

Volume 3, No. 2, Desember 2014

ISSN : 2301-4652

Jurnal Ilmiah

# SESTRUM

Sistem - kEndali - Tenaga - elektRonika - telekomUnikasi - koMputer



Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

## DEWAN REDAKSI

### **Pengarah**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

### **Penanggung Jawab**

Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Suhendar, S.Pd., M.T.

### **Pemimpin Umum**

Dr. Alimuddin, S.T., M.M., M.T.

### **Pemimpin Redaksi**

Anggoro Suryo Pramudyo, M.Kom.

### **Mitra Bestari**

Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, M.Sc. (IPB)

Prof. Dr. Salama Manjang, M.T. (UNHAS)

Prof. Dr.Eng. Wahyu Widada, M.Sc. (LAPAN)

Prof. Dr.Ing. Fahmi Amhar (BAKOSURTANAL)

Dr. Eng. Ir. Zulfajri Basri Hasanudin, M.Eng. (Dewan Riset Nasional)

### **Penyunting**

Wahyuni Martiningsih, Ir., M.T.

Muhammad Iman Santoso, S.T., M.Sc.

Hartono, S.T., M.T.

Supriyanto, S.T., M.Sc.

Romi Wiryadinata, S.T., M.T.

Rocky Alfan, S.T., M.Sc.

Muhammad Sadikin, S.T., M.T.

Irma Saraswati, S.Si., M.Si.

Yus Rama Denny, S.Si., M.Si.

### **Kesekretariatan**

H. Andri Suherman, S.Si., M.Si.

Ri Munarto, Ir., M.Eng.

Siswo Wardoyo, S.T., M.Eng.

Heri Haryanto, S.T., M.T.

Herudin, S.T., M.T.

Yeni Apriyeni, A.Md.

### **Tata Letak & Desain**

Rian Fahrizal, S.T., M.Eng.

Endi Permata, S.T., M.T.

Didik Aribowo, S.T., M.T.

Muhammad Otong, S.T., M.T.

## DATA BIBLIOGRAFI

SETRUM merupakan jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA). SETRUM adalah singkatan dari “Sistem – kEndali – Tenaga – elektRonika – telekomUnikasi - koMputer” yang merupakan 5 Bidang Keahlian yang ada di Jurusan Teknik UNTIRTA. SETRUM diterbitkan setiap 6 bulan sekali, pada bulan Juni dan Desember setiap tahunnya dan terbit pertama kali pada bulan Juni 2012. SETRUM memuat 8 judul penelitian pada tiap terbitannya yang disajikan dalam Bahasa Indonesia dilengkapi dengan abstrak dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris.

**DAFTAR ISI**

Analisis Kinerja Model Pengontrol Ekson DNA Menggunakan Metode Model Hidden Markov Suhartati Agoes, Binti Solihah, Alfred Pakpahan	69-72
Desain Protokol Jaringan untuk Komunikasi Multimedia melalui WiMAX Suherman, Naemah Mubarakah	73-76
Prototipe Website untuk Sajian Informasi Profil Desa Binaan Universitas Negeri Gorontalo sebagai salah satu Implementasi Pengembangan Tridharma Perguruan Tinggi Amirudin Y. Dako, Rahmat Deddy Rianto Dako, Jumiati Ilham	77-85
Implementasi Automatic Packet Reporting System (APRS) Untuk Paket Data Pemantauan dan Pengukuran Arief Goeritno, Rakhmad Yatim, dan Dwi Jatmiko Nugroho	86-94
Desain Power Amplifier Frekuensi 135 Mhz Untuk Perangkat Transmitter Vhf Dittel Portable Teguh Firmansyah, Gatot Kuswara, Windu Prasetyo	95-102
Sistem Klasifikasi Jenis Kendaraan Melalui Teknik Olah Citra Digital Bagus Pribadi, Muchammad Naseer	103-107
Remote Terminal Unit (RTU) SCADA Pada Jaringan Tegangan Menengah 30 KV Didik Aribowo, M.Otong, Radiyanto	108-113
Kemudahan Pemrograman Mikrokontroller Arduino Pada Aplikasi Wahana Terbang Effendi Dodi Arisandi	114-117
Perbaikan Kestabilan Dinamik Pada Sistem Tenaga Menggunakan Kontrol Gain Avr Pss Wahyuni Martiningsih, Inawati, Heri Haryanto	118-124

# Analisis Kinerja Model Pengontrol Ekson DNA Menggunakan Metode Model Hidden Markov

Suhartati Agoes<sup>1</sup>, Binti Solihah<sup>2</sup>, Alfred Pakpahan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dosen tetap Jurusan Teknik Elektro, FTI Usakti. Tlp 021-566-3232 ext 8429;

<sup>2</sup>Dosen tetap Jurusan Teknik Informatika, FTI Usakti. Tlp 021-566-3232 ext 8436;

<sup>3</sup>Dosen tetap Biologi FKG Usakti. Tlp 021-5672731 ext 6104;

<sup>1</sup>sagoes@ trisakti.ac.id, <sup>2</sup>binti\_76@ yahoo.com, <sup>3</sup>alfred@ trisakti.ac.id

**Abstrak** – urutan Deoxyribo asam nukleat (DNA) yang memiliki beberapa bagian ekson dalam urutan coding (cd) adalah bagian penting dalam proses biologis untuk menghasilkan protein. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengontrol ekson DNA yang ada di CD dengan menggunakan Hidden Markov Model (HMM) sehingga protein yang dihasilkan tidak berubah. HMM metode memiliki parameter misalnya; negara, nilai keadaan transisi, negara emisi dasar dan algoritma yang digunakan untuk pelatihan dan proses pengujian. Nilai dari negara transisi secara acak berbagai ditentukan nilai antara 0 ~ 1. Pelaksanaan HMM di ekson kontroler memiliki struktur model 20-negara dan tes simulasi dilakukan dengan menggunakan nilai negara transisi dan jumlah urutan yang berbeda. Proses simulasi dengan struktur model 20-negara adalah menghasilkan nilai kinerja model dengan Koefisien Korelasi (CC) adalah 0,7571 dengan menggunakan 220 urutan. Penelitian ini meningkatkan nilai CC dengan cara mengelompokkan data dan hasilnya adalah 0,8808 untuk sub model dengan 69 urutan dan 0,8183 dengan 157 urutan.

**Kata kunci** : DNA, Exon, Coding urut, Korelasi koefisien

**Abstract** – Deoxyribo nucleic acid (DNA) sequences which has several sections exons in the coding sequence (cds) is an important part in the biological process to produce the protein. The aim of this study is to control the exons of DNA that are on cds by using Hidden Markov Models (HMM) so that protein produced is not changed. HMM methods have parameters for example; state, the value of the transition state, the base emission state and the algorithm that are used for training and testing process. The value of the transition state is randomly determined range of values between 0~1. The implementation of the HMM in exon controller has a 20-state model structure and simulation tests performed using the value of the transition state and the number of different sequences. The simulation process with the 20-state model structure is produces value of performance model with Correlation Coefficient (CC) is 0.7571 by using of 220 sequences. This study increasing the CC value by clustering the data and the result are 0.8808 for sub model with 69 sequences and 0.8183 with 157 sequences.

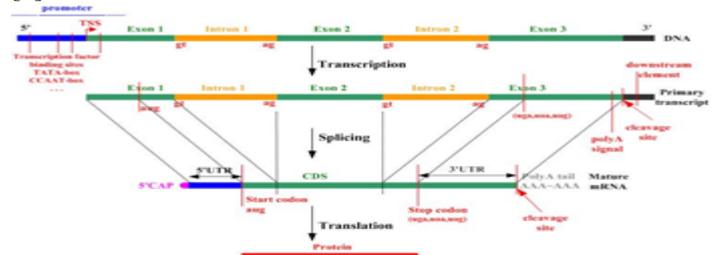
**Keywords** : DNA, Exon, Coding sequence, Correlation Coefficient

## I. PENDAHULUAN

Deoxyribo Nucleic Acid (DNA) memiliki 4 macam basa nitrogen yaitu Adenin (A), Sitosin (C), Guanin (G) dan Timin (T). Keempat macam basa nitrogen ini menyusun DNA secara berpasangan, Guanin hanya dapat berpasangan dengan Sitosin atau sebaliknya, sedangkan Adenin dengan Timin atau sebaliknya, struktur ini dalam dogma DNA di kenal sebagai DNA double helix.

Pada DNA terdapat rangkaian basa-basa penyandi yang disebut dengan ekson dan rangkaian basa-basa bukan penyandi protein atau disebut dengan intron, dimana ekson atau kodon dapat ditranslasi menjadi protein atau asam amino, sedangkan intron harus dihilangkan saat dilakukan proses translasi menjadi protein. Struktur gen eukariot memiliki rangkaian-rangkaian penyandi atau ekson yang diselingi oleh rangkaian-rangkaian bukan penyandi atau intron. Ekson

atau kodon dapat ditranslasi menjadi protein atau asam amino, sedangkan intron harus dihilangkan saat dilakukan proses ditranslasi menjadi protein. Struktur gen eukariot memiliki rangkaian-rangkaian penyandi atau ekson yang diselingi oleh rangkaian-rangkaian bukan penyandi atau intron seperti dijelaskan pada Gambar 1 [1].



Gambar 1. Struktur gen eukariot.

Pada Gambar 1 diatas dapat pula diketahui letak ekson dan intorn sekuen DNA yang letaknya bergantian (alternatively location) dan melalui proses transkripsi, dan translasi maka ekson pada cds dapat menjadi protein. Penelitian ini untuk mengontrol ekson cds sekuen DNA karena bila ekson cds berubah maka protein yang dihasilkan akan berubah pula.

Pemrosesan sinyal genom seperti DNA dan basa-protein dengan menggunakan teknologi digital membuat basa DNA dan asam amino yang membentuk protein dapat di asumsikan sebagai karakter string (huruf-huruf alpabet) sehingga dapat di manipulasi menjadi bit-bit 1 dan 0. Pemrosesan sinyal genom seperti DNA dengan berbantuan komputer menyebabkan terjadinya overload data yang mengakibatkan dikembangkannya berbagai metode untuk memprediksi langsung daerah penyandi (ekson).

Sampai saat ini telah dikenal dua puluh macam asam amino sebagai bahan dasar untuk protein yang terbentuk dari urutan tiga basa yang memberikan kode untuk satu asam amino, maka terjadi  $4^3 = 64$  kemungkinan kombinasi dari nukleotida sehingga menghasilkan 64 macam kelompok nukleotida [2].

## II. METODE MODEL HIDDEN MARKOV

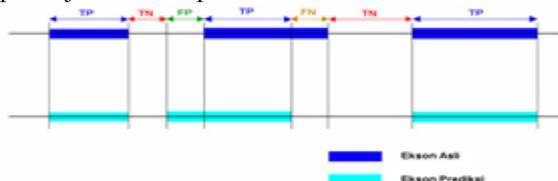
Hidden Markov Model (HMM) merupakan suatu model statistik yang digunakan untuk membuat karakteristik suatu frame sinyal DNA yang dapat di karakterisasi sebagai suatu representasi proses random parametrik. Beberapa garis besar dalam penggunaan metode HMM adalah seperti rantai Markov, elemen HMM, training dan testing HMM [3,4,5]. Pada penelitian ini menggunakan metode HMM untuk menganalisis dan mengontrol ekson DNA yang terdapat pada coding sequence (cds) sehingga perubahan urutan nukleotida pada ekson dapat diketahui [6]. Oleh karena itu metode ini sesuai dengan karakteristik suatu sekuen DNA dan sebagai kinerja dari model hidden Markov ini adalah nilai Correlation Coefficient (CC) dan diperoleh dari persamaan (1).

$$CC = \frac{(TP \cdot TN) - (FP \cdot FN)}{\sqrt{(TP + FN) \cdot (TN + FP) \cdot (TP + FP) \cdot (TN + FN)}} \quad (1)$$

dimana:

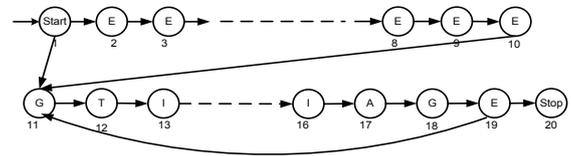
TP = True Positive; TN = True Negative; FP = False Positive; FN = False Negative.

Sebagai ilustrasi parameter-parameter TP (True Positive), TN (True Negative), FP (False Positive) dan FN (False Negative) di dalam mendapatkan nilai CC dapat di jelaskan seperti Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Ilustrasi TP, TN, FP dan FN.

