjadi dapat dihitung dengan kondisi baterai berada pada ambang batas bawah serta ambang batas atas :

Arus pada saat tegangan baterai berada pada saat ambang batas minimum dengan besarnya resistansi dari ignition coil diambil harga rata-rata :

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{11.5}{1.5} = 7.67 A$$

Arus pada saat tegangan baterai berada pada saat ambang batas maksimum dengan besarnya resistansi dari ignition coil diambil harga rata-rata :

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{13.8}{1.5} = 9.2 A$$

Sebagai contoh, jika lamanya arus kontinu yang terjadi selama 1 jam, maka besarnya energi yang terjadi pada sisi primer ignition coil dengan kondisi tegangan baterai berada pada saat ambang batas minimum, dengan menggunakan persamaan 6 :

$$\epsilon = 7.67^2 \times 1.5 \times 3600 \cong 317.7 KWatt \text{ detik}$$

Dengan mengetahui besarnya lebar pulsa rata-rata yang terjadi pada saat putaran mesin konstan (ideal) yaitu sekitar 5ms, besarnya harga dari rangkaian tetapan waktu (RC) dapat dihitung dengan menggunakan Tabel 2.

Dengan menentukan harga hambatan (R) dari rangkaian luar untuk tetapan waktu denyut diambil sebesar 100 K, maka besarnya kapasitansi (C) yang diperlukan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 4.

$$w \cong 1.1RC$$

$$w \cong 1.1 \times 100.10^3 \times C$$

$$C \cong \frac{5 \times 10^{-3}}{110 \times 10^3}$$

$$C \cong 45.45 \times 10^{-9} = 45.45 nF \cong 47 nF$$

Untuk menghitung besarnya titik sumbat serta saturasi (*cutoff and saturation*) dari sebuah transistor yang difungsikan sebagai saklar maka dipilih transistor silikon dengan β_{dc} lebih besar dari 10, sehingga arus basis kira-kira sepersepuluh dari harga saturasi dari arus kolektor atau akan menghasilkan perbandingan I_C/I_B sedikit lebih besar dari 10.

Jika pada input peraba tidak terdeteksi adanya pulsa atau tegangan input sama dengan nol, transistor akan tersumbat (*cutoff*) sehingga tegangan output di kaki kolektor akan sama dengan tegangan V_{cc} .

Pada saat input peraba mendeteksi adanya pulsa sebesar 12 Volt (tegangan V_{cc}) keadaan dimana contact point tersambung, maka arus basis dapat dihitung dengan memberikan tahanan basis sebesar 10 K :

$$I_B = \frac{12V - 0.7V}{10K\Omega} = 1.13mA$$

Pada saat transistor konduksi antara kaki kolektor dan emitor, maka idealnya tegangan output di kaki kolektor akan jatuh menjadi nol dan arus kolektor saturasinya dapat dihitung dengan besarnya tahanan kolektor 1 K :

$$I_{C(sat)} = \frac{12V}{1K\Omega} = 12mA$$

Secara perhitungan terlihat bahwa arus saturasi kira-kira 10 kali lebih besar daripada arus basis, sehingga transistor akan bekerja sebagai switch yang tertutup. Transistor ini akan bekerja sesuai dengan input peraba pada kaki basis.

4. Realisasi dan Pengukuran

Pengukuran peralatan yang dibuat dilakukan dengan menggunakan *Oscilloscope Tektronix type TDS 3032, Programmable DC PSU 35V 10A, Multimeter Hewlett Packard (hp) 3478A, Dual Display LCR Meter type Escort ELC 131D, True*

RMS Multimeter type Fluke 8060A.

Pada Tabel 3 diperlihatkan hasil pengukuran yang dilakukan terhadap 10 buah lilitan pengapian (*ignition coil*) untuk mengetahui besarnya tahanan dalam (R_d) rata-rata.

Tabel 3. Pengukuran Resistansi Ignition Coil

NO	BAHAN UJI	PENGUKURAN (Ω)
1	IGNITION COIL 1	1.287
2	IGNITION COIL 2	1.679
3	IGNITION COIL 3	1.432
4	IGNITION COIL 4	2.023
5	IGNITION COIL 5	1.354
6	IGNITION COIL 6	1.479
7	IGNITION COIL 7	1.401
8	IGNITION COIL 8	1.356
9	IGNITION COIL 9	1.786
10	IGNITION COIL 10	1.490

Pada Tabel 4 memperlihatkan hasil pengukuran yang dilakukan terhadap transistor saklar (*switch*), pada saat kondisi kaki basis dari transistor saklar tersebut mendeteksi adanya pulsa dari platina (*contact point*).

Tabel 4. Hasil Pengukuran Transistor Peraba

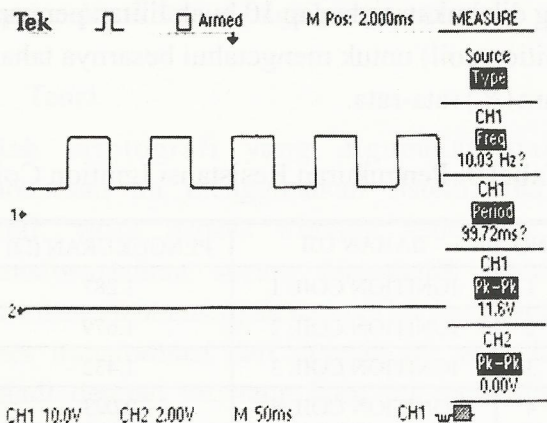
NO	KONDISI	V_B	I_B	V_C	$I_{C(SAT)}$
1	OPEN	12V	0.98mA	0V	12.7mA
2	CLOSE	0V	0	12V	0

Pada Tabel 5 memperlihatkan hasil pengukuran dari arus kontinu, pada saat kondisi baterai maksimum dan minimum, dengan tahanan dalam dari lilitan pengapian diambil harga rata-rata.

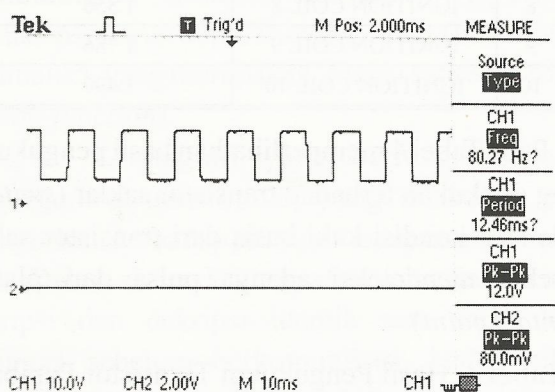
Tabel 5. Hasil Pengukuran Arus Close Circuit (Arus Kontinu) dan Arus Open Circuit

NO	KONDISI ACCU	V_{ACCU}	R_{COIL}	I_{CLOSE}	I_{OPEN}
1	MINIMUM	11.05V	1.57	7.32A	0A
2	MAXIMUM	13.80V	1.57	8.79A	0A

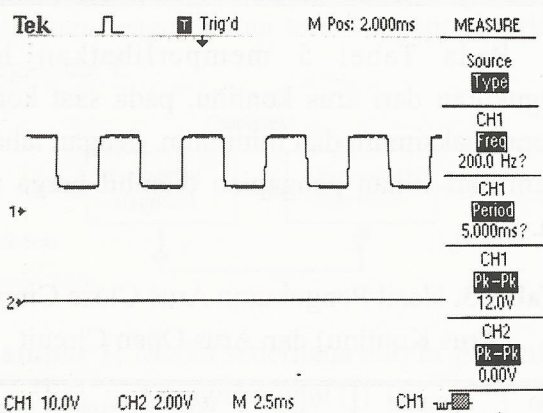
Dibawah ini diperlihatkan sinyal luaran yang terdeteksi di kaki kolektor transistor saklar.



Gambar 7: Pulsa masukkan Transistor Saklar (CH-2) dengan frekuensi 10 Hz



Gambar 8: Pulsa Masukkan Transistor Saklar (CH-2) Dengan Frekuensi 80 Hz



Gambar 9: Pulsa Masukkan Transistor Saklar (CH-2) Dengan Frekuensi 200 Hz

5. Kesimpulan

Dalam pembuatan alat pengaman elektronik untuk sistem pengapian kendaraan bermotor ini, dapat ditarik kesimpulan *secara umum* alat pengaman yang dibuat ini dapat berfungsi dengan baik, hal ini dibuktikan dengan hasil pengukuran dalam sekala laboratorium maupun uji coba peralatan pada kendaraan. Peralatan eletronik ini dapat memberikan perlindungan terhadap sistem pengapian pada kendaraan bermotor yang masih menggunakan sistem *pengapian konvensional*.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dibiayai melalui Program LIPI untuk penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi di Daerah (IPTEKDA) IV tahun anggaran 2001, dengan bekerjasama dengan UKM Bestra yang beralamat di Kampung Cisaat, RT 02/ RW 09 Desa Sabandar, Kecamatan Karang Tengah Kabupaten Cianjur.

6. Daftar Pustaka

1. C. William, "Automotive Electrical Equipment", McGraw - Hill, Inc., Second Edition, California, 1992.
2. S. Herman Widodo, "Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier", Erlangga - Jakarta, Edisi Kedua, 1992, Hal 286 - 316.
3. E. Karyanto, "Pedoman Reparasi Motor Bensin", Pedoman Ilmu Jaya - Jakarta, Cetakan Pertama, 1994, Hal 220 - 266,
4. Malvino, dan Barmawi, "Prinsip Prinsip Elektronika", Jilid Kedua, Edisi Ketiga, Erlangga - Jakarta, 1991, Hal 158 188 ; 246 - 255,
5. D. Permana, "Perencanaan dan Realisasi Sistem Penguat Arus untuk Pengapian Motor Bensin" *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, Volume II, Nomor 3, Bulan Oktober November 2002, Hal 23 - 30.

Pengaman Data dengan Metode Knapsack

Teguh Praludi , Arief Suryadi Setiawan, Ros Sariningrum, Asep Yudi Hercuadi *)

*) PPET-LIPI, Jl. Cisitno no 21/154D Bandung 40135

Telp (022) 2504660, faks (022) 2504659

Email:praludi@ppet.lipi.go.id, arief@ppet.lipi.go.id, ros@ppet.lipi.go.id, asep@ppet.lipi.go.id

Abstract

*Technique of information protection is one of the method used to make data become unrecognize, so that the data can not be read by anyone who does not know key code of the data. This paper described cryptography of knapsack method. Knapsack method used in this work consists both of encryption and decryption processes. Encryption technique will encode the information, from the original to conceal the information. Encryption process was carried out by using public key, before the information is sent. Decryption process was conducted by using the private key, after the information is received. The private key is kept secret and known only by the receiver. The implementation of this method was recorded by a computer program using Delphi Language. The performance of this program is shown in the form of *.text, *.doc, *.jpg and *.mp3. Result from this simulation indicates that all type of the data can return to the original data entry.*

Key words : knapsack, scramble, encryption, decryption

Abstrak

*Teknik pengaman informasi adalah satu metoda yang digunakan untuk membuat data menjadi tersamar, sehingga data tersamar tidak bisa dibaca oleh seseorang yang tidak mengetahui kunci dari data tersebut. Paper ini menguraikan system cryptography dengan metoda knapsack. Metoda ini digunakan dalam proses enkripsi dan dekripsi. Proses enkripsi akan menyamarkan informasi dari yang data asli, menjadi data tersamar. Proses enkripsi dilakukan dengan penggunaan kunci publik, sebelum mengirimkan informasi tersebut. Proses dekripsi dilakukan dengan menggunakan kunci rahasia, untuk mengembalikan data asal. Kunci rahasia hanya dikenal oleh penerima saja. Implementasi metoda ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi. Simulasi program ini ditunjukkan dalam bentuk *. teks, *. doc, *. jpg dan *. mp3. Simulasi ini menunjukkan bahwa apapun jenis data yang disamarkan dapat kembali ke data yang asli.*

Kata kunci : knapsack, pengacak data, enkripsi, dekripsi

1. Pendahuluan

Data merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam dunia informasi. Semakin tinggi suatu nilai data (dalam arti nilai informasi yang dikandungnya), semakin tinggi pula tingkat keamanan data yang diperlukan [1]. Pertukaran informasi sekarang ini banyak digunakan seiring dengan semakin berkembangnya sistem komputer dan teknologi informasi.