Basa-basa ekson pada cds di dalam implementasi model hidden Markov dapat di bentuk menjadi state di dalam struktur model [6,7,8]. Pada penelitian ini struktur model yang digunakan berjumlah 20 stste dengan state pertama berisi basa-basa ATG dari bagian ekson pertama dan state terakhir adalah salah satu dari ketiga kodon stop yaitu bisa TAA atau TAG atai TGA. Struktur model hidden Markov dengan 20 state tersebut dapat di gambarkan secara umum seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur model HMM untuk 20 state.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Identifikasi model berbasis HMM yang menghasilkan kinerja model lebih baik untuk pengontrol ekson, diharapkan dapat berlaku umum untuk semua sekuen, Pada penelitian ini dilakukan ujicoba lebih lanjut pada model yang sudah dikembangkan pada penelitan sebelumnya yaitu dengan melakukan pengelompokkan data [9]. Pengujian kehandalan model dilakukan dengan cara menambahkan data dan mengidentifikasi kehandalan model yang dibuat dengan menghitung nilai CC. Hasil evaluasi pada tahap 1 menghasilkan sebuah hipotesa, keragaman data menyebabkan kegagalan proses generalisasi pada model yang terbentuk sehingga pengelompokan data akan menghasilkan kehandalan yang lebih baik. Berdasarkan hipotesa tersebut, pada langkah selanjutnya dilakukan pembentukan sub-sub model dengan cara membagi data dengan memperhatikan luaran model sebelumnya. Selanjutnya sub-sub model tersebut dihitung nilai CC nya untuk menunjukkan performa sub model.

Perangkat ujicoba simulasi ini terdiri dari input sekuen DNA Plasmodium falciparum, Plasmodium vivax dan Plasmodium knowlesi dengan panjang basa sekuen minimum 684 pasang basa atau basepair (bp) dan maksimum 10095 bp yang di unduh dari situs <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/> [2] dengan kriteria sekuen yang dapat di proses untuk ujicoba yaitu hanya memiliki satu cds yang dimulai dengan satu kodon start pada bagian ekson pertama dan di akhiri dengan salah satu kodon stop pada akhir bagian ekson terakhir (bukan merupakan sekuen partial) dan sekuen bukan pseudogene. Sedangkan sebagai perangkat keras adalah sebuah notebook dengan RAM 4GB, processor AMB A8, sedangkan Bahasa pemrograman menggunakan Matlab versi 2012 a. Proses training dan testing menggunakan algorithma Viterbi dan Baum-Welch.

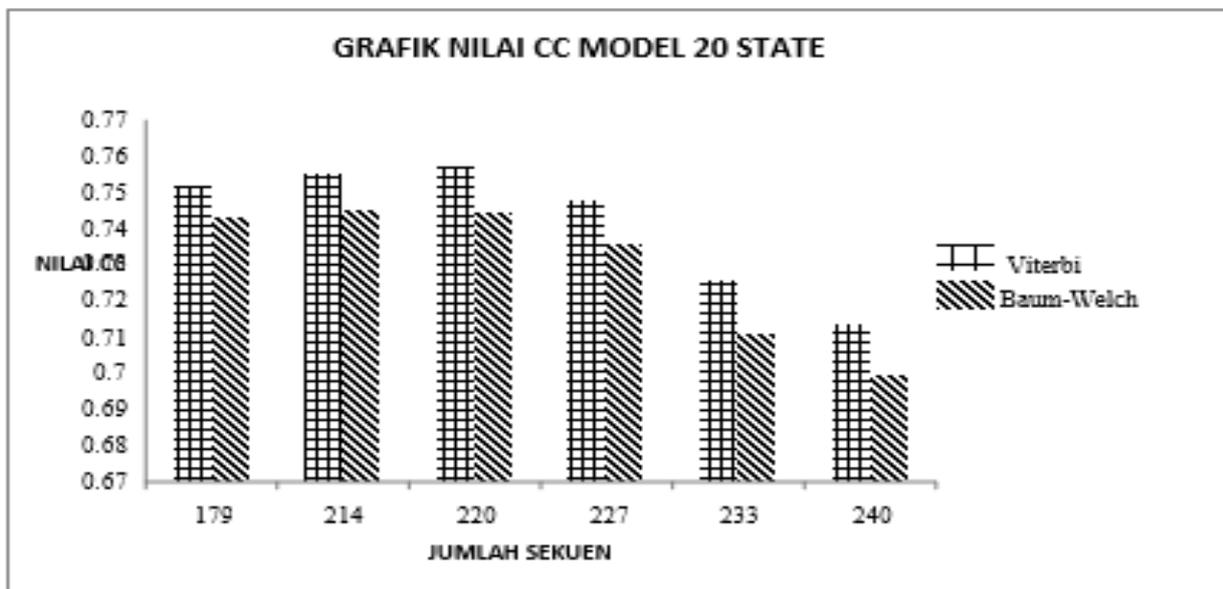
## IV. HASIL SIMULASI

Proses simulasi dilakukan untuk beberapa kali ujicoba dengan menggunakan nilai-nilai transisi state yang berbeda-beda dan jumlah sekuen DNA sebagai input ditambahkan tahap demi tahap dengan maksimal berjumlah 240 sekuen. Struktur model yang

diimplementasikan terhadap metode HMM ini mempunyai jumlah state 20 dan hasil kinerja model adalah nilai-nilai CC seperti yang terdapat pada Tabel 1 dan untuk nilai-nilai CC yang lebih tinggi nilainya sesuai dengan bertambahnya jumlah sekuen di gambarkan secara grafik seperti pada Gambar 3 di bawah ini.

Tabel 1. Nilai CC Model Pengontrol Eksodengan struktur 20 state

No	Σ Sekue n	Nilai Transisi State					Iterasi	Nilai CC	
		State 1	State 2	State 11	State 19	State 20		Vit	Baum
1.	<b>179</b>	<b>0,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,81</b>	<b>0,1</b>	<b>24</b>	<b>0,7515</b>	<b>0,7433</b>
2.	214	0,1	0,9	0,1	0,81	0,1	22	0,7462	0,7341
3.	<b>214</b>	<b>0,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,85</b>	<b>0,05</b>	<b>69</b>	<b>0,7553</b>	<b>0,7452</b>
4.	216	0,1	0,9	0,1	0,85	0,05	48	0,7544	0,7452
5.	220	0,1	0,9	0,1	0,85	0,05	36	0,7539	0,7423
6.	220	0,05	0,95	0,1	0,85	0,05	29	0,7527	0,7468
7.	<b>220</b>	<b>0,01</b>	<b>0,99</b>	<b>0,1</b>	<b>0,85</b>	<b>0,05</b>	<b>43</b>	<b>0,7571</b>	<b>0,7447</b>
8.	227	0,01	0,99	0,05	0,80	0,15	19	0,7397	0,7321
9.	<b>227</b>	<b>0,05</b>	<b>0,95</b>	<b>0,05</b>	<b>0,80</b>	<b>0,15</b>	<b>22</b>	<b>0,7478</b>	<b>0,7358</b>
10.	227	0,1	0,9	0,05	0,80	0,15	21	0,7390	0,7278
11.	233	0,01	0,99	0,05	0,80	0,15	17	0,7243	0,7136
12.	<b>233</b>	<b>0,01</b>	<b>0,99</b>	<b>0,05</b>	<b>0,85</b>	<b>0,1</b>	<b>31</b>	<b>0,7254</b>	<b>0,7109</b>
13.	<b>240</b>	<b>0,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,80</b>	<b>0,1</b>	<b>31</b>	<b>0,7139</b>	<b>0,6991</b>
14.	240	0,01	0,99	0,1	0,80	0,1	37	0,7089	0,6971
15.	240	0,1	0,9	0,2	0,75	0,05	34	0,7084	0,6968



Gambar 3. Grafik Nilai CC Model 20

Pada Gambar 3 tampak bahwa model tidak mampu merepresentasikan kondisi semua data, terlihat saat jumlah data dinaikkan, nilai CC model turun. Ini menunjukkan bahwa model gagal untuk melakukan generalisasi terhadap data.

Tabel 2 berikut ini menunjukkan hasil nilai CC apabila data dibagi dua dan masing-masing digunakan untuk membangun submodel maka terjadi peningkatan nilai CC

Trisakti khususnya kepada Lembaga Penelitian (LEMLIT) Universitas Trisakti atas bantuan dan bimbingannya di dalam melaksanakan dan menyelesaikan penelitian ini.

Tabel 2. Nilai CC dengan submodel untuk 20 state.

Jumlah Sekuen	Komposisi nilai transisi state	Nilai CC dengan algorithm Viterbi
69	State1 = 0.1 State 2 =0.9 State11=0.1 State19 =0.1 State20 =0.81	0.8808
157	State1 = 0.01 State 2 =0.99 State11=0.1 State19 =0.85 State20 =0.05	0.8183

### V. KESIMPULAN

Uji coba simulasi penelitian ini menghasilkan sebagai berikut:

1. Pada umumnya nilai CC yang dihasilkan dengan menggunakan algorithm Viterbi lebih baik bila dibandingkan dengan menggunakan algorithm Baum-Welch.
2. Pada jumlah sekuen 220, nilai CC adalah 0,7571, hasil ini lebih baik dari hasil ujicoba simulasi dengan menggunakan jumlah data sekuen yang lainnya.
3. Besar nilai transisi state yang ditentukan secara acak dapat mempengaruhi nilai CC yang dihasilkan sehingga perlu dilakukan banyak kombinasi dan variasi dalam menentukan nilai transisi state ini.
4. Peningkatan nilai CC tidak linier terhadap penambahan jumlah data sekuen sehingga ujicoba perlu dilakukan dengan menggunakan pengelompokan data agar karakteristik data dapat diketahui sehingga kinerja model optimal.

### VI. DISKUSI

Peningkatan nilai CC yang dihasilkan dari proses simulasi penelitian ini tidak linier terhadap penambahan jumlah sekuen DNA, untuk itu perlu dilakukan pengelompokan data sekuen yang memiliki karakteristik tertentu agar kinerja model menjadi optimal. Beberapa teknik pengelompokan data sekuen DNA sebagai input proses simulasi dapat di ujicoba pada penelitian lanjutan dengan struktur model yang berbeda-beda untuk mengontrol ekson DNA berbasis HMM.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Kami sampaikan kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI) yang telah memberikan dana penelitian hibah bersaing sehingga penelitian ini bisa dilakukan. Demikian pula ucapan terima kasih ini Kami sampaikan kepada Universitas

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Samatova Nagiza F, Computational gene finding using HMMs, Computational Biology Institute Oak Ridge National Laboratory, 2003.
- [2] Anastassiou Dimitris, Genomic signal processing, IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 18, No.4, pp 8-20, Juli 2001.
- [3] Henderson John, S Salzberg teven, Fasman Kenneth H, Finding gene in DNA with a Hidden Markov Model, Journal Computational Biology, Vol. 4, Issue 2, pp 127-141, 199.
- [4] Rabiner Lawrence R., A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition, Proceedings of The IEEE, Vol 77, No 2, pp 257-286, Februari 1989.
- [5] Agoes Suhartati, Pakpahan Alfred, Solihah Binti, Performance of Hidden Markov Model Structure on Deoxyribo Nucleic Acid Coding Sequence of Plasmodium falciparum. International Journal Asian Transactions on Science & Technology (ATST), Volume 01, Issue 05, November 2011.
- [6] Nicorici Daniel, Astola Jaakko, Tobus Ioan , Computational identification of exons in DNA with a Hidden Markov Model, Tampere International Center for Signal Processing, Tampere University of Tecnology, 2002.
- [7] Yada Tetsushi, Hirosawa Makoto, Gene recognition in cyanobacterium genomic sequence data using the hidden Markov model, Proceeding International Conference Intell. Syst. Mol. Biol, Vol 4, pp 252-260, 1996.
- [8] Yada Tetsushi, Hirosawa Makoto, Detection of short protein coding regions within the cyanobacterium genome: application of the hidden Markov model, DNA. Res. Vol 31, Issue 6, pp 355-361, 31 Desember, 1996.
- [9] Solihah Binti, Agoes Suhartati, Pakpahan Alfred, Optimasi Model Pengontrol Ekson Berbasis HMM Dengan Preprosesing Data Menggunakan Fuzzy C-Mean. Seminar Nasional Teknologi Infrmasi 2013 (SNTI 2013), Vol.10, No.1 Tahun 2013, 16 November 2013.

# Desain Protokol Jaringan untuk Komunikasi Multimedia melalui WiMAX

Suherman 1), Naemah Mubarakah 2)

Departemen Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara, Medan-Indonesia 20155 <sup>1</sup>

[suherman@usu.ac.id](mailto:suherman@usu.ac.id)

**Abstrak** – Tulisan ini membahas protokol jaringan pada lapisan transport serta perubahan desain yang ada untuk meningkatkan kualitas transmisi multimedia melalui perangkat orthogonal frequency division multiplexing (OFDM). Kualitas transmisi video melalui udara sangat rentan terhadap error transmisi, yang menyebabkan terjadinya packet loss. Penggunaan protokol reliable seperti transmission control protocol (TCP) mampu mengurangi loss, tetapi meningkatkan delay yang signifikan. Oleh karenanya dibutuhkan protokol yang dapat mengurangi loss tanpa menambah delay. Artikel ini mengajukan perubahan desain pada protokol jaringan unreliable UDP melalui mekanisme retransmisi dan cross-layer. Melalui simulasi, metode yang diajukan terbukti mampu mengurangi packet loss UDP sebesar rata-rata 6,5 %, menekan delay UDP hingga 18-37% serta meningkatkan kualitas video yang diterima berkisar 21,3-184,3%.

**Kata kunci** : Protokol unreliable, retransmisi, cross-layer, OFDM

**Abstract** – This paper discusses the network protocols at the transport layer as well as changes to existing designs to improve the quality of multimedia transmission via orthogonal frequency division multiplexing (OFDM). The quality of video transmission over the air are very susceptible to transmission errors, which cause packet loss. The use of reliable protocols such as transmission control protocol (TCP) is able to reduce the loss, but increases the delay is significant. Therefore, a protocol is needed to reduce the loss without adding delay. This article propose design changes on the network unreliable UDP protocol through retransmission mechanism and cross-layer. Through simulation, the proposed method is proven to reduce UDP packet loss by an average of 6.5%, pressing the UDP delay of up to 18-37% as well as improve the quality of video received ranged from 21.3 to 184.3%.

**Keywords** : unreliable protocol, retransmission, cross-layer, OFDM

## I. PENDAHULUAN

Teknologi OFDM menjadi trend dalam pengembangan teknik multiplexing di dunia nirkabel. Salah satu perangkat yang didesain menggunakan OFDM adalah WiMAX. WiMAX atau perangkat Worldwide interoperability for Microwave Access dapat memberikan layanan broadband kecepatan tinggi baik untuk konektivitas point to point maupun point to multipoint. Standar teknologinya berkembang dari point to point (IEEE, 2004), perangkat user bergerak (IEEE, 2005), sampai kompatibilitas dengan requirement layanan 4G (IEEE, 2011).

Ketersediaan konektivitas kecepatan tinggi untuk layanan fixed maupun mobile, memungkinkan perangkat berbasis OFDM digunakan untuk mendukung layanan multimedia, baik yang bersifat dedicated seperti layanan televisi kabel sejenis internet protocol television (IPTV), infrastruktur surveillance, maupun layanan hotspot menggantikan layanan WiFi konvensional.

Namun demikian, konektivitas berkecepatan tinggi pada layer fisik maupun media tidak akan maksimal, jika layer di atasnya tidak mendukung. Hal ini disebabkan gangguan transmisi selalu ada, terlebih di daerah tropis yang riskan terhadap perubahan cuaca. Sehingga packet loss akan selalu ada dan butuh penanganan. Ketika perangkat telah ada, maka layer di atas layer fisik dan

media memegang peranan penting menangani error transmisi. Tulisan ini membahas upaya peningkatan kualitas transmisi multimedia pada layer transport. Tulisan disusun mengikuti alur sebagai berikut, pembahasan protokol jaringan yang ada pada layer transport dibahas terlebih dahulu, diikuti teknik yang diajukan untuk mengurangi packet loss dan delay. Evaluasi teknik yang diajukan dievaluasi melalui simulasi, dan hasilnya dibandingkan dengan teknik-teknik yang ada. Akhirnya, kesimpulan dan peluang riset ke depan disampaikan.

Link dengan kinerja yang baik tidak akan maksimal jika lapisan di atasnya tidak bekerja dengan baik pula. Dalam jaringan nirkabel yang sederhana satu base station, lapisan jaringan tidak terlalu berpengaruh, sementara lapisan aplikasi bergantung pada lapisan transport dalam bekerja. Oleh karenanya, tulisan ini berkonsentrasi pada lapisan transport. Berikut uraian hasil penelitian terkait lapisan transport dalam meningkatkan kinerja jaringan multimedia.

TCP memberikan layanan reliable dan mengirimkan ulang setiap data yang hilang. Meskipun menjamin kualitas data, pengiriman ulang yang rutin akan sangat mempengaruhi delay pada trafik multimedia. Oleh karenanya, untuk resolusi image video ukuran relatif besar, protokol TCP tidak direkomendasikan. Sebagai gantinya, UDP lebih banyak digunakan untuk komunikasi multimedia seperti video streaming (Postel, 1980).

Namun masalah timbul disebabkan UDP sama sekali tidak merespon kondisi jaringan. UDP akan tetap mengirimkan data meskipun terjadi kongesti di jaringan. Sehingga UDP berpotensi membuat kongesti semakin buruk.

Peningkatan kualitas UDP dilakukan dengan banyak cara, diantaranya dengan mengadopsi komponen TCP seperti kendali laju pengiriman. Cara lain yaitu dengan menggunakan kode koreksi, maupun menggunakan negative acknowledgment. Penambahan komponen TCP ke dalam UDP telah dilakukan oleh Bova and Krivoruchka (1999) dengan protokolnya yang disebut reliable UDP (RUDP), dimana kendali kongesti, positif acknowledgment dan retransmisi dilakukan. Masalah yang timbul pada RUDP adalah inkonsistensi RUDP yang kadang menghasilkan delay yang besar (Le et al., 2009). Protokol lain yang mengadopsi komponen TCP adalah Datagram Congestion Control Protocol (DCCP) yang didesain oleh Kohler et al. (2006), yang memanfaatkan kendali kongesti TCP-like dan TCP Friendly Rate Control. Karena DCCP bergantung pada umpan balik user, protokol ini rentan kehilangan kendali jika loss terjadi pada paket umpan balik.

UDP-lite (Larzon et al., 1999) dan Complete UDP/CUDP (Zheng and Boyce, 2001) adalah contoh protokol UDP yang dilengkapi kode koreksi. Kedua protokol mampu mencapai tujuan perbaikan, namun masalah utamanya adalah ketidakselarasan protokol dengan protokol UDP yang ada, sehingga tidak mudah digunakan. Broadband Video Streaming (Ali et al., 2011) dan Inter-frame Retransmission (Suherman et al., 2011) adalah contoh protokol-protokol yang menggunakan metode retransmisi dengan negative acknowledgment. Protokol-protokol ini mampu mengirim ulang paket loss pada data penting dan masih selaras dengan UDP. Protokol-protokol lain masih banyak, namun tidak begitu berpengaruh.

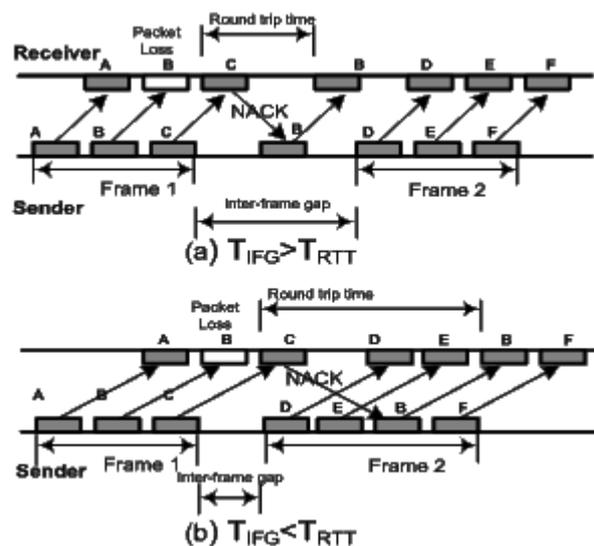
Pada tulisan ini, perubahan desain pada protokol yang ada akan dibandingkan dengan protokol UDP, BVS, IR, dan DCCP.

II. METODE PENELITIAN

Untuk memperbaiki kualitas protokol UDP, tulisan ini mengajukan dua perubahan, yakni penambahan mekanisme retransmisi yang didasarkan pada negative acknowledgment, dan penambahan kuota bandwidth untuk mengangkut paket yang diretransmisikan.

A. Metode retransmisi

Metode ini mengadopsi teknik yang ditulis sebelumnya (Suherman et al., 2011). Metode yang sama digunakan oleh BVS (Ali et al., 2011), namun metode IR adalah retransmisi secara kolektif.



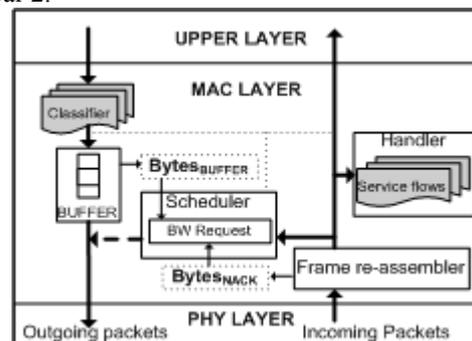
Gambar 1. Retransmisi kolektif

Untuk rentang frame video atau blok suara tertentu, jumlah packet loss direkam oleh penerima. Pada akhir penerimaan frame video, negative acknowledgement dikirimkan user ke pengirim. Meskipun terjadi penambahan delay, proses permintaan retransmisi bersamaan akan mengurangi waktu alokasi kanal pada lapisan medium (MAC). Proses retransmisi ditunjukkan oleh Gambar 1.

Proses retransmisi kolektif tidak dilakukan secara spontan, respon negative acknowledgement pada Gambar 1 dilakukan diakhir penerimaan frame video. Jika waktu inter-frame gap lebih besar dari waktu round trip, maka retransmisi terjadi di waktu idle di antara frame. Namun jika tidak, alokasi bandwidth untuk pengiriman berikutnya harus ditambah agar paket yang diretransmisi maupun paket reguler yang dikirim tidak mengalami perpanjangan delay. Untuk mengatasi hal ini, tulisan mengajukan perubahan kedua, yakni penambahan kuota bandwidth yang dibahas pada sesi berikut.

B. Penambahan bandwidth transmisi

Penambahan bandwidth transmisi dilakukan untuk menyalurkan trafik retransmisi. Penambahan bandwidth ini dialokasikan menggunakan metode cross-layer, dimana informasi acknowledgement yang berada pada lapisan transport diatur agar transparan dan dapat dibaca oleh lapisan medium akses seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Cross-layer mendukung retransmisi

Gambar 2 merupakan arsitektur sistem OFDM pada jaringan WiMAX untuk lapisan MAC dan transport. Arsitektur dimodifikasi berdasarkan modul simulator NS2 (The Network Simulator, 2010). Informasi negative acknowledgement memasuki jaringan dari lapisan PHY. Sebelum diforward ke lapisan transport, frame reassembler di MAC layer membaca berapa banyak kanal retransmisi yang dibutuhkan. Jumlah kanal tersebut ditambahkan ke modul bandwidth request oleh modul BytesNACK. Dengan demikian, bandwidth request meminta bandwidth ke jaringan sebesar beban reguler BytesBuffer ditambah beban retransmisi BytesNACK. Proses di atas mempercepat proses retransmisi, sehingga efek delay akibat retransmisi kolektif dapat diatasi, bahkan mengurangi waktu pengiriman data.

C. Evaluasi simulasi

Untuk mengevaluasi efek perubahan UDP terhadap kualitas multimedia yang ditransmisikan, simulasi dengan simulator NS2 menggunakan modul OFDM-WiMAX NIST (NIST, 2007) dilakukan. Modul OFDM-WiMAX diatur untuk melayani wilayah dengan radius 1000 m dengan modulasi 64 QAM dan dengan durasi frame MAC 5 ms, menggunakan scheduler Round Robin dan contention bandwidth request.

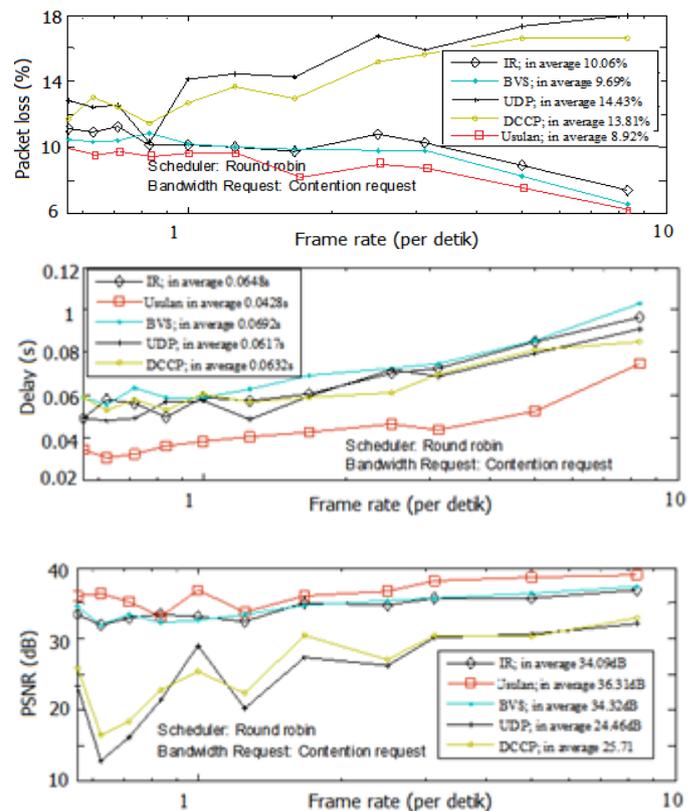
Trafik multimedia yang digunakan adalah jejak videoMPEG: akiyo\_cif.yuv dengan urutan frame IPP, 30 fps, 300 frame dan GOP 3, 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45. Trafik dibangkitkan oleh 5 user, 1 di antaranya pada posisi tetap, 4 lainnya bergerak dengan kecepatan berbeda. Proses pembangkitan trafik, rekonstruksi dan evaluasinya mengikuti Klaue et al. (2003) dan Ke et al. (2008).