Dengan semakin banyaknya pihak yang menggunakan komputer, sebagai sarana untuk komunikasi data, hal ini dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab untuk mencuri

informasi tersebut demi kepentingan mereka, dimana hal ini sangat merugikan pemilik informasi. Permasalahan ini dapat diatasi dengan cara menyandikan informasi yang akan dikirim menjadi data tersamar dengan menggunakan komputer. Untuk mengirimkan informasi kepada pihak lain diperlukan suatu perangkat lunak khusus yang akan menyandikan informasi penting tersebut. Proses untuk menyandikan informasi tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan teknik *enkripsi*. Teknik enkripsi dilakukan melalui suatu aturan-aturan atau teknik-teknik tertentu. Supaya isi informasi yang telah dienkrpsi dapat dibaca kembali, maka harus dilakukan perubahan

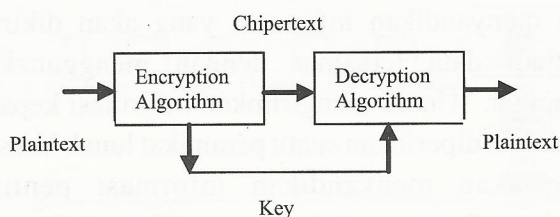
isi data ke bentuk asal, proses ini disebut *dekripsi*. Baik teknik enkripsi maupun dekripsi keduanya menggunakan kunci sebagai pengamannya.

2. Teori

Istilah kriptografi yang digunakan dalam pembahasan ini menggunakan sistem enkripsi digital, yaitu proses dimana sederetan bit ditransformasikan secara matematik menurut algoritma tertentu menjadi deretan bit yang baru [1]. Proses transformasi dari deretan bit yang lama menjadi deretan bit yang baru ini memerlukan elemen-elemen berupa [2]:

- Algoritma Kriptografi adalah satu set peraturan atau langkah-langkah yang tetap dalam melakukan transformasi data. Algoritma enkripsi harus bersifat *irreversible* (tidak dapat dibalik), yang merupakan fungsi satu arah (*one-way-function*).
- Kunci Kriptografi yang berfungsi sebagai pengontrol transformasi yang dilakukan oleh algoritma terhadap *plaintext* maupun *chipertext*.

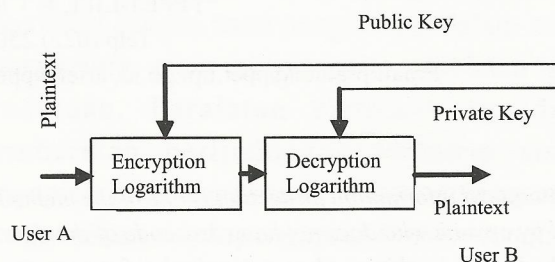
Dalam sistem kriptografi konvensional kunci enkripsi dan dekripsi identik satu sama lain, sehingga sebelum berkomunikasi, kedua pihak harus bersepakat terlebih dahulu tentang kunci yang dipergunakan [1]. Hal ini sangat penting bagi sistem pengaman karena bila kunci diketahui umum maka data yang kita samarkan akan dapat dipecahkan dengan kunci tersebut seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1: Model sederhana dari kriptografi konvensional [1]

Konsep dasar dari sistem kriptografi kunci publik ini adalah menggunakan dua buah kunci

yang berbeda untuk proses enkripsi dan proses dekripsi, namun kedua kunci tersebut memiliki hubungan matematis (karena itu disebut juga sistem *asimetris*), hal ini terlihat seperti pada gambar 2 [4].



Gambar 2: Model sederhana dari sistem kriptografi kunci publik

Sebelum dilakukan pengiriman data, terlebih dulu pihak B membangkitkan dua buah kunci, yaitu kunci private dan kunci publik. Kunci publik dikirimkan kepada pihak A untuk melakukan proses enkripsi dari data yang akan di kirimkan. Apabila telah dilakukan proses enkripsi, maka data hasil enkripsi tersebut dikirimkan ke pihak B, dan oleh pihak B data akan dikembalikan ke bentuk asal dengan kunci private dengan proses dekripsi.

Sistem kriptografi kunci publik mendasarkan perhitungannya pada konsep *trapdoor one way function* [2], yaitu suatu fungsi yang mudah dihitung untuk satu arah, namun untuk arah sebaliknya sangat sulit dilakukan.

3. Superincreasing Knapsack

Untuk lebih memahami tentang pengacak data metode knapsack maka diperlukan pengetahuan tentang deret *superincreasing* [3]. Deret *superincreasing* adalah sebuah deret bilangan dimana bilangan itu selalu lebih tinggi dari penjumlahan bilangan sebelumnya. Sebagai contoh diberikan deret (1,3,6,13,27,52) ini adalah deret *superincreasing*, sedangkan deret (1,3,4,9,15,25) adalah bukan deret *superincreasing*. Hal ini diperlukan untuk memenuhi aturan yang ditetapkan dalam algoritma

knapsack. Untuk memperjelas pemahaman tentang algoritma knapsack, diberikan contoh sebagai berikut :

Diketahui A adalah vektor bilangan yang tidak rahasia dari n bilangan bulat (a_1, a_2, \dots, a_n) dan X adalah vektor bilangan rahasia dari n digit biner (0 dan 1) yang merupakan bagian dari perancangan (x_1, x_2, \dots, x_n) dimana :

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$$

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Didefinisikan C menjadi hasil perkalian titik (*dot product*) dari A dan X yaitu :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n (a_i \cdot x_i) &= a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \\ &= \sum_{i=1}^n (a_i * x_i) \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai C cukup mudah, yaitu sebanyak n penjumlahan dan n perkalian. Untuk mendapatkan nilai X meskipun diketahui nilai dari C dan A adalah sangat sulit pada saat n bernilai cukup besar yang dalam hal ini masalah diatas disebut dengan masalah *knapsack (knapsack problem)*.

Pembagi Besaran Terbesar

Pembagi besaran terbesar (*Greatest Common Divisor*) disingkat GCD. Dalam pemakaiannya biasanya dituliskan dalam notasi $GCD(a,b)$ yang berarti pembagi besaran terbesar dari a dan b. Bilangan bulat (*integer*) positif C dikatakan sebagai pembagi besaran terbesar a dan b jika :

1. C adalah pembagi dari a dan b
2. Sembarang bilangan lain yang merupakan pembagi dari a dan b adalah merupakan pembagi dari C.

Sebagai contoh : $GCD(18,192)$

Ini berarti $GCD(18,192)$ adalah 6. Jika dua bilangan tidak memiliki faktor bilangan prima yang sama, atau jika $GCD(a,b) = 1$, maka bilangan itu dinamakan bilangan prima relatif. Selain itu juga diperlukan pengetahuan tentang operasi modulo. Operasi modulo adalah sama dengan operasi jam

aritmatik dengan menggunakan basis modulo ke n.

Sebagai contoh operasi modulo diberikan :

$$8443 \text{ mod } 259 = 155$$

Sistem kriptografi kunci publik *knapsack* ini terdiri atas dua buah algoritma yaitu [3]:

Algoritma *high density knapsack* dan algoritma *knapsack*. Pada algoritma *high density knapsack* prosedur untuk membangkitkan deret *high density* yaitu dengan memilih secara acak deret superincreasing $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ dan bilangan bulat (V) serta penjumlahan deret superincreasing yang disimbolkan M, kemudian mencari nilai $W = M/V$, kemudian hasilnya akan dicocokkan dengan syaratnya yaitu $GCD(W,M) = 1$,

dimana $b_i \sum_{j=1}^{i-1} b_j + v$, dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan

$$M > \sum_{i=1}^n b_i$$

Kemudian menghitung nilai $a_i = b_i * w$

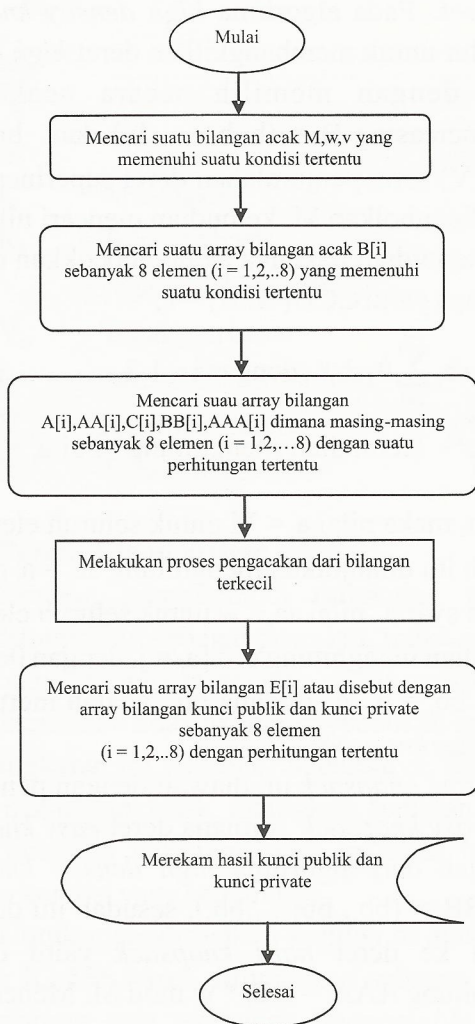
mod m, maka nilai $a_i < M$ untuk seluruh elemen i . Setelah itu dilanjutkan menghitung $aa_i = a_i \text{ mod } w$, dengan syarat nilai $aa_i < w$ untuk seluruh elemen i. Kemudian menghitung $c_i = [a_i/w]$, dengan $0 < c_i < v$, lalu hitung $bb_i = b_i - c_i$, dimana bb_i adalah merupakan deret *easy knapsack*.

Algoritma *knapsack* ini diawali dengan penentuan deret *easy knapsack* , dimana deret *easy knapsack* diperoleh dari algoritma *high density knapsack* yaitu $BB_i = (bb_1, bb_2, \dots, bb_n)$, sesudah itu deret ini diubah ke deret *hard knapsack* yaitu dengan menghitung $AAA_i = BB_i * w \text{ mod } M$. Menentukan deret biner $Q_i = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ dengan syarat jumlah Q yang bernilai 1 dan 0 haruslah sama dan bilangan bulat k yang mempunyai syarat $0 < k < \text{minimum}(a_i)$ untuk $q_i = 1$, kemudian AAA_i digeser secara *linier* dengan melakukan perhitungan $e_i = AAA_i - kq_i$.

4. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam proses ini adalah teknik pembangkitan kunci, enkripsi dan dekripsi. Kunci pada proses enkripsi, terlebih dahulu dilakukan proses pembangkitan, untuk

pensamaran data, sedangkan pada proses dekripsi dilakukan pengembalian ke data asal dengan menggunakan private key. Berbagai tipe data dapat dilakukan pada proses ini, misalnya data bertipe : txt, doc, gambar. Pada gambar 3 ditunjukkan proses pembangkitan kunci.

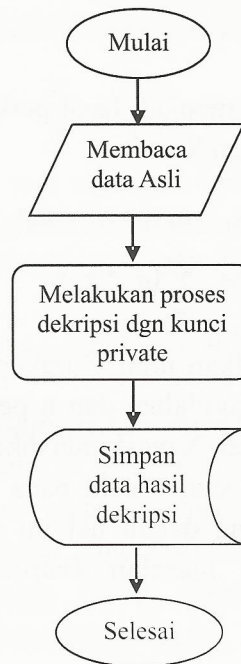


Gambar 3: Diagram alir pembangkitan kunci

Langkah selanjutnya adalah menggunakan $E_i = (e_1, e_2 \dots e_n)$ untuk proses enkripsi, kemudian digunakan sebagai kunci publik untuk mengenkripsi *plaintext* yang akan dikirim. Parameter (BB, k, w, M) yang dipilih, harus dijaga kerahasiaannya karena akan digunakan sebagai kunci rahasia untuk membuka *plaintext* yang diterima.

Proses Enkripsi

Pada dasarnya proses enkripsi yang diperlihatkan pada gambar 4 dengan algoritma *knapsack* adalah proses pengacakan yang menggunakan kunci yang telah dibangkitkan tadi. Pada tahap ini dilakukan setelah masing-masing pemakai membangkitkan kunci, baik kunci *private* maupun kunci *publik*.



Gambar 4: Diagram alir proses enkripsi

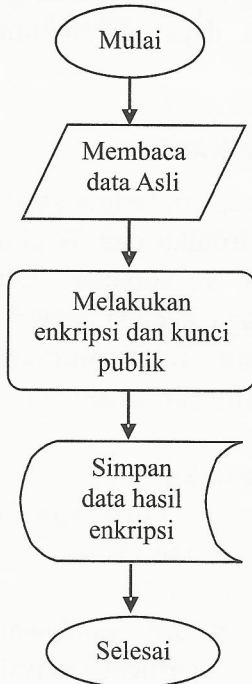
Prosedur Dekripsi Untuk Penerima

Untuk memperoleh *plaintext* dari *chiphertext*, diperlukan proses dekripsi sebagai berikut:

1. Mencari nilai balikan (*invers*) w^{-1} dari $w \text{ mod } M$, dengan persamaan matematisnya : $(w \cdot w^{-1}) \text{ mod } M = 1$.
2. mencari nilai $r = kw^{-1} \text{ mod } M$
3. Mencari nilai $CC = (C * w^{-1}) \text{ mod } M$
4. Hitung $CCC_i = CC + yr$ untuk $y = 0, 1, 2, \dots, y-1, y$
5. Mencari nilai X_i dengan cara membandingkan nilai BB_i dengan CCC_i .
6. Hasil X_i kemudian dikalikan lagi dengan kunci publik K_E untuk mencari data yang cocok. $(C' = X_i * E_i)$

7. Membandingkan Hasil perkalian X_i dengan E_i dengan nilai *Chipertext* yang telah diberikan untuk mendapatkan data *plaintext*.

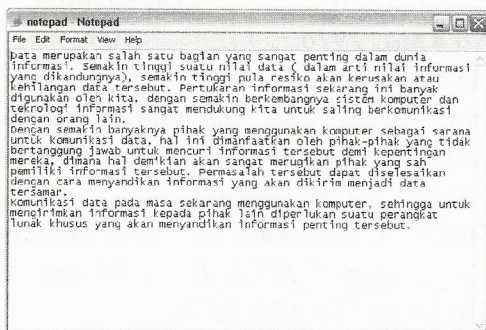
Pada proses ini dilakukan proses pengembalian pesan dari *chipertext* ke *plaintext* dengan menggunakan prosedur dekripsi, diagram alir pada proses ini ditunjukkan seperti gambar 5.



Gambar 5: Diagram alir proses dekripsi

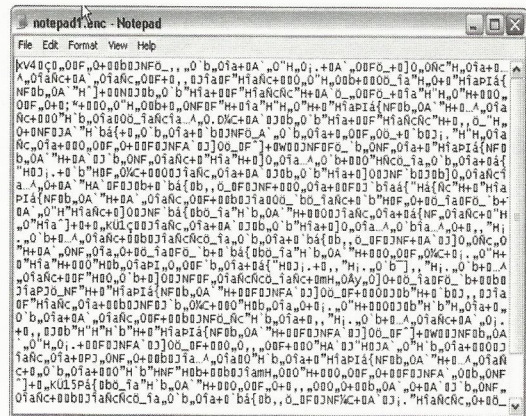
5. Hasil dan Pembahasan

Disini ditampilkan contoh file yang akan disamarkan, dimana file ini bertipe notepad.

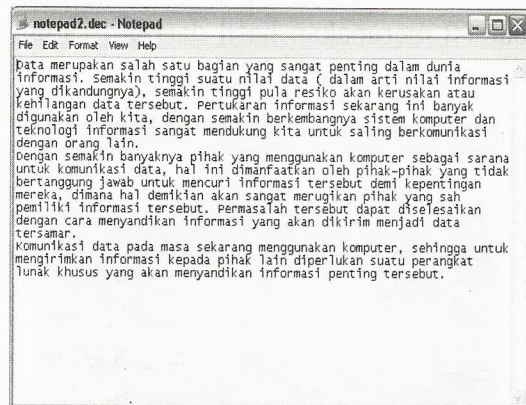


Gambar 6: Data Asli

Pada gambar 7 di bawah ini ditampilkan data hasil dari proses enkripsi dari data asli pada gambar 6.



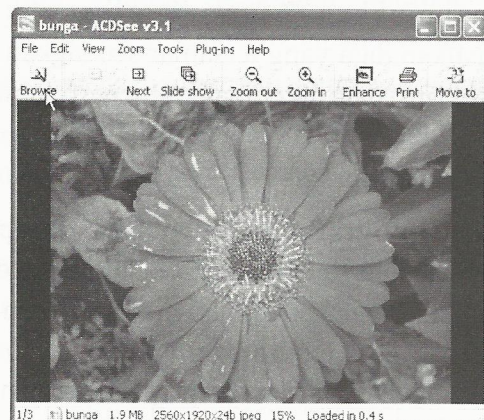
Gambar 7: Data hasil enkripsi



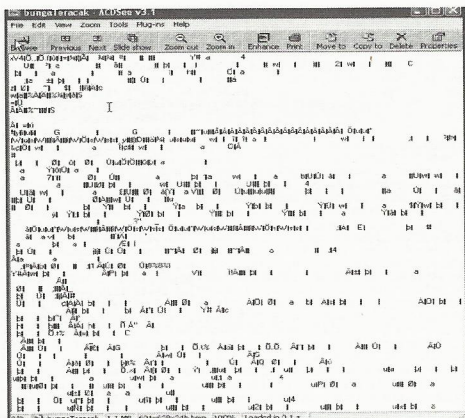
Gambar 8: Data hasil dekripsi

Pada gambar 8 tampak bahwa hasil dekripsi sama dengan data asli. Ini menunjukkan bahwa proses enkripsi dekripsi berhasil.

Hal tersebut dapat berlaku juga jika data asal dalam format *.jpg.

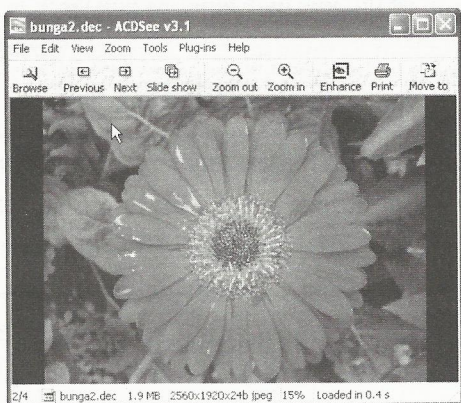


Gambar 9: Data Asli



Gambar 10: Data Tersamar

Gambar 10 merupakan hasil dari proses enkripsi dari data pada gambar 9.



Gambar 11: Data Hasil Dekripsi

Pada data asal dan data hasil dekripsi terlihat bahwa keduanya sama, ini ditunjukkan pada gambar 11. Sedangkan pada data hasil enkripsi sangat berbeda, ini menunjukkan bahwa proses enkripsi menghasilkan data yang tersamar sedangkan pada proses dekripsi data dikembalikan seperti semula.

6. Kesimpulan

Sistem kriptografi kunci publik knapsack merupakan salah satu alternatif sistem kriptografi yang dapat digunakan untuk mensamarkan data sehingga data akan lebih aman.

Dari segi keamanan sistem kriptografi kunci publik knapsack ini lebih aman bila dibandingkan dengan sistem konvensional karena untuk mengamankan

data digunakan dua buah kunci sehingga mempunyai tingkat keamanan lebih tinggi. Data terenkripsi berubah bentuk dari data text berubah ke dalam bentuk ascii sehingga sangat sulit bagi *cryptanalisis (hacker)* untuk melakukan pembacaan file terenkripsi.

Program ini dapat melakukan proses pengacakan untuk data yang berbentuk text, gambar, maupun audio dan data dapat dikembalikan ke bentuk semula.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi yang telah memberi kesempatan untuk menyusun makalah ini, juga kepada dewan redaksi Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi yang telah memungkinkan tulisan ini dimuat.

7. Daftar Pustaka

1. Simmons, J Gustavus., "Contemporary ,Cryptology the Science of Information Integrity," Wiley 1999.
2. G. Desmedt, J.P. Vandewalle, and R.M. Govarets, "A Critical Analysis of the security of knapsack public-Key Algorithms," *IEEE Trans Inform, Theory, Vol IT-30, 601-611, July 1984.*
3. Laih, Chi-Sung, Lee, Jau-Yuen, Harn Lein, Yan-Kuin Su, "Linearly Shift Knapsack Public-Key Cryptosystem," *IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol 7, No.4 May 1976.*
4. Hellman Merkle, R.C., , M., "Hidding Information and signatures in Trapdoor Knapsack," *IEEE Trans Inform, Theory, Vol 22, pp 525-530 1978*
5. Diffie, W, Hellman, M, "New Directions in Cryptography," *IEEE Trans Inform, Theory, Vol 22, pp 644 654, 1976.*
6. Pramono, Djoko, "Mudah Menguasai Delphi 4," jilid I&2", PT. Elek Media Komputindo Gramedia Jakarta 1999.