Parameter yang dievaluasi adalah packet loss, delay dan kualitas video dalam satuan dB. Kualitas video ini disebut peak noise to signal ratio (PSNR).

III. HASIL DAN ANALISIS

Gambar 3 menunjukkan kinerja dari metode yang diusulkan dibandingkan dengan protokol IR, BVS, UDP, dan DCCP. Kinerja yang dibandingkan adalah persentasi packet loss, delay dalam detik, dan PSNR. Metode yang diusulkan mampu mengurangi packet loss UDP sekitar rata-rata 6,5%, menekan delay UDP sampai 18-37% serta meningkatkan kualitas video yang diterima berkisar 21,3-184,3%.

Dibandingkan protokol lain, kualitas video meningkat secara berurut-turut 14.3-149.5%, 12.6-150.2%, dan 17.9-120.23% terhadap IR, BVS, dan DCCP.



Gambar 3. Perbandingan kinerja protokol

Peningkatan kualitas video terutama disebabkan penambahan kuota bandwidth pada saat retransmisi, sehingga packet loss menurun, serta delay packet reguler juga menurun. Kemungkinan terburuk adalah saat kuota bandwidth terbatas, namun metode yang diajukan tetap memperbesar peluang alokasi bandwidth disebabkan kenaikan jumlah permintaan. Kenaikan peluang alokasi bandwidth menyebabkan peluang data prioritas ditransmisikan semakin besar.

IV. KESIMPULAN

Dari evaluasi yang dilakukan, diperoleh bahwa perubahan desain UDP mampu mengurangi packet loss UDP sebesar rata-rata 65%, serta lebih baik dari IR, BVS dan DCCP. Dari sisi delay, metode yang diusulkan mampu menekan delay sebesar 21,3-184,3% jauh lebih kecil dari UDP. Dibandingkan protokol lain, kualitas video meningkat secara berurut-turut 21,3-184,3%, 14,3-149,5%, 12,6-150,2% dan 17,9-120,23% terhadap UDP, IR, BVS dan DCCP.

Hasil di atas berlaku untuk link dengan server terhubung langsung ke base station dan user terpisah dengan satu kanal nirkabel. Penerapan pada jaringan yang lebih kompleks memerlukan studi lebih lanjut, dan dapat menjadi bagian dari riset mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ali I., Al-Majeed S., Fleury M., Ghanbari M. (2011). Semi-reliable transport protocol for IPTV over mobile WiMAX. In Proc. of the IEEE International Conference on Computer as a Tool, 1-4.

- [2] Bova T. and Krivoruchka T. (1999). Reliable UDP protocol. IETF draft, Network Working Group.
- [3] Gu Y. H. and Grossman R. L. (2007). UDT: UDP-based data transfer for high-speed wide area networks, *Elsevier Journal of Computer Networks*, 51(7), 1777-1799.
- [4] He E., Leigh J., Yu O., Defanti T. A. (2002). Reliable Blast UDP: predictable high performance bulk data transfer. In *Proc. of the IEEE International Conference on Cluster Computing*, p.317.
- [5] IEEE (2004). Local and Metropolitan Area Networks, Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems. Std. 802.16-2004.
- [6] IEEE (2005). Local and Metropolitan Area Networks, Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems. Std. 802.16e-2005.
- [7] IEEE (2011). IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems Amendment 3: Advanced Air Interface. Std 802.16m-2011(Amendment to IEEE Std 802.16-2009).
- [8] Ke C.-H., Shieh C.-K., Hwang W.-S., Ziviani A. (2008). An Evaluation Framework for More Realistic Simulations of MPEG Video Transmission. *Journal of Information Science and Engineering*, 24(2), 425-440.
- [9] Klaue J., Rathke B., Wolisz A. (2003). EvalVid, - A Framework for Video Transmission and Quality Evaluation. In *Proc. of the Int. Conf. Modelling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation*, pp. 255-272.
- [10] Kohler E., Handley M., Floyd S., Padhye J. (2006). Datagram congestion control protocol (DCCP). Request for Comment (RFC) 4340, IETF.
- [11] Larzon L.A., Degermark M., Pink S. (1999). UDP Lite for real-time multimedia applications, in *Proc. of the IEEE International Conference of Communications*.
- [12] Le T., Kuthethoor G., Hansupichon C., Sessa P., Strohm J., Hadynski G., Kiwior D., Parker D. (2009). Reliable User Datagram Protocol for airborne network. In *Proc. of the IEEE conference on military communications*, pp. 1-6.
- [13] National Institute of Standards and Technology. (2007). The Network Simulator ns-2 add-on, IEEE 802.16 model (MAC+PHY), (June).
- [14] Ni Q., Hu L., Vinel A., Xiao Y., Hadjinicolaou M. (2010). Performance Analysis of Contention Based Bandwidth Request Mechanisms in WiMAX Networks. *IEEE Systems Journal*, 4(4), 477-486.
- [15] Postel J. (1980). User datagram protocol, Request for Comments, RFC 768. ISI.
- [16] Suherman; Al-Akaidi, M. (2011). Improving real time video surveillance performance using inter-frame retransmission. In *Proc. 4th International Conference on Imaging for Crime Detection and Prevention 2011 (ICDP 2011)*, pp.1-5.
- [17] Test Media. (2010). Retrieved on October 2010 from: <http://media.xiph.org>
- [18] The Network Simulator. (2010). Retrieved on October 2010 from: [www.isi.edu/nsnam/ns/](http://www.isi.edu/nsnam/ns/).
- [19] Welzl M. (2005). Passing corrupt data across network layers: an overview of recent developments and issues. *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, January, 242-247.
- [20] Zheng H. and Boyce J. (2001). An Improved UDP Protocol for Video Transmission over Internet-to-Wireless Networks. *IEEE Trans. on Multimedia*, 3(3), 356-365.

# Prototipe Website untuk Sajian Informasi Profil Desa Binaan Universitas Negeri Gorontalo sebagai salah satu Implementasi Pengembangan Tridharma Perguruan Tinggi

Amirudin Y. Dako<sup>1</sup>, Rahmat Deddy Rianto Dako<sup>2</sup>, Jumiati Ilham<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

**Abstrak** – Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah website prototype berisi profil desa di bawah bantuan UNG. Hal ini dirancang modular untuk memperkaya data yang disajikan di situs UNG ini. Hal ini penting mengingat pelaksanaan empat pilar UNG yang salah satu, benar-benar berbasis IT untuk dapat mengelola dokumen dan melaksanakan Tridharma Perguruan Tinggi (tiga universitas perbuatan) terutama pelaksanaan layanan masyarakat. Dalam hal ini, ia menjabat sebagai database untuk semua layanan masyarakat yang telah dilakukan oleh UNG. Untuk desa-desa ini informasi yang berfungsi untuk membuka kesempatan untuk berbagi sumber daya eksternal untuk memperkuat lembaga desa, optimalisasi sumber daya desa, pengembangan kapasitas desa, dan keberlanjutan pemerintahan desa yang global disajikan, yang akhirnya meningkatkan promosi sumber daya desa. Penelitian ini dilakukan dengan prototipe yang memungkinkan pembangunan berkelanjutan sistem informasi dan disesuaikan dengan adaptif dengan perkembangan teknologi informasi saat ini. Hal ini direncanakan akan dilakukan dalam dua tahun dan output tahun pertama adalah database dan situs yang terdapat profil desa-desa ini '. Website hasil prototipe dari penelitian ini adalah memungkinkan untuk mengembangkan sistem informasi geografis dengan sedikit modifikasi dalam database dan interface.

**Kata kunci:** prototipe, website, desa binaan.

**Abstract** – This research is aimed to design a prototype website contains profile of villages under UNG assistance. It is designed modularly to enrich the data served in UNG's website. This is important considering the implementation of four pillars of UNG which one of it, is totally IT based to be able to manage its documents and implement the Tridharma Perguruan Tinggi (three universities deeds) especially implementation of community services. In this sense, it is serving as the database for all community services that have been done by UNG. For these villages the information serves to open opportunity to share eksternal resources to strengthen the villages institution, optimization of villages resources, capacity development of villagers, and sustainability of village governance which globally presented, which eventually improve the promotion of villages resources. This research is made with prototype that enables sustainable development of information systems and adjusted to adaptively with current development of information technology. It is planned to be carried out in two years and first year output is a database and website contained these villages' profile. Website prototype result from this research is make possible to develop a geographical information system with a little modification in database and the interfaces.

**Keywords:** prototipe, website, guided village.

## I. PENDAHULUAN

Salah satu tridharma perguruan tinggi adalah pengabdian kepada masyarakat. Universitas Negeri Gorontalo (UNG), sebagai perguruan tinggi terbesar di provinsi Gorontalo melaksanakan berbagai pengabdian kepada masyarakat, baik yang dilakukan oleh dosen maupun mahasiswa. Dalam Rencana strategis UNG 2010-2014, disebutkan bahwa implementasi pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan dalam bentuk pelatihan, pelayanan masyarakat baik ekonomi maupun sosial, desa binaan, penganggulungan buta aksara, pelaksanaan wajar 9 tahun, kuliah kerja sibermas (KKS), penanggulungan bencana alam, pendampingan dalam pemberdayaan ekonomi masyarakat.

Dari berbagai kegiatan pengabdian seperti yang dituliskan sebelumnya, dengan tidak bermaksud mengesampingkan kegiatan lainnya, salah satu kegiatan yang sifatnya berkelanjutan adalah desa binaan. Desa binaan dapat dimaknai sebagai desa model dimana UNG secara intensif mencurahkan segala sumber daya yang tersedia untuk mengembangkan sebuah desa percontohan sehingga menjadi desa yang mandiri dan berkualitas dan selanjutnya menjadi teladan bagi desa lainnya. UNG dengan segala sumber daya yang tersedia sangat memungkinkan untuk mewujudkan hal dimaksud dan lebih dari cukup untuk menemukan setiap solusi dari segala permasalahan yang ada di desa.

Untuk permasalahan infrastruktur desa misalnya, UNG memiliki fakultas teknik. Permasalahan ekonomi kemudian dapat ditangani oleh para pakar ekonomi yang

ada di fakultas ekonomi dan bisnis. Permasalahan sosial selanjutnya dapat dicarikan solusinya oleh fakultas ilmu sosial. Untuk peningkatan kapasitas masyarakat melalui pendidikan dan pelatihan, UNG memiliki fakultas ilmu pendidikan dengan fasilitas pembelajaran yang cukup lengkap. Demikian seterusnya, sehingga akan nampak sentuhan nyata dari sebuah universitas terbesar di Provinsi Gorontalo dalam mewujudkan tridarma perguruan tinggi yang diembannya.

Salah satu desa binaan UNG yang diketahui adalah Desa Dulamayo Selatan di Kabupaten Gorontalo. Sebagai sebuah desa binaan oleh universitas terbesar di Gorontalo selayaknya semua informasi terkait profil dan informasi umum potensi sumber daya yang ada di desa bukanlah hal yang samar-samar bagi semua stakeholder yang ada di kampus. Dengan tersedianya informasi yang terang benderang kemudian memungkinkan semua stakeholder yang ada di kampus dapat memfokuskan sumber daya yang tersedia untuk diarahkan ke desa binaan. Sayangnya dari penelusuran yang dilakukan di semua website resmi UNG belum ditemukan hal dimaksud.

Berdasarkan pemaparan diatas, akan dibuat prototipe basis data dan website (Sistem Informasi berbasis web) yang menyajikan profil desa binaan Universitas Negeri Gorontalo, dirancang secara modular dan selanjutnya dapat menjadi tambahan infrastruktur sajian informasi resmi berbasis web yang telah tersedia.

#### A. Tujuan

1. Melakukan kompilasi dan analisis data mengenai kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilakukan UNG khususnya profil desa binaan, monografi desa, data spasial, kegiatan dan hasil yang telah dilakukan di desa binaan dan data terkait lainnya. Hasil kompilasi akan menjadi masukan pada penentuan variabel/entitas basis data.
2. Merancang basisdata berdasarkan entitas/variabel yang telah ditentukan pada hasil analisis sebelumnya. Basis data diperlukan untuk menjadi penyimpanan data profil desa binaan
3. Merancang prototipe sistem informasi berbasis web yang menyajikan profil desa binaan UNG.

#### B. Manfaat Penelitian

1. Menjadi sumber informasi bagi semua pihak yang terkait dengan implementasi pengembangan tridharma perguruan tinggi khususnya UNG dalam pengabdian kepada masyarakat di desa binaan yang disajikan melalui perambah internet dan dapat diakses secara global,
2. mempermudah akses informasi profil desa binaan bagi para pihak yang membutuhkan,
3. mempermudah monitoring kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh Universitas Negeri Gorontalo khususnya di desa binaan,
4. mengembangkan sarana pendukung sajian informasi serta pendokumentasian kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berbasis IT,
5. menjadi cetak biru pengembangan aplikasi berbasis IT yang didesain secara modular untuk pendokumentasian dan penyajian informasi desa binaan yang selanjutnya dapat memperkaya ragam

infrastruktur sajian informasi yang dikelola oleh UNG, dan

6. menjadi rujukan bagi pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan terkait pengembangan dan pembangunan desa binaan guna memaksimalkan perencanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang terintegrasi.

Pada penelitian ini akan dibuat simulasi sistem pengestimasi kecepatan dengan algoritma dari fase kerja Kalman *filter* yang memanfaatkan umpan balik untuk memprediksi dan mengkoreksi sistem keadaan dalam bentuk program menggunakan MATLAB. Sistem pengestimasi yang dibuat mendapatkan *input* berupa runtunan citra.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari estimasi kecepatan kendaraan menggunakan Kalman *filter*. Selain itu, tujuan penelitian adalah mengetahui batas kecepatan minimal dan maksimal melalui pengujian variasi nilai kecepatan.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Umum

Penelitian ini akan dilaksanakan di seluruh desa binaan UNG, lembaga pengabdian masyarakat (LPM) UNG, instansi terkait di pemerintah daerah (badan pemberdayaan desa) dan di laboratorium komputer Fakultas Teknik UNG. Waktu pelaksanaan penelitian direncanakan selama dua tahun yaitu mulai bulan Juli 2013-Juli 2015. Bahan penelitian utama adalah data-data yang dikumpulkan dari desa binaan dan instansi terkait. Data-data tersebut dapat berupa monografi desa, RPJMdes, profil desa, koordinat lokasi, peta serta data pendukung lainnya.

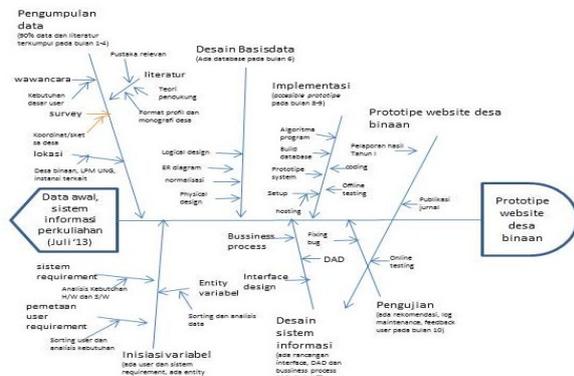
Untuk data spasial, dilakukan pengambilan titik pada setiap desa dengan menggunakan GPS (*global positioning system*). Beberapa data dapat diperoleh dengan melakukan observasi serta wawancara dengan aparat desa, penduduk desa, mahasiswa KKS, LSM/NGO, LPM UNG maupun PNPM perdesaan. Data lainnya dapat diperoleh dengan memfotokopi data yang terdapat di pemerintah daerah kabupaten/kota dan/atau menggunakan mesin pencari yang tersedia di internet. Data-data yang diperoleh ini digunakan sebagai sampel untuk keperluan perancangan basis data, merancang antar muka masukan dan keluaran aplikasi sistem informasi.

Luasnya cakupan penelitian khususnya data monografi desa/profil desa, maka yang akan dibahas pada penelitian ini adalah data yang dianggap penting dan dapat menggambarkan secara umum dan ringkas profil sebuah desa binaan. Data dimaksud dikumpulkan dari profil desa/monografi desa, dan selanjutnya beberapa data yang dianggap kurang relevan dengan tema penelitian tidak akan dibahas lebih lanjut.

### B. Alur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data awal khususnya data monografi desa dan profil desa. Data yang telah didapat kemudian dianalisis dan dipilah untuk menentukan variabel-variabel yang diperlukan dalam sistem informasi mengikuti

metode yang dipakai. Metode yang dipakai pada perancangan basis data dan perancangan sistem informasi menggunakan metode prototipe. Metode prototipe memungkinkan untuk membangun sebuah sistem informasi yang dapat berfungsi sesuai dengan tujuan awal yang ditetapkan serta memungkinkan pula untuk proses pengembangan berkelanjutan atas sistem informasi yang dibuat dengan menyesuaikan kebutuhan dan teknologi yang terkini dalam penyajian sistem informasi.



Gambar 1. Alur Penelitian

C. Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang prototipe website untuk sajian informasi profil desa binaan secara khusus difokuskan pada kompilasi dan analisis data pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh UNG, merancang basis data dan mengintegrasikannya dalam prototipe sistem informasi yang menyajikan informasi profil desa binaan UNG, yang dirancang secara modular sehingga dapat menjadi tambahan infrastruktur sajian informasi resmi berbasis web yang telah tersedia di UNG.

Dari penelusuran pustaka, penelitian maupun aplikasi sistem informasi yang memiliki kemiripan dengan sistem informasi yang akan dikembangkan diuraikan sebagai berikut.

- a. [www.pesat.org](http://www.pesat.org), situs ini menyajikan Pelayanan Desa Terpadu (PESAT) yang dikelola oleh lembaga pelayanan Kristen interdenominasi, berdiri sejak 1987 sebagai respon atas panggilan untuk membangun desa-desa di Indonesia melalui layanan pendidikan, kesehatan, ekonomi dan rohani. Penelusuran website ini belum menemukan informasi desa yang berisi secara lengkap khususnya terkait data profil desa, monografi desa, peta desa, rencana strategis desa maupun program yang telah dan akan dilakukan.
- b. <http://mandalahurip.or.id>, website untuk desa bernama Mandalahurip yang terletak di kecamatan Jatiwaras Kabupaten Tasikmalaya. Website ini cukup lengkap tetapi sayangnya hanya berisi informasi untuk satu desa saja, yaitu desa Mandalahurip.
- c. <http://id.wikipedia.org>, website ini merupakan bentuk dari ensiklopedi online, dengan menelusuri lebih lanjut situs ini dapat ditemukan informasi suatu daerah khususnya provinsi dan beberapa desa. Sayangnya dari penelusuran yang telah dilakukan khusus untuk daerah setingkat provinsi data yang

disajikan relatif lengkap tetapi informasi untuk level desa belum banyak yang bisa dieksplorasi.

- d. [www.database.teluktomini.org](http://www.database.teluktomini.org), website ini dibuat pada tahun 2010 yang dikembangkan oleh Amirudin Y. Dako, untuk IUCN (international Union for Conservation of Nature) regional Asia pada program SUSCLAM (*Tomini Bay Sustainable Coastal and Livelihoods Management*). Situs ini menyajikan informasi tentang semua desa dampingan program dan berisi informasi terkait hasil kajian partisipatif desa. Informasi yang disajikan cukup lengkap dan sayangnya hanya menyajikan data desa yang tersentuh oleh program dimaksud (Dako, Oktober 2010).

Berdasarkan uraian di atas, sepanjang penelusuran pustaka yang telah dilakukan, belum ditemukan sistem informasi yang memuat data profil desa binaan perguruan tinggi khususnya UNG di Gorontalo. Pada website lembaga pengabdian masyarakat di tingkat UNG sendiri memang secara khusus belum tersedia informasi terkait data maupun kegiatan pada desa binaan maupun desa lokasi KKS yang telah dilakukan.

D. Perancangan Basis data

Hoffer, *dkk* (2002:4) menjelaskan bahwa basis data adalah sebuah kumpulan data yang terorganisir dan dihubungkan secara logis. Data terorganisir maksudnya bahwa data distrukturisasi sedemikian rupa sehingga mudah disimpan, dimanipulasi dan digunakan kembali.

Dalam pengembangan sebuah sistem informasi, misalnya dengan metode *System Development Life Cycle (SDLC)*, didalamnya termasuk aktifitas yang berhubungan dengan pengembangan basis data, sehingga isu manajemen basis data tersebar sepanjang proses pengembangan sistem (Hoffer *dkk*, 2002:41).

E. Proses Pengembangan Sistem

Proses pengembangan sistem merupakan kumpulan aktivitas, metode, praktek-praktek terbaik, penyajian, dan alat terotomasi yang digunakan oleh para pihak untuk mengembangkan dan memelihara sistem dan perangkat lunak informasi.

a. Siklus Hidup Pengembangan sistem

Metode ini merupakan metode tradisional yang digunakan untuk mengembangkan, memelihara dan memperbaharui/mengganti sistem informasi, dan merupakan kumpulan lengkap dari langkah-langkah tim profesional sistem informasi termasuk perancang basis data dan *programmer* (Hoffer *dkk*, 2002:41). Metode ini terdiri dari tujuh tahapan atau tujuh langkah yaitu identifikasi dan seleksi proyek, inisiasi dan perencanaan proyek analisis, logical design, physical design, implementasi, dan pemeliharaan.

b. Metode alternatif

Kelemahan metode *SDLC* antara lain ialah untuk kasus-kasus tertentu membutuhkan proses pengembangan yang relatif lama, sehingga permasalahan

yang ditangani sudah berubah pada saat sistem selesai dikembangkan (Jogiyanto, 2005:475). Hal ini mendasari pengembangan metode alternatif untuk mengatasi kasus-kasus tertentu yang tidak memungkinkan dengan pengembangan melalui metode konvensional. Beberapa metode alternatif dimaksud diuraikan sebagai berikut :

a. Metode Paket (*Package method*)

Metode ini digunakan dengan cara membeli perangkat lunak yang ada, yang dikembangkan oleh pihak ketiga, dan langsung dapat digunakan (Jogiyanto, 2005:479).

b. Metode prototip (*Prototype method*)

Pada metode ini dibuat dulu sebuah prototip sistem informasi yang sederhana, kemudian diperbaiki terus sampai sistem ini selesai dikembangkan (Nugroho, 2007 :19). Dalam metode ini sebuah proses iteratif dari pengembangan sistem dimana syarat-syarat dikonversi ke dalam sistem kerja yang secara terus menerus diperbaiki melalui kerja dekat antara sistem analis dan pemakai (Hoffer *dkk*, 2002:44)

c. Metode Spiral

Metode ini terdiri dari 4 aktifitas utama, yaitu perencanaan, analisis resiko, rancang bangun dan evaluasi konsumen. Aktifitas dilakukan secara berulang dan semakin bergerak ke arah versi yang lebih lengkap. Pada tahap rancang bangun menggunakan pendekatan *SDLC* dan analisis resiko dilakukan untuk mengevaluasi kemungkinan apakah proses pengembangan dapat dilanjutkan atau tidak (Nugroho, 2007 :21).

d. Metode pengembangan oleh pemakai (*end user development*)

Metode pengembangan ini dilakukan dan dioperasikan oleh pemakai sistem informasi itu sendiri (Jogiyanto, 2005:479).

e. Metode *outsourcing*

Pengembangan sistem informasi ini dilakukan oleh pihak ketiga dan sekaligus dioperasikan oleh pihak ketiga, yang lokasinya terpisah secara geografis. Pemakai sistem menerima informasi secara periodik dari pihak ketiga atau melalui teknologi telekomunikasi yang menghubungkan sistem komputer kedua belah pihak (Jogiyanto, 2005:480).

1) *Profil Desa*

Dalam Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 12 Tahun 2007 Tentang Pedoman Penyusunan Dan Pendayagunaan Data Profil Desa Dan Kelurahan dijelaskan bahwa Profil Desa dan Kelurahan adalah gambaran menyeluruh tentang karakter desa dan kelurahan yang meliputi data dasar keluarga, potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, kelembagaan, prasarana dan sarana serta perkembangan kemajuan dan permasalahan yang dihadapi desa dan kelurahan. Profil desa dan kelurahan terdiri atas data dasar keluarga, potensi desa dan kelurahan, dan tingkat perkembangan desa dan kelurahan.