Simulasi Penentuan Posisi *Mobile Station* dengan Antena Larik Adaptif dan Algoritma LMS

Aloysius Adya Pramudita¹⁾, Arief Suryadi S²⁾, Asep Yudi Hercuadi³⁾

¹⁾Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika ITB

^{2) & 3)} Puslit Elektronika dan Telekomunikasi LIPI

Jl. Sangkuriang Komplek LIPI Gd. 20 Lt. IV, Bandung, 40135

Email : pramudita@ee.itb.ac.id, arief@ppet.lipi.go.id, asepy@ppet.lipi.go.id

Abstract

The use of Adaptive Array Antenna on Base Transceiver Station (BTS) becomes an alternative method for tracking position of a mobile station by detecting of receiving signals from the mobile station. By knowing the angle of the receiving signals towards both of BTS which consist of adaptive array antenna, the mobile station position can be detected by searching the intersection point of the beam pattern extension which is produced by both of BTS. The Least Mean Square (LSM) algorithm was performed to produce the adaptation process of array antenna.

Key words : adaptive array antenna, BTS, LSM algorithm.

Abstrak

Penggunaan antena larik adaptif pada Base Transceiver Station (BTS) menjadi metoda alternatif penentuan posisi dengan mendeteksi arah sinyal yang diterima dari mobile station. Dengan mengetahui arah sinyal yang diterima terhadap kedua BTS yang terdiri atas antena larik adaptif, maka posisi mobile station dapat diketahui dengan mencari titik perpotongan dari pola radiasi yang dihasilkan dari kedua BTS tersebut. Proses adaptasi dilakukan dengan algoritma Least Mean Square (LMS).

Kata kunci : antena larik adaptif, BTS, algoritma LMS.

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi khususnya telekomunikasi telah memberikan pengaruh yang sangat besar pada berbagai aspek kehidupan manusia. Perkembangannya telah dapat menghadirkan layanan komunikasi jarak jauh antar manusia melalui beragam media transmisi. Salah satu teknologi telekomunikasi yang terus berkembang saat ini adalah komunikasi nir kabel. Sifatnya yang dinamis memungkinkan media komunikasi seperti *mobile station* dapat berkomunikasi satu sama lain atau dengan jaringan statis secara leluasa.

Banyak keuntungan yang ditawarkan dari penggunaan *mobile station* disamping sebagai

sarana komunikasi. Salah satunya adalah untuk mengetahui posisi dari *mobile station* tersebut. *Mobile station* yang terhubung ke jaringan komunikasi melalui *Base Transceiver Station* (BTS) dapat diketahui posisi keberadaannya. Hal itu dapat dilakukan dengan mendeteksi arah kedatangan sinyal (*Angle of receiving signal*) terhadap dua BTS yang sudah diketahui. Untuk menentukan arah kedatangan sinyal yang diterima dapat digunakan antena larik adaptif pada kedua BTS, sehingga penentuan posisi dapat dilakukan.

Pada tulisan ini telah dilaporkan simulasi penentuan posisi *mobile station* dengan antena larik adaptif dan proses adaptasi dilakukan dengan algoritma *least mean square* (LMS).

2. Landasan Teori

2.1 Susunan Linier N Sumber Titik Isotropis (Antena Array)

Diasumsikan sejumlah N sumber titik isotropis dengan amplituda dan jarak yang sama, serta titik referensi seperti terlihat pada gambar 1. Dengan menggunakan antena susunan ini dapat diperoleh suatu pola radiasi (*pattern*) dan *gain* tertentu yang memungkinkan untuk dilakukan pengaturan.

Kuat medan total (E) pada titik jauh (P) dalam arah ϕ adalah :[1]

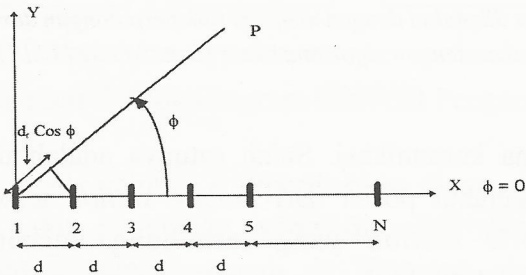
$$E = \left[1 + e^{(j \psi)} + e^{(2j \psi)} + e^{(3j \psi)} + \dots + e^{(j(n-1) \psi)} \right] \dots \dots (2.1)$$

dengan :

$$\psi = d_r \cos \phi + \delta = (2\pi/\lambda) d \cos \phi + \delta$$

dimana :

d_r = jarak antara kedua antena dinyatakan dalam radian.



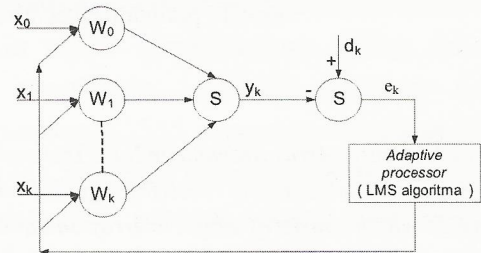
Gambar 1: Susunan Linier N Sumber Titik Isotropis

2.2 Susunan Antena Adaptif

Susunan antena adaptif merupakan kombinasi antena susunan dengan suatu sistem adaptif, sehingga mampu menerima dan memancarkan gelombang dengan kemampuan mengadaptasi sesuai dengan arah kedatangan sinyal. Dengan kata lain sistem dapat mengubah pengarah pola radiasinya secara otomatis

menuju arah gelombang yang diinginkan, sehingga susunan antena adaptif dapat menangkap sinyal yang diinginkan lebih baik.

Untuk mencapai kondisi tersebut, maka diperlukan pengaturan bobot pada setiap elemen antena, dimana pengaturan bobot tersebut dilakukan oleh prosesor adaptif (algoritma LMS). Gambar susunan antena adaptif dapat dilihat seperti pada gambar 2.



Gambar 2: Antena Susunan Adaptif

2.3 Sudut Datang / Angle of Arrival (AOA)

Metoda *Angle of Arrival* (AOA) merupakan salah satu metoda yang digunakan dalam proses penentuan posisi. Pada saat ini, AOA bukanlah salah satu metoda yang distandarisasi dalam proses penentuan posisi pada jaringan GSM. Pada awalnya AOA dikembangkan untuk keperluan militer dan organisasi pemerintahan, hingga pada akhirnya diaplikasikan pada sinyal selular.

Penentuan AOA didasarkan atas arah datangnya sinyal *mobile station* terhadap BTS yang diwujudkan dengan menggunakan elemen antena susunan pada BTS.

2.4 Algoritma Least Mean Square (LMS)

Algoritma *Least Mean Square* atau rata-rata kuadrat terkecil adalah algoritma yang menggunakan estimasi gradien khusus yang berlaku untuk penggabungan linier.

Algoritma ini digunakan untuk mengatasi masalah pengaturan bobot pada antena, sehingga bobot pada sistem dapat berubah sesuai dengan sudut datang

(incident angle) sinyal mobile station terhadap BTS.

Langkah algoritma LMS :

1. Inisialisasi nilai bobot awal,
2. Hitung keluaran dari struktur adaptif, seperti pada persamaan 2.2.

$$y_k = \sum_{k=0}^K x_k * w_k \tag{2.2}$$

3. Hitung nilai error dan (mean square error) MSE

$$\epsilon = d_k - y_k \tag{2.3}$$

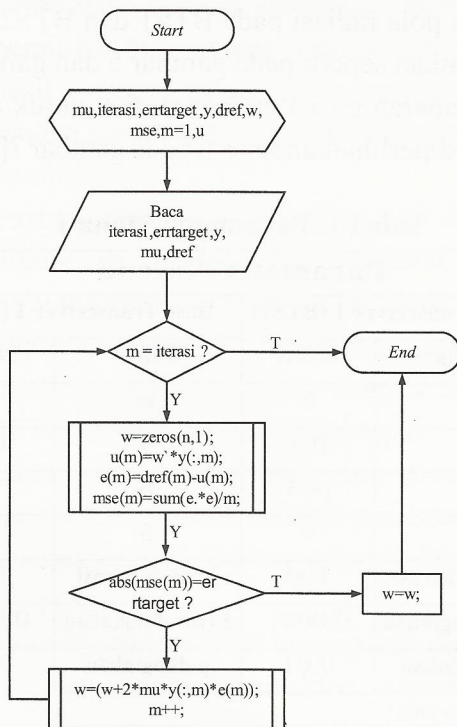
4. Jika ternyata MSE \geq MSE target, maka, proses adaptasi selesai.

Jika $MSE \geq MSE$ target, maka :

$$w_{k+1} = w_k + 2\mu x_k \epsilon_k \tag{2.4}$$

5. Ulangi langkah 2.

Alur proses (flowchart) algoritma LMS diperlihatkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3: Flowchart Algoritma LMS

3. Simulasi

Perancangan simulasi dibagi menjadi lima bagian besar, yaitu perancangan sinyal masukan, masukan antenna susunan, pemroses adaptif, pembentukan pola radiasi, dan penggambaran penentuan posisi.

3.1 Sinyal Masukan

Sinyal masukan pada susunan antenna adaptif, yaitu sinyal Binary Phase Shift Keying (BPSK). Sinyal BPSK ini diumpamakan sebagai sinyal yang akan diterima oleh setiap elemen antenna dari sinyal mobile station yang akan dideteksi.

Sinyal BPSK yang dihasilkan sudah merupakan sinyal yang tercuplik, dengan frekuensi cuplik yang sudah ditentukan sebelumnya.

3.2 Masukan Antenna Susunan

Secara matematis perbedaan fasa untuk propagasi ini dapat ditulis :

$$\psi = \beta d \cos(\theta) \tag{3.1}$$

Apabila sinyal yang datang di antenna susunan diberi nama $u(t)$, maka sinyal yang diterima di setiap elemen adalah :

$$x_1(t) = u(t)$$

$$x_2(t) = u(t)e^{j\psi}$$

$$x_3(t) = u(t)e^{2j\psi}$$

$$\vdots$$

$$x_n(t) = u(t)e^{j(n-1)\psi}$$

n adalah jumlah elemen pada antenna susunan. Dalam notasi vektor, persamaan diatas bisa ditulis sebagai :

$$x(t) = a(\theta)u(t) \tag{3.2}$$

dengan

$$a(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & e^{j\psi} & e^{2j\psi} & \dots & e^{j(n-1)\psi} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

3.3 Pemroses Adaptif

Algoritma LMS digunakan untuk memproses kembali keluaran antenna. Pemrosesan ini berfungsi untuk pengadaptasian bobot apabila sistem antenna adaptif belum konvergen.

Tahap tahap yang dilakukan untuk perancangan pemroses adaptif adalah sebagai berikut :

1. Keluaran dari susunan antenna adaptif adalah $y(k)$. Selisih dari respon yang diharapkan (*desired response*) $d(k)$ dengan $y(k)$ akan menghasilkan suatu nilai *error* $\epsilon(k)$.

$$\epsilon(k) = d(k) - y(k)$$

2. Sinyal *error* $\epsilon(k)$ yang dihasilkan akan digunakan untuk memperbaharui harga bobot (w) pada sistem antenna adaptif sehingga dihasilkan bobot yang optimum untuk pembentukan pola radiasi yang diinginkan. Rumus yang digunakan untuk memperbaharui harga bobot adalah sebagai berikut:

$$w_{k+1} = w_k + 2\mu x_k \epsilon_k$$

3. Naikkan harga k menjadi $k+1$ dan ulangi prosedur seperti langkah semula, demikian seterusnya, sampai dicapai harga bobot yang optimum.