2) *Monografi Desa*

Dalam Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Monografi Desa Dan Kelurahan dijelaskan bahwa monografi desa dan kelurahan adalah himpunan data yang dilaksanakan oleh pemerintah desa dan kelurahan yang tersusun secara sistematis, lengkap, akurat, dan terpadu dalam penyelenggaraan pemerintahan. Monografi desa dan kelurahan memuat data umum; data personil; data kewenangan; data keuangan; dan data kelembagaan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Identifikasi User*

Hasil identifikasi diperoleh bahwa pemanfaat sistem informasi tersebut adalah institusi perguruan tinggi, UNG/LPM, dosen, mahasiswa, pemerintah dan masyarakat desa binaan, LSM/NGO, pemerintah daerah dan khalayak masyarakat luas.

B. *Pengumpulan Data*

Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara menelusuri literatur terkait, melakukan wawancara dan survey untuk pengumpulan sampel data monografi desa binaan. Lokasi pengumpulan data adalah desa binaan, LPM, instansi terkait serta internet. Penelusuran literatur dimaksudkan untuk melengkapi data, teori maupun materi/aplikasi terkait penelitian. Data yang didapat akan digunakan sebagai sampel data untuk mendesain basis data pada tahapan berikutnya. Survey dilakukan dalam rangka melihat lebih dekat kondisi desa binaan, mengambil data primer, serta melakukan wawancara untuk menggali lebih jauh kebutuhan calon pengguna maupun melengkapi ketersediaan data yang diperlukan dalam pengembangan sistem. Wawancara dilakukan secara informal pada semua calon pengguna sistem. Selanjutnya hasil pengumpulan data diuraikan berturut-turut berikut.

3) *Hasil penelusuran literatur*

Dari proses penelusuran literatur antara lain didapatkan,

- Ada aplikasi terkait pengelolaan profil desa dan kelurahan (Prodeskel-PMD) yang dikelola oleh dirjen Pemberdayaan Masyarakat dan Desa. Penelusuran lebih lanjut didapati bahwa diperlukan akses khusus untuk dapat menggunakan aplikasi dimaksud dan data yang ditampilkan untuk pengguna tamu hanyalah rekapitulasi pengisian yang telah dilakukan oleh semua desa yang terdaftar pada aplikasi dimaksud. Dengan kata lain, untuk menggunakan aplikasi dimaksud memerlukan proses login yang menghendaki adanya input username dan password.
- Dasar hukum pembuatan profil desa diatur dalam peraturan menteri dalam negeri nomor 12 tahun 2007 tentang Pedoman Penyusunan Dan Pendayagunaan Data Profil Desa Dan Kelurahan.
- Dasar hukum pembuatan monografi desa diatur dalam peraturan menteri dalam negeri nomor 13 tahun 2012 tentang monografi desa dan kelurahan.
- Jumlah desa binaan LPM UNG saat ini ada 12 desa, yang terletak di 4 kabupaten di Provinsi Gorontalo.

- 4) *Hasil survey*  
 Hasil survey antara lain diuraikan berikut.
- Saat ini di LPM UNG belum ada website yang secara khusus mengelola data desa binaan, selama ini data desa binaan hanya dapat dijumpai pada file-file yang terpisah dan diolah dengan beragam aplikasi. Database terkait desa binaan belum tersedia
  - Data terkait progress maupun hasil kegiatan lapangan tidak terdokumentasi dalam basis data dan hanya dapat dijumpai pada laporan kegiatan, baik laporan kegiatan pengabdian maupun laporan KKN/KKS, itupun dalam kondisi seadanya.
  - Di tingkat desa, data profil desa dibuat dalam bentuk buku dengan mengikuti format yang ada pada Permendagri terkait pengisian profil desa. Selanjutnya buku isian profil desa dimaksud diserahkan ke pemda dalam bentuk laporan dan diisi dalam aplikasi Prodeskel-PMD secara online. Sayangnya belum satupun desa binaan yang ada telah melengkapi dokumen /mengunggah ke dalam aplikasi dimaksud. Beberapa data diperoleh melalui pelaksana program PNPM mandiri perdesaaan.
  - Sarana akses atas informasi desa maupun data terkait potensi desa belum tersedia secara bebas dan relatif sulit untuk mendapatkan informasi spesifik desa.

5) *Hasil wawancara*  
 Kompilasi hasil wawancara selanjutnya dapat dilihat pada bagian pemetaan *user requirement* berikutnya.

C. *Inisiasi variabel*

- *Pemetaan kebutuhan pemanfaat (user requirement mapping)*  
 Dari proses survey dan wawancara kemudian hasilnya dikompilasi dan dipetakan berdasarkan kebutuhan masing-masing pengguna dan selanjutnya disajikan berikut.

TABLE I  
 HASIL IDENTIFIKASI KEBUTUHAN PEMANFAAT (USER REQUIREMENT)

KEBUTUHAN	USER			
	A	B	C	D
Basis data desa binaan	*	*		
Aplikasi sistem informasi yang mengelola data desa binaan yang terintegrasi	*	*		
Data desa binaan dapat ditampilkan secara real time dan terupdate	*	*	*	*
Informasi penyelenggaraan tridharma PT tersedia tanpa dibatasi oleh jam kantor dan mudah diakses	*	*	*	*
Informasi ringkas profil desa binaan	*	*	*	*
Informasi monografi desa binaan	*	*	*	*
Informasi kesediaan sumber daya dan administrasi desa binaan	*	*	*	*
Informasi kegiatan pengabdian/KKS serta outputnya	*	*	*	*
Informasi pemerintah/stakeholders di desa program	*	*	*	*

KEBUTUHAN	USER			
	A	B	C	D
Informasi kegiatan/berita terkait desa binaan	*	*	*	*
Informasi desa bina tersaji secara global dan mudah diakses	*	*	*	*

Keterangan: *A: institusi PT, UNG/LPM, dosen, mahasiswa; B: pemerintah dan masyarakat desa binaan; C: PEMDA; D: LSM/NGO masyarakat.*

- *Sistem requirement*  
 Berdasarkan data yang berhasil dikumpulkan di lapangan serta identifikasi kebutuhan pemanfaat selanjutnya dilakukan analisa terhadap kedua hasil yang diperoleh tersebut. Analisa dimaksud meliputi tujuan pembuatan sistem informasi, unit organisasi yang akan mengelola sistem, kemampuan sistem informasi, fungsi-fungsi yang bisa dilakukan oleh sistem, serta desain fungsi/menu sistem informasi secara umum. Hasil analisis tersebut kemudian diuraikan berikut.

- *Tujuan pembuatan sistem informasi*  
 Tujuan pembuatan sistem informasi adalah membuat prototipe sistem informasi yang menyajikan informasi ringkas profil desa binaan yang terintegrasi dengan pengelolaan basis data.

- *Unit Organisasi*  
 Prototipe sistem informasi yang didesain akan digunakan pada lembaga pengabdian masyarakat UNG sebagai penunjang proses dan dokumentasi implementasi pengembangan tridharma perguruan tinggi.

- *Kemampuan Sistem Informasi*  
 Sistem informasi yang diharapkan adalah sistem yang terpadu berbasis web sehingga dapat diakses tanpa batasan waktu dan tidak dibatasi oleh letak geografis, modular sehingga dapat disisipkan kedalam sistem yang sudah ada serta mampu menangani hal-hal umum di bawah ini.

1. Pemasukan data kegiatan terkait desa binaan dengan akses terbatas (khusus untuk administrator pada unit organisasi),
2. Pemrosesan keluaran sistem informasi berdasarkan data yang dimasukan,
3. Menampilkan data penyelenggaraan kegiatan pengabdian masyarakat secara real time meliputi kegiatan pengabdian yang temporer, dan kegiatan rutin seperti KKN/KKS serta informasi terkait lainnya,
4. Menampilkan data umum desa binaan,
5. Menampilkan data profil ringkas maupun monografi secara umum dengan akses yang mudah dan cepat,
6. Menampilkan program pengembangan maupun pembangunan desa yang telah dilaksanakan di desa binaan, baik oleh institusi perguruan tinggi maupun pemerintah/SKPD serta stakeholder terkait, dan
7. Dapat diakses melalui perambah internet tanpa terbatas ruang dan waktu.

• *Fungsionalitas*

Berdasarkan kebutuhan dasar dari sistem informasi yang diinginkan, kemudian disusun ke dalam kebutuhan-kebutuhan yang lebih spesifik yang nantinya akan direpresentasikan dalam bentuk fungsi maupun menu yang ada dalam sistem informasi yang nantinya akan dikembangkan.

<i>USER REQUIREMENT</i>	FUNGSIONALITAS SISTEM
Basis data desa binaan	Basis data desa binaan
Aplikasi sistem informasi yang mengelola data desa binaan yang terintegrasi	Aplikasi sistem informasi profil desan binaan terintegrasi basis data desa binaan lengkap dengan menu pengelolaan basis data.
Data desa binaan dapat ditampilkan secara real time dan terupdate	Jaringan internet
Informasi penyelenggaraan tridharma PT tersedia tanpa dibatasi oleh jam kantor dan mudah diakses	Sistem informasi profil desa binaan berbasis web
Informasi ringkas profil desa binaan	Menu profil ringkas desa binaan
Informasi monografi desa binaan	Menu monografi desa binaan
Informasi kesediaan sumber daya dan administrasi desa binaan	Menu monografi desa binaan
Informasi kegiatan pengabdian/KKN(S) serta outputnya	Menu Pengabdian/KKS
Informasi program pemerintah atau stakeholders di desa	Informasi program pemerintah/stakeholders
Informasi kegiatan/berita terkait desa binaan	Menu berita desa binaan

Gambar 2. Hubungan antara *user requirement* & fungsionalitas sistem

Selanjutnya fungsionalitas sistem tersebut diuraikan dalam daftar menu sebagai berikut.

1. Profil ringkas desa binaan
2. Pengabdian yang telah diselenggarakan di desa binaan
3. Kegiatan KKN(S) yang telah diselenggarakan beserta output programnya
4. Berita dan informasi terkini desa binaan

5. Pengelolaan basis data

• *Arsitektur sistem*

Sistem terdiri dari satu buah basis data yang dipakai untuk memuat data profil dan data penunjang lainnya. Database ini dapat berbentuk modul yang akan disisipkan pada database Lembaga penelitian yang sudah ada. Demikian pula halnya dengan server, server yang sudah ada saat ini dapat dipakai bersama sebagai tempat penyimpanan database dan sistem informasi profil desa binaan.



Gambar 3. Arsitektur sistem

Sistem informasi dirancang untuk pemanfaat yang menggunakan komputer yang memiliki jaringan internet (termasuk komputer mobile, notebook, netbook, ipad dan smartphone). Cara akses selanjutnya dapat dilihat pada skenario proses sistem pada bagian selanjutnya.

D. *Entity variable*

Secara umum, variabel entitas dapat dibagi dalam tiga kelompok yang saling terkait langsung, yaitu entitas di desa binaan, entitas di institusi perguruan tinggi, dan entitas untuk menunjang pengelolaan sistem yang direncanakan.



Gambar 4. *Entity variable*

Selanjutnya ketiga entitas diuraikan berikut.

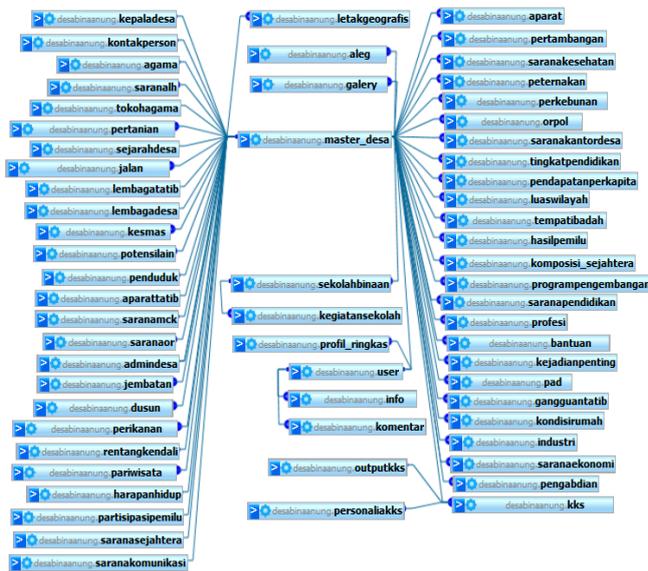
1. Entitas di desa binaan, meliputi antara lain master desa dan profil desa, yang berisi atribut-atribut dengan merujuk lampiran Peraturan Menteri Dalam Negeri no 12 tahun 2007.
2. Entitas di institusi UNG, meliputi program dan kegiatan serta hasil yang dilakukan oleh institusi perguruan tinggi khususnya UNG terkait dengan implementasi pengembangan tirdarma perguruan tinggi yang diembannya, misalnya KKN (kuliah kerja nyata)/KKS (kuliah kerja sibermas), pengabdian kepada masyarakat dan kegiatan terkait lainnya. Entitas dimaksud adalah Data KKN/KKS, program pengabdian masyarakat oleh PT, sekolah

binaan dan informasi kegiatan yang dilakukan maupun hal terkait lainnya.

- Entitas untuk sistem pengelolaan, dimaksudkan untuk menunjang pengelolaan sistem informasi yang berkelanjutan dan terintegrasi dalam sistem basis data. Entitas dimaksud adalah user, info dan komentar.

E. Desain basis data

- Logical design



Gambar 5. Logical design

- ER diagram

Dengan mempertimbangkan ruang penulisan yang tersedia, maka ER diagram berikut telah disederhanakan sehingga dapat tertuang dalam naskah ini.



Gambar 6. ER Diagram

- Physical design

Desain fisik database dilakukan dengan menggunakan database MySQL dengan bantuan aplikasi PHPMyAdmin, menghasilkan database yang diberi nama 'desabinaanung' dengan jumlah tabel sebanyak 51 buah.

F. Desain sistem informasi

Tahapan desain proses sistem ini terdiri dari penentuan skenario proses sistem, desain proses sistem serta desain antarmuka pada sistem informasi yang dibuat.

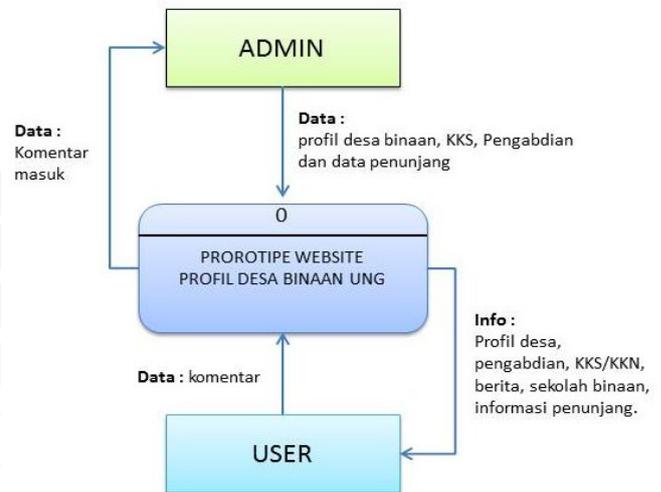
a. Skenario Proses Sistem

Pihak yang akan berkepentingan dengan sistem informasi ini terbagi atas 2 yaitu administrator/pengelola sistem serta pihak yang mengambil manfaat dari sistem/pemanfaat sistem.

- Pengelola sistem (administrator), bertugas mengelola sistem, yang meliputi kegiatan mengelola basis data serta sistem informasi secara keseluruhan. Untuk melindungi keamanan data, maka seluruh proses pengelolaan basis data dilindungi oleh kata kunci untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan.
- Pemanfaat sistem (*user/client browser*), semua pihak yang mengakses sistem informasi. Pihak-pihak tersebut dapat berupa institusi PT, UNG/LPM, dosen, mahasiswa, pemerintah dan masyarakat desa binaan, pemerintah daerah, LSM/NGO dan masyarakat luas pada umumnya. Semua layanan yang diberikan oleh sistem informasi dapat diakses oleh *user* kecuali akses untuk mengelola basis data.

b. Proses Sistem

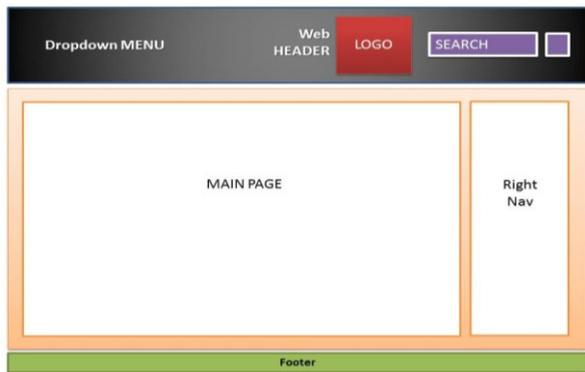
Untuk menggambarkan informasi yang mengalir pada sistem atau aplikasi digunakan Diagram Arus Data/DAD (*data flow diagram/DFD*). DAD juga digunakan untuk menggambarkan sistem pada setiap tingkatan yang dipecah-pecah menjadi sistem yang lebih spesifik, dimulai dengan membuat diagram konteks atau DAD level 0 sebagai gambaran sistem yang paling umum, dan selanjutnya diuraikan menjadi level-level yang lebih detail.



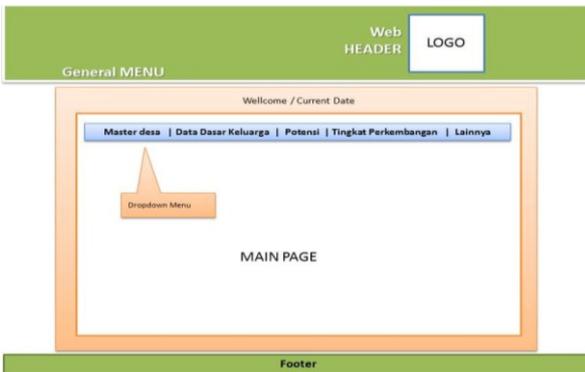
Gambar 7. Diagram Konteks

c. Desain antarmuka / Interface Design

Desain antar muka dibagi menjadi dua, yaitu sisi user dan sisi administrator/pengelola sistem. Hal ini dimaksudkan untuk membedakan secara jelas status ketika mengakses sistem.



Gambar 8. Desain Antarmuka sisi user



Gambar 9. Desain Antarmuka Administrator

G. Implementasi

Tahapan implementasi dilakukan setelah tahapan desain dilakukan, sesuai langkah-langkah berikut.

- Penetapan Algoritma Program  
Algoritma program ditetapkan berdasarkan tujuan perancangan yang mengacu pada sebuah sistem yang modular sehingga dapat dengan mudah disisipkan pada sistem yang sudah ada. Untuk memudahkan integrasi dengan sistem lama, sistem dirancang adaptif atau dapat dengan mudah dikustomisasi mengikuti sistem yang sudah ada, sehingga logika proses ataupun algoritma yang dipakai dalam eksekusi maupun input output terhadap sistem memakai algoritma proses sistem sederhana dan umum dipakai serta dibagi dalam proses yang sesederhana mungkin. Acuan yang dipakai dalam menetapkan algoritma program adalah skenario proses sistem serta DAD yang telah ditetapkan sebelumnya.

- Membangun Basis data / Build database  
Basis data yang dipakai pada sistem ini dibangun dengan menggunakan database MySQL pada aplikasi PHPMyAdmin yang terdapat dalam paket XAMPP. Acuan yang dipakai dalam pembuatan basis data adalah hasil desain basis data yang telah dibuat sebelumnya. Proses ini kemudian menghasilkan database 'desabinaanung' yang terdiri dari 51 tabel. Tabel-tabel yang ada kemudian diisi dengan sampel data yang berhasil dikumpulkan.

- Coding  
Proses penulisan source code program (coding) dilakukan setelah desain antarmuka baik form masukan

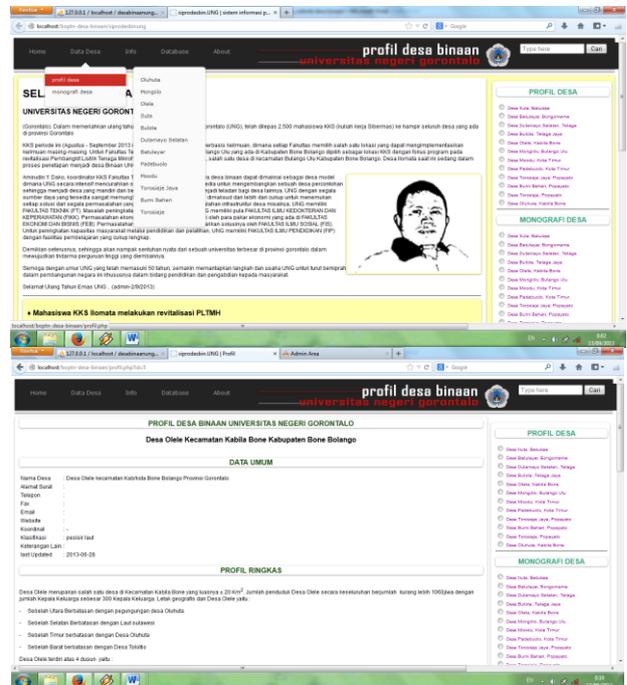
dan keluaran serta halaman untuk menampilkan data dirancang, penulisan source code program menggunakan aplikasi notepad/notepad++ dan Macromedia Dreamweaver trial version. Penulisan code program mengacu pada skenario proses sistem serta algoritma yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil kompilasi source code program berturut-turut disajikan berikut.



Gambar 10. Tampilan Halaman awal sisi user



Gambar 11. Tampilan Halaman awal sisi Administrator



Gambar 12. Beberapa tampilan sisi user

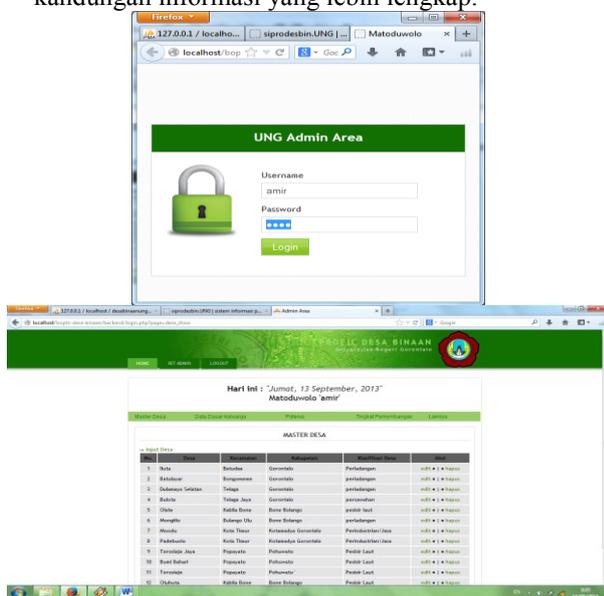
IV. PENUTUP

A. Kesimpulan  
Dari hasil penelitian ini telah didapatkan kesimpulan

1. Kompilasi dan analisis data kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh UNG khususnya di desa binaan, yang menjadi masukan untuk penentuan variabel/entitas basis data.
2. Basis data ‘desabinaanung’ yang terdiri dari 51 tabel dan terintegrasi dengan prototipe sistem informasi dalam bentuk website yang digunakan untuk mengelola data profil desa binaan serta kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan UNG di desa binaan,
3. Prototipe sistem informasi berbasis web untuk menampilkan profil dan data detail desa binaan serta ragam kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan di desa binaan UNG.

Saran

1. Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat (LPM) UNG dalam mengimplementasikan pelaksanaan 4 pilar UNG khususnya totally IT, sepatutnya mulai beralih dari sistem lama ke sistem informasi berbasis web yang lebih baru khususnya untuk pengelolaan data terkait dengan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat.
2. Dalam kaitan dengan peralihan ke sistem yang baru, sangat diperlukan dukungan manajemen serta kebijakan dan strategi penyesuaian langkah dalam proses adaptasi dengan sistem yang telah dikembangkan.
3. Pengembangan sistem informasi lebih lanjut perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas sistem informasi menjadi lebih handal dan dengan kandungan informasi yang lebih lengkap.



Gambar 13. Beberapa tampilan sisi Administrator

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dako, Amirudin, “Recommendations For A Cost-Effective Susclam GIS Site License.”, Program Teluk Tomini (SUSCLAM), Tomini Bay Sustainable Coastal and Livelihoods Management Project. IUCN ARO-CIDA-Lestari-Wetland internasional. paper report, 2010.
- [2] Hoffer, A. Jeffrey, Prescott, Mary B, McFadden, Fred R, “Modern Database Management”, 8<sup>th</sup> edition., Pearson Education, Inc., New Jersey, USA, 2002.
- [3] HM., Jogyanto., ”Sistem Teknologi Informasi”, 2<sup>th</sup> edition., Yogyakarta, Indonesia, 2005.
- [4] Nugroho, Edi Lukito, “Materi kuliah Rekayasa Perangkat Lunak.”, Pasca Sarjana Teknik Elektro. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, Indonesia., 2007.
- [5] Sutabri, Tata. “Analisa Sistem Informasi.” 1<sup>th</sup> edition. Andi Offset. Yogyakarta, Indonesia., 2004.
- [6] Buku Panduan SI-Prodeskel PMD, <http://www.prodeskel-pmd.web.id/unduh/Buku%20Panduan%20SI-Prodeskel%20PMD.pdf> diakses tanggal 24 Juni 2013
- [7] Peraturan Menteri Dalam Negeri No 12 tahun 2007 tentang Penyusunan Profil Desa, <http://downloads.ziddu.com/downloadfiles/18465510/permen-no-12-th2007-ttg-penyusunan-profil-des.pdf>, diakses tanggal 2 Juni 2013.
- [8] Peraturan Menteri Dalam Negeri No 13 tahun 2012 tentang monografi desa dan kelurahan, [http://www.kemendagri.go.id/media/documents/2012/02/10/p/e/permen\\_no.13\\_th\\_2012.doc](http://www.kemendagri.go.id/media/documents/2012/02/10/p/e/permen_no.13_th_2012.doc), diakses tanggal 2 Juni 2013
- [9] Rencana strategis UNG 2010-2014..
- [10] <http://id.wikipedia.org>, diakses 15 Pebruari 2013.
- [11] <http://mandalahurip.or.id>, diakses 3 Maret 2013.
- [12] <http://www.sacmeq.org/statplanet>, diakses 14 Desember 2012.
- [13] [www.database.teluktomini.org](http://www.database.teluktomini.org), diakses 10 Januari 2013.
- [14] [www.pesat.org](http://www.pesat.org), diakses 2 Maret 2013.