3.4 Pembentukan Pola Radiasi

Pola radiasi yang ditampilkan berupa medan listrik (E) dalam koordinat polar yang diplot pada arah 0° sampai 360°. Medan listrik yang dihasilkan merupakan hasil perkalian matriks antara bobot optimum (yang dihasilkan dari proses pengadaptasian) dengan koefisien fasa susunan $a(\theta)$, dinyatakan dengan persamaan ;

$$E(\theta) = |W_{optimum} * a(\theta)| \dots \dots \dots (3.4)$$

3.5 Penggambaran Posisi

Penggambaran posisi merupakan tahapan akhir dari perancangan simulasi ini. Tahap tahap yang dilakukan untuk penggambaran posisi adalah sebagai berikut :

1. Pencarian medan listrik (E) terbesar yang diterima pada BTS1 dan BTS2 dalam koordinat polar.
2. Menentukan sudut kedatangan sinyal terbesar yang diterima pada BTS1 dan BTS2.
3. Menghitung gradien untuk menentukan persamaan garis pada BTS1 dan BTS2
4. Mencari nilai konstanta (c_1 dan c_2) pada kedua persamaan garis.
5. Menentukan persamaan garis pada kedua BTS.
6. Mencari titik potong dari kedua persamaan garis

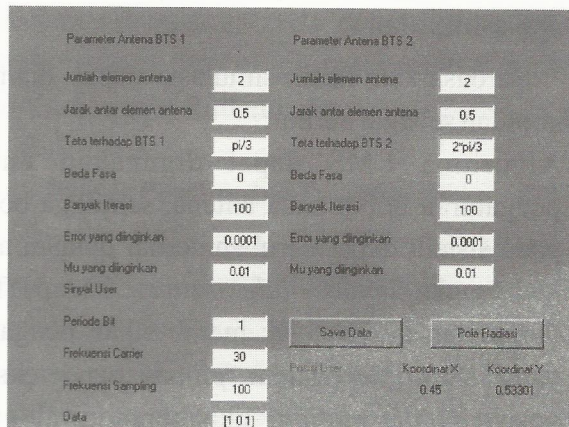
4. Pengujian Simulasi

Pada tabel 1 diperlihatkan parameter antenna pertama yang berisi masukan parameter antenna seperti pada gambar 4, kemudian diperoleh tampilan pola radiasi pada BTS1 dan BTS2, yang diperlihatkan seperti pada gambar 5 dan gambar 6. Penggambaran posisi *mobile station* untuk antenna pertama diperlihatkan seperti pada gambar 7 [peta].

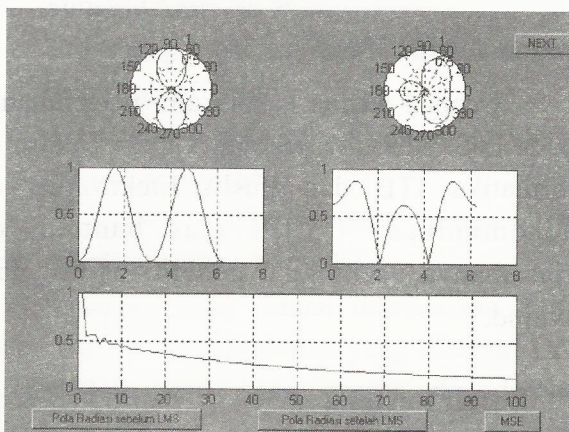
Tabel 1. Parameter Antena 1

Parameter Antena			
Base Transceiver 1 (BTS1)		Base Transceiver 2 (BTS2)	
Jenis	Nilai	Jenis	Nilai
n	8	n	8
d	0.5	d	0.5
θ	pi/3	θ	2*pi/3
δ	0	δ	0
Banyak iterasi	100	Banyak iterasi	100
Error diinginkan	0.0001	Error diinginkan	0.0001
M diinginkan	0.01	μ diinginkan	0.01

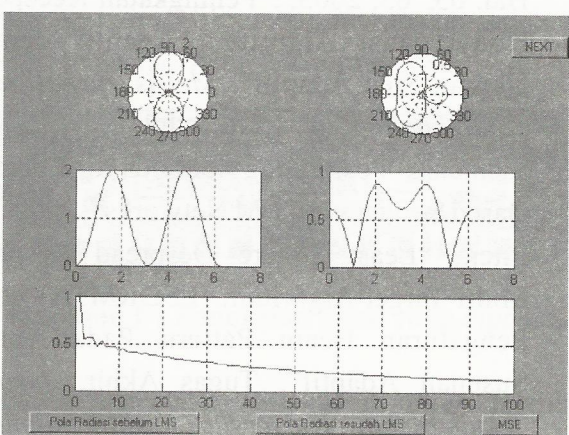
Bobot awal = [0 0]



Gambar 4.: Masukan Parameter Antena

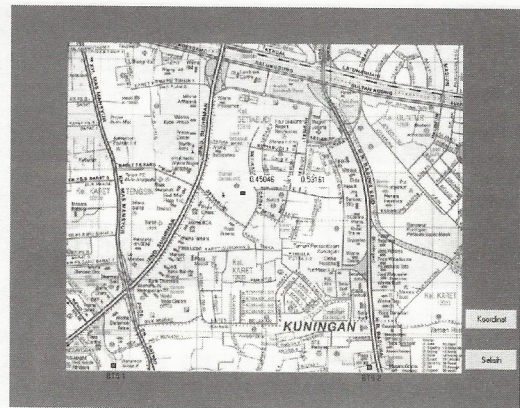


Gambar 5: Tampilan Pola Radiasi BTS 1



Gambar 6: Tampilan Pola Radiasi BTS2

Hal yang sama dilakukan pada tabel 2, yaitu untuk parameter antena yang kedua, dihasilkan tampilan pola radiasi BTS1 yang diperlihatkan seperti pada



Gambar 7.: Penggambaran Penentuan Posisi [peta]

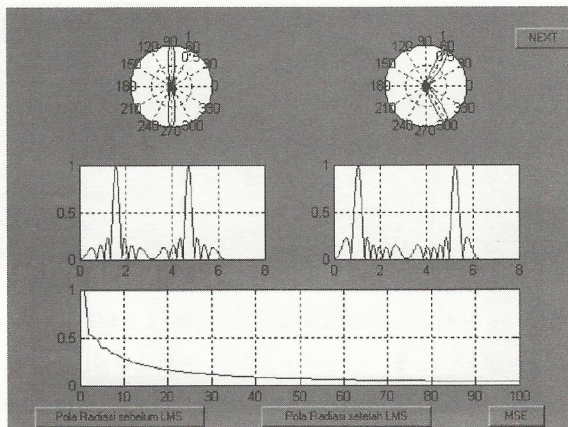
gambar 8, sedangkan tampilan pola radiasi BTS2 diperlihatkan seperti pada gambar 9. Penggambaran posisi *mobile station* untuk antena kedua diperlihatkan seperti pada gambar 10 [peta]. Dari hasil simulasi dapat dianalisa bahwa:

1. Jika bobot awal yang diberikan pada setiap elemen antena tidak bernilai nol, maka parameter antena memberikan pengaruh dalam proses pendeteksian *mobile station*.
2. Variabel μ merupakan faktor yang menentukan dalam proses adaptasi.
3. Semakin banyak jumlah elemen antena semakin baik pola radiasi yang dihasilkan.
4. Semakin banyak iterasi yang dilakukan maka semakin baik proses pendeteksian yang dilakukan.

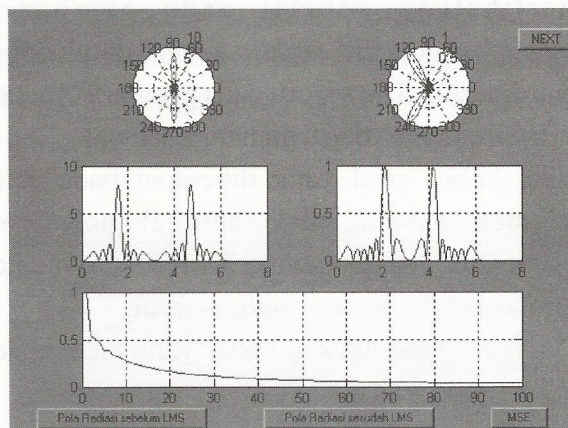
Tabel 2. Parameter Antena 2

Parameter Antena			
Base Transceiver 1 (BTS 1)		Base Transceiver 2 (BTS2)	
Jenis	Nilai	Jenis	Nilai
n	2	n	2
d	0.5	d	0.5
θ	$\pi/3$	θ	$2*\pi/3$
δ	0	δ	0
Banyak iterasi	100	Banyak iterasi	100
Error diinginkan	0.0001	Error diinginkan	0.0001
M diinginkan	0.01	μ diinginkan	0.01

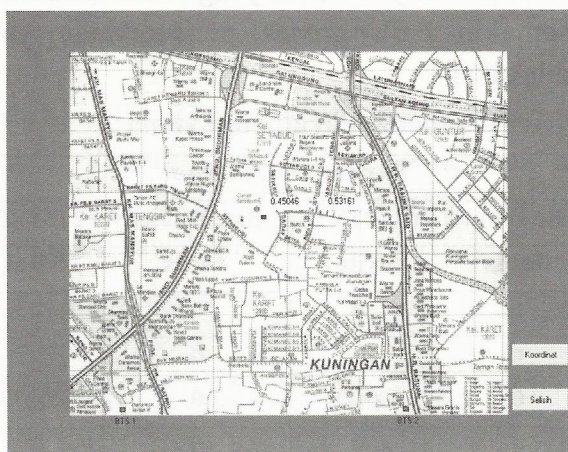
Bobot awal = [0 0]



Gambar 8: Tampilan Pola Radiasi BTS1



Gambar 9: Tampilan Pola Radiasi BTS2



Gambar 10: Penggambaran Penentuan Posisi Mobile Station untuk Antena 2 [peta].

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma LMS dapat digunakan untuk pengaturan bobot pada antenna, sehingga bobot pada sistem dapat berubah sesuai dengan arah kedatangan sinyal *mobile station* terhadap BTS.
2. Parameter antenna tidak memberikan pengaruh yang signifikan dalam proses pendeteksian posisi *mobile station*, jika bobot awal yang diberikan bernilai nol pada setiap elemen antenna.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami persembahkan kepada Lab. LTRGM Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika ITB dan Puslit Elektronika dan Telekomunikasi - LIPI atas bantuan dan kerjasamanya, sehingga penelitian ini dapat terwujud.

6. Daftar Pustaka

1. Kraus, Jhon D., "Antennas", *Mc Graw Hill*, 3rd edition, New York, 2002.
2. Hal. 63 - 65, 2003, "Peningkatan Kecepatan Konvergensi Algoritma Adaptif dengan Ukuran Step Adaptif". *Metris Jurnal Sains dan Teknologi* Vol. 4, No. 2, Juli.
3. Siemens, "Positioning Methods for Location Based Services in GSM Networks", 2000.
4. Piter., "Least Square Despread Respread Multi Target Algorithm (LSDRMATA) untuk Pengaturan Beam Pattern Pada Antena Susunan Adaptif". Tugas Akhir, *Jurusan Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya*, Jakarta, 2003.
5. Widrow, Bernard, "Adaptive Signal Processing", *Prentice Hall, inc, Englewood Cliffs*, New Jersey, 1985.

Sistem Pengukuran Saluran Telepon pada Jarlokot

Asep Yudi Hercuadi¹⁾ dan Ros Sariningrum²⁾

Puslit Elektronika dan Telekomunikasi LIPI

Jl. Sangkuriang Komplek LIPI Gd. 20 Lt. IV, Bandung, 40135

Email : ros@ppet.lipi.go.id , asepp@ppet.lipi.go.id

Abstract

The cable access local network (jarlokot) is one of communication media which is mostly used due to its low cost and multi service compared with other media.. Jarlokot has also have physically disturbances. This paper reported the measurement methods that must be done to localize disturbance, sites in order that repairing can be indentified. The measurement methods can applied for maintenance telephone lines as a preventive action and to overcome the disturbances.

Key words : jarlokot, gangguan fisik, pengukuran, saluran telepon

Abstrak

Jaringan lokal akses kawat tembaga (jarlokot) adalah salah satu media komunikasi yang masih banyak digunakan dibanding media yang lain karena harganya yang murah dan multi service. Namun jarlokot sendiri tak lepas dari gangguan fisik. Tulisan ini melaporkan metode-metode pengukuran yang harus dilakukan untuk melokalisir letak gangguan sehingga perbaikan dapat segera dilakukan pada saluran telepon. Sistem pengukuran ini dapat diterapkan untuk tindakan preventif pemeliharaan saluran telepon dan untuk mengatasi gangguan pada saluran telepon sebagai tindakan perbaikan.

Kata kunci : jarlokot, phisically disturbances, measurement, telephone line

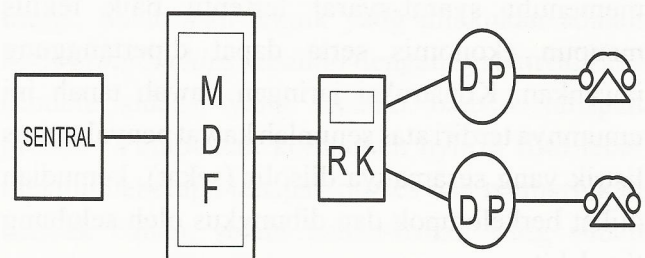
1. Pendahuluan

Jaringan telepon mencakup komponen terminal (misalnya pesawat telepon), saluran kabel dan sentral (misalnya sentral telepon) sebagai tempat penyambung dan pemutus percakapan telepon. Jaringan juga didefinisikan sebagai media penyalur berita-berita telekomunikasi yang menghubungkan para pengguna jasa telekomunikasi.

Jaringan sering disebut sebagai saluran fisik yang menghubungkan komponen-komponen pesawat terminal dengan sentral telekomunikasi. Saluran fisik merupakan semacam media transmisi yang dapat dilihat dan diraba secara fisik.

Untuk meghubungkan pesawat telepon dari pelanggan ke sentral telepon memerlukan adanya saluran. Saluran ini biasanya terbuat dari kawat,

ada yang tanpa pembungkus (*open wire*), ada pula yang diberi isolasi sebagai pelindung. Kawat berisolasi sering disebut kabel atau *pair cable*. Isolasi biasanya terbuat dari bahan-bahan sejenis campuran plastik yang tahan terhadap resapan air dan panas matahari. Saluran fisik sering disebut dengan jaringan luar, yang fungsinya sangat menentukan keberhasilan penyampaian informasi telekomunikasi antar pelanggan.



Gambar 1 : Distribusi Jaringan Lokal^[1]

Gambar 1 menunjukkan bagan distribusi jaringan lokal yang terdiri atas RPU(Rangka Pembagi Utama) atau MDF, RK(Rumah Kabel), DP (*Distribution Point/* Kotak Pembagi), Roset (papan sambung pesawat telepon).

2. Jenis Jaringan Telekomunikasi

Jaringan telekomunikasi dapat dibedakan dari berbagai sudut pandang, sebagai berikut, yaitu dari cara;

2.1. Cara Pemasangannya

a. Jaringan atas tanah

Jaringan digantung pada tempat-tempat ketinggian berupa tiang-tiang telepon, atau jenis penggantung lainnya.

b. Jaringan bawah tanah

Ditempatkan di bawah permukaan tanah, menuntut mutu isolasi yang lebih baik, tahan air, tahan kelembaban, dan sebagainya. Pada jaringan ini terdiri atas 3 jenis yaitu :

❖ Kabel tanam langsung

Jaringan bawah tanah ini direntangkan di dalam tanah mulai dari sentral telepon sampai ke lokasi pelanggan. Kedalaman galian kurang lebih 80 cm atau sesuai peraturan PEMDA setempat. Sistem jaringan bawah tanah ini merupakan sistem jaringan yang mahal biayanya dibandingkan dengan sistem jaringan atas tanah.

Karena itu, pelaksanaannya haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu baik teknis maupun ekonomis serta dapat dipertanggung jawabkan. Konstruksi jaringan bawah tanah ini umumnya terdiri atas sejumlah kawat penyalur arus listrik yang sesamanya diisolir (sekat), kemudian diikat berkelompok dan dibungkus oleh selubung timah hitam.

❖ Kabel *Duct (duct cable)*

Cara pemasangan kabel bawah tanah ini adalah dengan memasukkan kabel tersebut ke dalam pipa, dan pipa ini ditanam di bawah permukaan tanah kemudian dicor beton di atasnya. Pipa *duct* (polong) ini terbuat dari pipa paralon yang tahan terhadap air dan kelembaban tanah. Biasanya dari sentral telepon sudah disiapkan jalur-jalur mana yang akan dilewati oleh kabel *duct* ini. Pada jarak-jarak tertentu dibuat lubang-lubang sambung (*manhole*) atau *handhole*, yang juga merupakan tempat-tempat penarikan kabel. Jarak antara dua *manhole* biasanya sekitar 200 meter. *Manhole* ini juga berfungsi sebagai tempat petugas-petugas memperbaiki kabel *duct* tersebut bila terjadi gangguan.

❖ Kabel laut (*Submarin cable*)

Kabel laut merupakan sejenis kabel yang berisolasi kuat untuk keperluan menyalurkan berita-berita telekomunikasi yang ditanam atau dipasang di bawah permukaan laut. Kabel laut biasanya dilengkapi dengan penguat suara yang banyak jumlahnya.

2.2. Posisi Pemasangannya dalam Jaringan Lokal

a. Jaringan kabel primer

Jaringan kabel primer berfungsi menghubungkan MDF suatu sentral telekomunikasi dengan RK pada sistem catuan tidak langsung dan dengan DP pada catuan langsung. Biasanya jaringan kabel primer mempunyai kapasitas maksimum sebesar 2400 pasang dengan garis tengah urat kabel 0,6 mm. Namun pada sentral telekomunikasi yang berkapasitas besar, jaringan kabel primer ini biasanya ditanam langsung atau dipasang dengan pola pipa *duct*. Dalam kenyataan di lapangan, kapasitas jaringan kabel primer ini berkisar antara 1,1 sampai 1,5 kali kapasitas sentral itu sendiri.

b. Jaringan kabel sekunder

Fungsi dari jaringan kabel sekunder yaitu untuk menghubungkan RK dengan DP. Jaringan kabel sekunder dapat dipasang di atas tanah, dan juga secara tanam langsung. Kapasitas maksimum jaringan kabel sekunder 200 pasang. Garis tengah kabel berbagai ukuran yang berkisar antara 0,4 sampai 0,8 mm. Dalam kenyataan di lapangan, kapasitas jaringan kabel sekunder ini berkisar antara 1,1 sampai 1,5 kali kapasitas kabel primer.

c. Jaringan kabel penanggal

Jaringan kabel penanggal disebut juga dengan saluran distribusi atau saluran penanggal. Jaringan kabel ini berfungsi untuk menghubungkan DP atau Titik Pembagi Atas Tanah (TPAT) ke terminal blok yang ada di rumah pelanggan, dan dapat pula menyambungkan Titik Pembagi Bawah Tanah (TPBT) ke terminal blok yang ada di rumah pelanggan. Jenis kabel yang dipakai untuk jaringan penanggal ini biasanya adalah *drop wire* yang berupa kabel dengan kapasitas 1x2 atau 2x2 berdiameter antara 0,6 mm sampai dengan 1,2 mm.

d. Jaringan kabel instalasi rumah

Jaringan instalasi rumah merupakan bagian kabel yang terletak antara terminal blok dan roset telepon di dalam rumah pelanggan. Dalam pemasangan kabel bila tidak rapi dapat membahayakan pemilik rumah.

3. Spesifikasi Kabel Tembaga

Kabel tembaga mempunyai spesifikasi-spesifikasi khusus yang harus dipenuhi untuk memperoleh hasil akses yang baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Oleh karena itu, hasil ukur nilai elektrik dari jaringan tersebut seperti resistansi, induktansi, dan kapasitansi harus baik pula atau sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

3.1. Kabel Udara

Kabel udara merupakan kabel telekomunikasi yang dipasang di udara terbuka yang merentang diantara tiang-tiang penyangga. Spesifikasi kabel biasanya terdiri atas hal-hal berikut ini;

a. Kode pengenalan

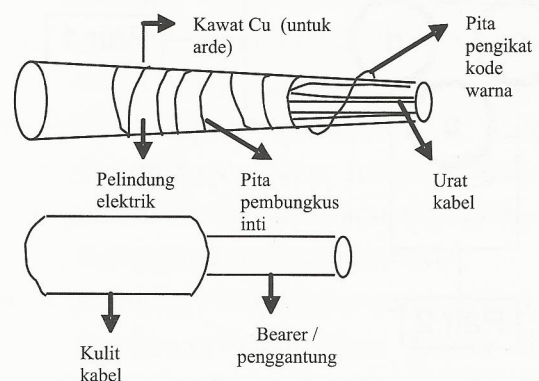
U – E (Pe) E S 60 x 2 x 0,6

Kode komponen :

- U: kabel udara kapasitas 60 pasang, tembaga berdiameter 0,6 mm
- E: berisolasi *polietelin*
- Pe: pelindung elektris dari aluminium berselubung *polyethylene*
- S: berpenguatan sendiri

b. Urat kabel

Urat kabel terdiri atas bahan penghantar dan bahan isolasi (gambar 2). Penghantar tersebut terbuat dari bahan tembaga lunak hasil proses penguatan campuran yang memenuhi persyaratan yaitu harus mempunyai mutu serba sama, kawat padat bulat, mengkilap dan bersih, bebas dari cacat, dan nilai tahanan urat kabel yang diukur harus sesuai dengan diameternya. Sedangkan bahan isolasi sebagai pembungkus masing-masing penghantar diberi warna dan terbuat dari bahan komponen *polyethylene*.



Gambar 2: Bentuk Kabel berisolasi^[2]

c. Pita pengikat saluran

Setiap 10 pasang kabel dililit oleh pita pengikat warna yang terbuat dari bahan *polypropylene* atau sejenisnya.

d. Pita pembungkus inti

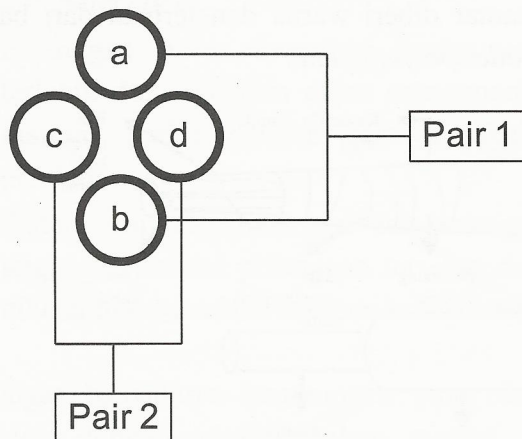
Untuk pembungkus inti kabel digunakan pita non higroskopis yang terbuat dari bahan *polipropilin* atau sejenisnya (plastik transparan). Pita ini dililitkan ke inti kabel secara helikal atau tumpang tindih. Pita ini selain berfungsi sebagai pembungkus inti kabel, juga berperan sebagai pencegah melelehnya isolasi pada proses pembuatan kulit kabel.

e. Kawat tembaga

Kawat tembaga berdiameter 0,6 mm. Berfungsi sebagai pentanahan atau penghubung ke tanah pada waktu terminasi. Bila kabel tidak dilengkapi kawat ini maka harus digunakan lilitan kawat tembaga pada lapisan alumunium.

f. Empat

Empat penghantar berisolasi dipilin bersama-sama membentuk empatan (*quad*) yang simetris dan kompak. Masing-masing empatan dalam satu dasar akan mempunyai panjang pilinan yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3: Kabel Empat (Quad)^[2]

g. Pilinan

Lima empatan berurutan dari nomor 1 sampai dengan nomor 5 dipilin bersama membentuk satuan dasar (satuan 10 pasang) yang kompak. Pita pengikat dililitkan pada setiap satuan. Sejumlah satuan dasar dipilin membentuk inti kabel yang sentris dan kompak. Antara lapisan luar dan tengah dari inti kabel boleh dibatasi dengan pembungkus pita *polypropylene* polos atau bahan lain yang sejenis.

h. Pelindung elektrik

Pelindung elektrik digunakan untuk melindungi kabel dari kemungkinan induksi atau kelembaban. Pelindung elektrik terbuat dari pita alumunium polos atau berlapis *polyethylene* pada salah satu sisinya. Lapisan ini diletakkan di atas pita pembungkus inti kabel secara tumpang tindih.

i. Penggantung (*bearer*)

Penggantung terbuat dari pilinan kawat baja galvanis serta mempunyai daya kuat tarik yang tinggi.

j. Kulit kabel

Inti kabel yang telah dilapisi dengan pita pembungkus dan pelindung elektrik, bersama-sama dengan kawat penggantung baja dilapisi lagi dengan selubung *polyethylene* berwarna hitam.

k. Sifat kelistrikan

❖ Tahanan isolasi

Tahanan isolasi yang diukur antara masing-masing penghantar dalam kabel dengan sisa penghantar dalam kabel tersebut bersama lapisan alumuniumnya tidak boleh kurang dari 10.000 M Ω /Km pada suhu 20°C. Tahanan isolasi diukur dengan tegangan searah 500V dan pembacaan dilakukan setelah satu menit pada saat penunjukkan telah mantap.

❖ Kapasitansi bersama

Harga rata-rata kapasitansi bersama dari setiap pasang yang diukur pada frekuensi 800 Hz tidak boleh melampaui 55 nF.Km⁻¹ untuk kabel dengan diameter penghantar 0,6 dan 0,8 mm, atau 62 nF.Km⁻¹ untuk kabel dengan diameter penghantar 1,0 mm.

❖ Uji tegangan tembus

Isolasi dari setiap penghantar terhadap penghantar lainnya harus tahan terhadap tegangan 500 V, 50 Hz untuk satu menit.

❖ Tahanan penghantar

Tahanan penghantar dalam kabel harus memenuhi ketentuan seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Tahanan penghantar kabel^[4]

Diameter Urat (mm)	TahananMaks (Ω/Km)
0,4	150
0,6	65
0,8	36,5
0,9	29
1,0	23

❖ Redaman

Redaman dalam kabel harus memenuhi ketentuan seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Tahanan penghantar kabel^[4]

Diameter Urat (mm)	Redaman Kabel (dB/Km)	Jarak Maks (Km)
0,4	2,98	3,5
0,6	1,67	6,2
0,8	1,18	8,7

3.2. Saluran Penangkal

Saluran penangkal adalah bagian dari jaringan atas tanah, dimulai dari kotak pembagi sampai pada

tambahan (KTB) di rumah pelanggan. Saluran penangkal biasanya menggunakan *drop wire*. Jenis *drop wire* yang banyak digunakan sebagai saluran penangkal adalah yang memakai kawat penggantung dan berurat kawat tembaga dengan diameter 0,6 mm. Spesifikasi saluran penangkal yaitu terdiri atas dua kawat tembaga dengan diameter 0,6 mm atau 0,8 mm berpenguatan sendiri.

$$U - E S 1 \times 2 \times 0,6$$

Kode komponen :

U: kabel udara tembaga berdiameter 0,6 mm

E: berisolasi *polyethylene*

S: berpenguatan sendiri, kapasitas satu Pasang

Sifat kelistrikan saluran penangkal :

- a. Tahanan penghantar dengan diameter 0,6 mm maksimum adalah 65 Ω.Km⁻¹ dan untuk diameter 0,8 mm maksimum 36,5 Ω.Km⁻¹.
- b. Tahanan isolasi minimum 10.000 MΩ.
- c. Uji tegangan tembus pada penghantar berisolasi dan kawat penggantung dilakukan dengan arus bolak-balik 10.000 Volt.

3.3. Saluran Rumah

Saluran rumah direntangkan mulai dari Kotak Terminal Batas (KTB) sampai pada roset pesawat telepon. Saluran rumah terdiri dari atas kawat tembaga dengan penampang berdiameter 0,6 mm, berisolasi PVC (*Polyvinylchloride*), dan dengan ketebalan 0,2 mm.

Sifat kelistrikan saluran penghantar :

- a. Tahanan penghantar dengan diameter 0,6 mm maksimum adalah 65 Ω.Km⁻¹ dan untuk diameter 0,8 mm maksimum 36,5 Ω.Km⁻¹.
- b. Tahanan isolasi diukur pada suhu 20° tidak boleh kurang dari 100 MΩ/Km.
- c. Uji tegangan tembus pada penghantar

berisolasi dan kawat penggantung dilakukan dengan arus bolak-balik 10.000 Volt.

4. Pengukuran Saluran Harga Elektris

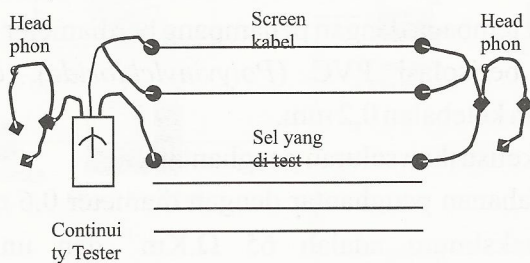
Pengukuran harga elektrik adalah merupakan suatu cara yang dilakukan untuk mengetahui nilai elektrik yang dimiliki oleh setiap jaringan kabel pada saat tertentu baik sebelum maupun pada saat instalasi dan masa pemeliharaan.

Yang menjadi sasaran pengukuran pada jaringan kabel yaitu pada daerah-daerah berikut ini:

- a. Pengukuran saluran dari terminal RPU sampai terminal RK.
- b. Pengukuran saluran dari terminal RK sampai terminal KP
- c. Pengukuran saluran dari terminal KP sampai terminal pelanggan.
- d. Pengukuran saluran dari KTB sampai Roset.
- e. Pengukuran saluran dari terminal RPU sampai terminal pelanggan.
- f. Pengukuran saluran antar RPU.

4.1 Pengukuran Kontinuitas

Untuk mengetahui apakah secara elektrik urat-urat kabel dari ujung ke ujung lainnya tidak terputus. Alat ukur yang digunakan yaitu *Continuity Tester* atau Avo meter. Untuk cara pengukurannya terlihat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 : Pengukuran Kontinuitas^[3]

4.2 Pengukuran tahanan jerat (loop)

Pengukuran ini dimaksudkan untuk

mengetahui harga tahanan saluran. Harga tahanan (*resistance*) suatu penghantar dihitung secara teoritis dengan rumus :

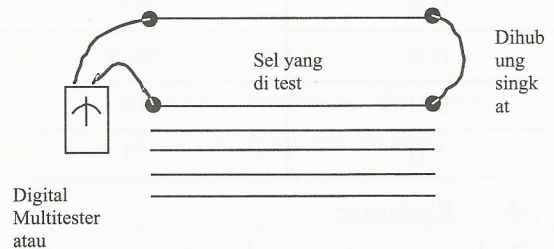
$$R = \frac{l\rho}{A} \tag{1}$$

- dimana : R = tahanan (Ω)
- l = panjang saluran (m)
- ρ = tahanan jenis,
- A = luas penampang kawat (mm^2)

Dengan demikian harga tahanan R berbanding lurus dengan panjang saluran dan berbanding terbalik dengan luas penampang kawat, untuk itu diambil harga standar dalam 1000 meter (1 km).

$$R = \frac{1000}{\text{panjang yang diukur}} \times \text{hasil ukur} = \dots \Omega / \text{km}$$

Cara pengukurannya terlihat pada gambar 5 di bawah ini.



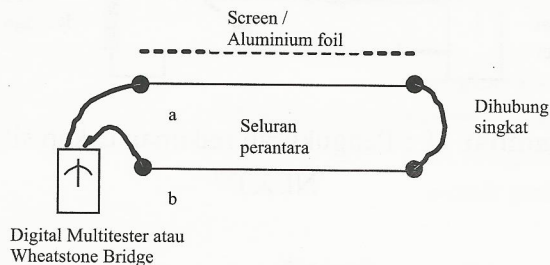
Gambar 5 : Pengukuran Tahanan Jerat^[3]

4.3 Pengukuran tahanan screen (aluminium foil)

Aluminium foil adalah pita aluminium yang dipasang secara tumpang (*overlap*) melilit kabel dan dipasang untuk pengamanan kabel dari gangguan tegangan liar. Oleh karenanya *aluminium foil* ini harus terhubung dengan baik ke *ground* yang ada di RPU, RK, dan KP yang selanjutnya dihubungkan ke titik *ground* pada setiap titik terminal. Alat ukur yang digunakan yaitu Avo meter. Untuk cara pengukurannya dilakukan dengan perantara satu atau dua saluran

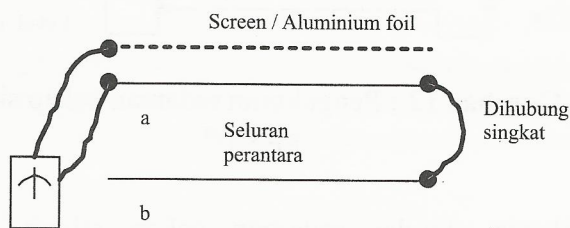
yang baik dan dapat dilakukan dengan 3 cara serti yang ditunjukkan pada gambar 6, gambar 7, dan gambar 8 di bawah ini :

- ❖ Dengan perantara urat a dan b



Gambar 6 : Pengukuran Tahanan Screen dengan perantara urat a dan b^[3]

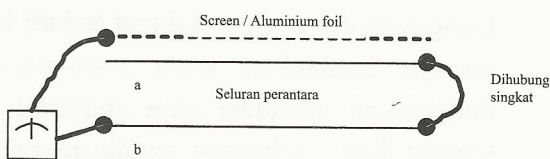
- ❖ Dengan perantara urat a dan screen



Digital Multitester atau Wheatstone

Pengukuran Tahanan Screen dengan perantara urat a dan screen^[3]

- ❖ Dengan perantara urat b dan screen



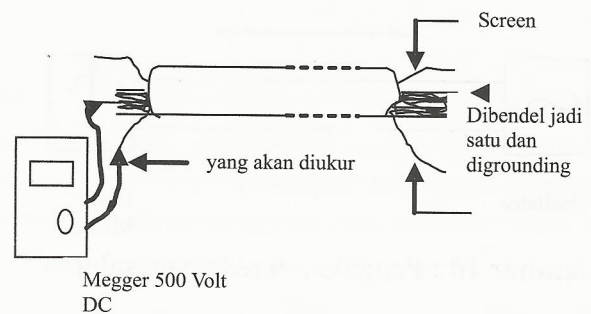
Digital Multitester atau Wheatstone Bridge

Gambar 8 : Pengukuran Tahanan Screen dengan perantara urat b dan screen^[3]

Tahanan *screen* kabel tidak mempunyai harga standar namun yang penting disini *aluminium foil* kabel harus terhubung antara titik terminasi dengan tahanan yang tidak telalu besar.

4.4 Pengukuran tahanan isolasi

Pengukuran ini dimaksudkan untuk mengukur besarnya kebocoran listrik yang terjadi antara urat yang diukur dengan urat lainnya maupun antara yang diukur dengan tanah. Alat ukur yang digunakan yaitu *Megger Insulation Tester* yang pada dasarnya adalah sebuah ohm meter. Untuk cara pengukurannya yaitu setiap urat yang tidak diukur dibending (disatukan) termasuk dengan *screen*, kecuali urat yang akan diukur. Pengukuran dilakukan dengan tegangan tembus searah (DC) 500 volt, seperti ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9 : Pengukuran Tahanan Isolasi^[3]

Hasil ukurnya menunjukkan kebocoran listrik yang terjadi pada urat yang diukur terhadap urat lainnya dan terhadap tanah (a/t, b/t, a/b). Harga tahanan isolasi bergantung pada panjang kabel, makin panjang kabel maka kebocoran makin banyak sehingga hasil ukur makin kecil. Harga standar tahanan isolasi kabel dalam gulungan (belum ditanam dan belum diterminasi) adalah 10.000 MΩ.Km⁻¹, dan untuk kabel yang sudah terpasang dan diterminasi harga standar minimumnya adalah 1.000 MΩ.Km⁻¹. Hasil ukur dikonversi menjadi panjang 1000 meter berdasarkan rumus :

$$R = \frac{\text{panjang yang diukur}}{1000} \times \text{hasil ukur} = \dots \text{M}\Omega / \text{km}$$

4.5 Pengukuran redaman saluran

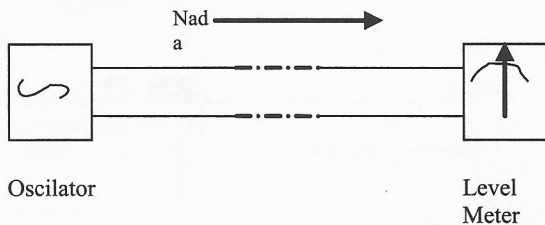
Redaman saluran diartikan sebagai kerugian daya yang terjadi dalam saluran. Satuan redaman adalah dB,

pengukuran redaman dimaksudkan untuk mengetahui berapa dB daya yang dikirim hilang dalam saluran.

$$\text{Redaman saluran} = 10 \log \frac{P_o}{P_i} \text{ dB}$$

Bila $P_o > P_i$ artinya pada saluran terjadi penguatan dan sebaliknya bila $P_o < P_i$ maka dalam saluran terdapat redaman.

Alat ukur yang digunakan yaitu *Oscilator* (pembangkit nada) dan *Level meter* (alat ukur dengan skala dB). Untuk cara pengukurannya terlihat pada gambar 10 berikut ini.



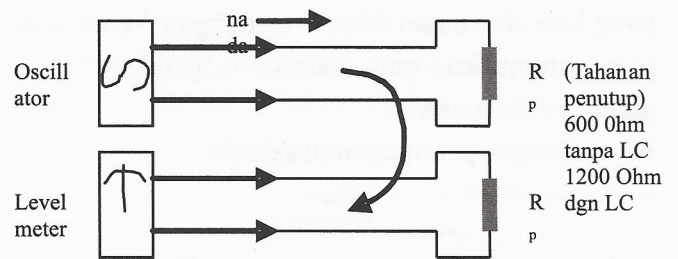
Gambar 10 : Pengukuran redaman saluran^[5]

4.6. Pengukuran redaman cakap silang (*cross talk*)

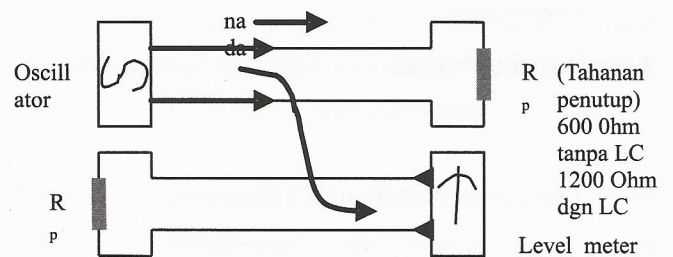
Pengukuran ini dimaksudkan untuk mengetahui sampai seberapa jauh nilai ikut dengar suatu saluran bila saluran lain dalam kabel itu sedang dipakai. Ada dua jenis redaman cakap silang, yaitu :

- a. NEXT (Near End Cross Talk)
- b. FEXT (Far End Cross Talk)

Dalam pengukuran ini yang harus diukur adalah redaman cakap silang antar pasang dalam *quad* yang sama (gambar 11) dan antar pasang dalam *quad* yang berbeda (gambar 12). Alat ukur yang digunakan yaitu *Oscilator* dan *Level meter*.



Gambar 11 : Pengukuran redaman cakap silang NEXT^[5]



Gambar 12 : Pengukuran redaman cakap silang FEXT^[5]

Harga standar redaman cakap silang tidak tergantung pada panjang saluran maupun diameter kawat, namun merupakan harga konstan, sebesar ≤ 65 dB untuk saluran tanpa *loading coil* dan ≤ 68 dB untuk saluran dengan *loading coil*.

5. Kesimpulan

- ❖ Gangguan pada telepon dapat terjadi karena adanya kesalahan pada jaringan yang disebabkan instalasi dan material yang kurang baik, sehingga untuk mengurangi atau mengatasi gangguan tersebut diperlukan tindakan preventif.
- ❖ Salah satu tindakan preventif adalah dalam proses pengoperasian jaringan diperlukan upaya pemeliharaan dan pengukuran secara periodik dan terus-menerus minimal satu bulan sekali, sehingga mutu operasinya lebih bagus dan dapat dipertahankan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Erika Yulanda, ST., PT Telkom dan seluruh staf serta pegawai Puslit Elektronika dan telekomunikasi LIPI sehingga penulisan paper ini dapat diselesaikan.

6. Daftar Pustaka

1. Gouzali. Saydam, "Prinsip Dasar Teknologi Jaringan Telekomunikasi", Bandung , Penerbit Angkasa, Bdg 1997.
 2. Smale. PH, "Sistem Telekomunikasi" Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta 1996.
 3. Sudijanto. Odin, "Diktat Konstruksi dan Instalasi Jaringan Kabel", PUSDIKLATTEL, Bandung 1990.
 4. Tim Penulis, "Pedoman Pemasangan Jaringan Kabel Telekomunikasi", PT. Telekomunikasi Indonesia, Bdg 1995.
 5. Tim Penulis, "Pengukuran Saluran dan Harga Elektris", PT. Telekomunikasi Indonesia, Bandung, 1995.
-



Aturan Penulisan Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi PPET LIPI

1. Redaksi menerima naskah karangan berupa hasil penelitian, pengembangan dan penerapan dalam bidang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, diutamakan hasil dari kelompok kerja penelitian.
2. Semua naskah yang masuk akan direview dan diseleksi oleh Dewan Direksi.
3. Naskah yang telah dikoreksi akan dikembalikan ke penulis untuk diperbaiki, setelah itu diserahkan kembali ke redaksi pelaksana.
4. Makalah berisi abstrak (bahasa Inggris dan bahasa Indonesia), pendahuluan, tinjauan pustaka, metoda penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan, ucapan terimakasih dan daftar pustaka.
5. Judul makalah ditulis dengan huruf kecil Times New Roman 14 spasi 1 (Judul Makalah).
6. Keterangan tentang penulis (nama penulis [**dicetak tebal**], intansi, alamat instansi, telepon, fax dan e-mail) ditulis dibawah judul makalah dengan huruf Times New Roman 10 spasi 1.
7. Judul **Abstrak** ditulis dengan huruf tebal di tengah, Times New Roman 12 spasi 1,5 terhadap isi bawahnya. Isi Abstract (dalam bahasa Inggris) dan Abstrak (dalam bahasa Indonesia) ditulis memanjang pada satu kolom dengan huruf Times New Roman 10 spasi 1 dan dicetak miring, dilengkapi dengan kata kunci dibawahnya.
8. Bila tulisan dalam bahasa Indonesia, yang didahulukan Abstract dalam bahasa Inggris dan bila tulisan dalam bahasa Inggris Abstrak bahasa Indonesia didahulukan.
9. Sub judul tulisan ditulis dengan huruf tebal, kecil, Times New Roman 12 spasi 1,5 terhadap tulisan bawahnya dengan penomoran angka biasa, (**1 Pendahuluan**).
10. Selain Abstrak, isi makalah ditulis dalam 2 (dua) kolom dengan huruf Times New Roman 12 spasi 1.
11. Gambar dan tabel harus diberi nomor urut, keterangan ringkas dengan huruf Times New Roman 12 dan disebutkan dalam isi makalah, gambar harus disesuaikan dengan ukuran halaman jurnal, (Gambar 1 :).
12. Persamaan matematik harus ditulis dengan jelas, diberi nomor urut, dan diberi keterangan notasi yang dipergunakan.
13. Contoh penulisan Daftar Pustaka sebagai berikut: Harper, Charles. A, "Handbook of Thick Film Hybrid Microelectronic", *McGraw-Hill*, New York, 1974.
14. Makalah maksimal 6 halaman, termasuk gambar dan tabel.



LIPI

JURNAL
ELEKTRONIKA dan TELEKOMUNIKASI

PUSAT PENELITIAN ELEKTRONIKA DAN TELEKOMUNIKASI - LIPI

Jl. Sangkuriang Bandung 40135 Tlp. (022) 250 4660, 250 4661 Fax. (022) 250 4659 - Bandung 40135
<http://www.ppet.lipi.go.id>