## **Implementasi *Automatic Packet Reporting System (APRS)* Untuk Paket Data Pemantauan dan Pengukuran**

Arief Goeritno<sup>1</sup>, Rakhmad Yatim<sup>1</sup>, dan Dwi Jatmiko Nugroho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Penelitian *Electronic Equipment of System Engineering (EESA)*, Jurusan Teknik Elektro,  
Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor

**Abstrak** – Telah dilakukan implementasi *Automatic Packet Reporting System (APRS)* untuk paket data pemantauan dan pengukuran melalui tujuan penelitian, berupa: a) penyetelan program aplikasi pada jaringan APRS dan b) pengukuran terhadap penerimaan data berdasarkan kinerja sensor-sensor. Penyetelan program aplikasi APRS merupakan konfigurasi perangkat lunak untuk APRS yang akan digunakan pada stasiun penerimaan data APRS dengan program aplikasi yang biasa digunakan, yaitu hyperterminal dan UI-View 32. Pengukuran penerimaan data berdasarkan kinerja sensor yang dilakukan melalui proses perekaman pada stasiun penerimaan data APRS. Kinerja sensor-sensor akan diamati pada stasiun pengiriman dan data hasil pengamatan akan dapat diterima pada stasiun penerimaan secara real time. Program aplikasi berbasis hyperterminal dan UI View 32 telah berhasil melakukan proses handshaking antara Terminal Node Controller (TNC) dan komputer, sehingga data telemetri dari stasiun pengiriman paket data dapat diterima di stasiun penerimaan. Data telemetri dapat diamati pada stasiun penerimaan dan dapat diperoleh secara real time dengan format: YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:03:49]: <UI>: T#010,008,093,004,122,075. Notifikasi YB0LRB-11 merupakan stasiun pengiriman paket data telemetri, kemudian data tersebut akan diterima pada stasiun penerima YD1PRY dengan format: YD1PRY-2>APLPN,ARISS [05/18/2014 04:03:07]: <UI>: !06.30.37S/106.48.26E#. Notifikasi tersebut merupakan pengiriman informasi data posisi oleh stasiun YD1PRY untuk inialisasi pada jaringan APRS. Stasiun YB0LRB-11 ketika mengirim paket data telemetri dengan format: YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:00:49]: <UI>: T#001,004,035,005,122,075. Paket data dari stasiun YB0LRB yang dipancar ulang atau digipeater dengan format: YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\* [05/18/2014 04:00:50]: <UI>: T#001,004,035,005,122,075. Sensor pengukuran berkinerja relatif stabil, walaupun terdapat nilai simpangan pengukuran sebesar 1 cm atau mempunyai persentase kesalahan sebesar 1,7%.

**Kata kunci:** APRS, paket data, pemantauan dan pengukuran.

**Abstract** – Implementation of APRS for monitoring and measuring of data packets have been performed through research purposes, such as: (a) setting in the application program for the APRS network and (b) the measuring against the receiving data based on the performances of sensors. Setting in application program for APRS is software configuration to be used on the sending station of APRS data with commonly used application programs, namely hyperterminal and UI-View 32. Measuring of data reception based on the performance of the sensors is done through the process of recording in the receiving station of the APRS data. Performance of the sensors will be observed at sending station and observation data will be received at the receiving station in real time. The application program for the APRS network based on hyperterminal and UI View 32 has managed to do the handshaking process between the TNC and the computer, so that the telemetry data from the sending station of data packets can be received at the receiving station. . Telemetry data can be observed at the receiving station, and can be obtained in real time with the format: YB0LRB-11>BEACON, WIDE2-1 [18/05/2014 04:03:49]: <UI>: T # 010,008,093,004,122,075. Notification of YB0LRB-11 is a package delivery station telemetry data, then the data is received at the receiving station of YD1PRY the format: YD1PRY-2> APLPN, ARISS [18/05/2014 04:03:07]: <UI>: ! 06:30. 37S / 106.48.26E #. Such notification is sending position data information by YD1PRY station to initialize the APRS network. YB0LRB-11 station when sending telemetry data packet format: YB0LRB-11> BEACON, WIDE2-1 [18/05/2014 04:00:49]: <UI>: T # 001,004,035,005,122,075. Data packets from the YB0LRB station retransmitted or digipeater with the format: YB0LRB-11> BEACON, YD1PRY-2, WIDE2 \* [05/18/2014 04:00:50]: <UI>: T # 001,004,035,005,122,075. Measuring of sensor has performed relatively stable, despite the value of the measurement deviation of 1 cm or have a percentage error of 1.7%.

**Key words:** APRS, data packets, monitoring and measuring.

## I. PENDAHULUAN

*Automatic Packet Reporting System (APRS)* telah terdaftar dan dimiliki oleh Bob Bruninga, seorang operator radio amatir dengan *callsign* WB4APR [1]. Saat awal, sesungguhnya hanya pengiriman informasi mengenai posisi atau lokasi, walaupun kemudian berkembang dengan tambahan informasi mengenai cuaca dan layanan pesan singkat untuk *chat*. *Automatic Packet Reporting System (APRS)* dapat menjadi sarana komunikasi alternatif di daerah bencana, terutama jika ketiadaan sinyal dari alat komunikasi berbasis *Global System for Mobile Communication (GSM)* dan *Code Division Multiple Access (CDMA)* atau sarana komunikasi yang ada telah lumpuh [2]. Sasaran yang ingin dicapai dari penggunaan *APRS* dalam bidang kebencanaan adalah efektivitas dalam rangka menolong orang lain, yaitu sedapat mungkin menyampaikan informasi secara cepat, akurat, dan dapat dikelola dengan baik, sehingga bantuan dapat cepat datang dan dapat meminimalkan jumlah korban jiwa dan kondisi korban yang bertambah parah [2]. *Automatic Packet Reporting System (APRS)* adalah aplikasi radio paket untuk pengiriman data yang cepat dan terpercaya dan merupakan protokol komunikasi yang secara *real-time* diperuntukkan bagi pertukaran atau penyampaian data dalam jumlah besar, secara data dalam jaringan secara *multi-user*. Terdapat perbedaan antara *APRS* dan radio paket konvensional, dimana *APRS* [3,1,4] hanya mengenal 4 tipe paket, yaitu posisi/objek, status, pesan, dan antrian.

Secara mendasar, *APRS* terdiri atas dua buah sistem, yaitu (i) sistem pengirim dan (ii) penerima [4,1]. Kebutuhan pada sistem penerima berupa sensor, transduser, dan konverter analog ke digital, atau sebuah alat penerima sensor lokasi (*GPS*) yang terhubung ke *encoder packet* dan pemancar [4]. Kebutuhan pada sistem penerima berupa penerima gelombang radio yang terhubung ke komputer [1]. Satu stasiun *APRS* akan mengubah data dari sensor atau posisi yang ditunjukkan oleh *Global Positioning System (GPS)* menjadi format radio paket (*AX.25 UI Frame*) yang kemudian akan dipancarkan melalui gelombang radio, dengan kecepatan 1200 bps untuk pita (*band*) frekuensi pada *Very High Frequency (VHF)* ke atas atau 300 bps untuk pita frekuensi pada *High Frequency (HF)* [3]. Jaringan stasiun *APRS* yang cukup luas, pergerakan satu stasiun *APRS* dalam kota dapat dijejaki [3], karena radio amatir yang berbasis sistem real time real-time tactical digital communications protocol untuk pertukaran banyak stations yang ada di seluruh area. Sewaktu pengiriman paket data digunakan *unconnected mode (one-to-many)*, karena *APRS* sebagai sebuah *multi-user data network* [3,5], berbeda dengan *radio packet* biasa yang pada umumnya digunakan *connected mode (one-to-one)*. Keuntungan lain dari *unconnected mode*, adalah sangat efisien karena hanya dengan satu paket, seluruh informasi sudah terpancarkan, dibandingkan dengan *connected mode* yang memerlukan paling sedikit lima paket untuk pengiriman informasi yang sama [3].

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, telah

dilakukan implementasi *APRS* untuk paket data pemantauan dan pengukuran, melalui perolehan: a) penyetelan program aplikasi pada jaringan *APRS* dan b) pengukuran penerimaan data berdasarkan kinerja sensor-sensor.

## II. Bahan dan Metode

### A. Bahan

Untuk keperluan pelaksanaan metode penelitian, diperlukan bahan penelitian, berupa: (i) dua buah *terminal node controller (TNC)*; (ii) radio *transmitter* dengan pita (*band*) frekuensi pada *Very High Frequency (VHF)* dan antena; (iii) radio *transceiver* dengan pita frekuensi pada *VHF* dan antena; (iv) catu daya di stasiun pengirim data; (v) rangkaian elektronika sistem sensor, transduser, dan konverter analog ke digital; (vi) *pigtail* antena, (vii) kabel *AWG*, (viii) boks modul stasiun pengiriman paket data, (ix) sistem catu daya untuk stasiun penerimaan data, (x) pengawatan *serial RS-232*, (xi) program aplikasi: *Hyperterminal*, *UI-View 32*, dan *Microsoft Excel*.

Spesifikasi teknis *TNC* [6], yaitu:

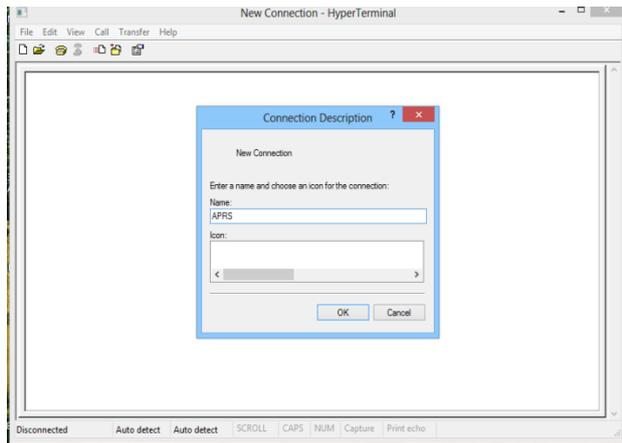
- (i) Dimensi: 21 mm x 133 mm x 133 mm;
- (ii) Berat: 0,32 kg;
- (iii) Catu daya: 6~25 Vdc, ≤ 30 mA (*LEDs on, unit active*) dan 6~25Vdc, ≤ 15 mA (*LEDs off, unit inactive*);
- (iv) Port sambungan: *DB-9* (radio); *DB-25* (komputer/data terminal);
- (v) *ADC*: Dua masukan; 0~5 volt dc, akurasi 8-bit;
- (vi) Kecepatan data: 300, 400, 600, disarankan 1200 bps;
- (vii) *PTT outout*: *Open drain*, +50 Vdc max., 200 mA max.;
- (viii) Modulasi: 1200 bps *FSK full duplex CCITT V.23*; 1300 Hz. (bit 0)/2100 Hz. (bit 1);
- (ix) Mode operasi: *Packet, WeFax, KISS, XKISS, HOST, GPS, MODEM*;
- (x) Indikator *Leds*: *Power, Xmit, Rcv, Connected, Status, Mail (user option on/off)*;
- (xi) *Remote Control Access*: *External Reset*;
- (xii) Protokol operasi: *AX.25 Levels 1 and 2*;
- (xiii) *Watchdog timer*: ± 2,5 menit.

### B. Metode

Metode penelitian perlu dilakukan, agar tujuan penelitian dapat diperoleh melalui pentahapan pada 1) penyetelan pada program aplikasi untuk jaringan *APRS* dan 2) pengukuran penerimaan data berdasarkan kinerja sensor-sensor.

#### 1) Penyetelan pada program aplikasi untuk jaringan *APRS*

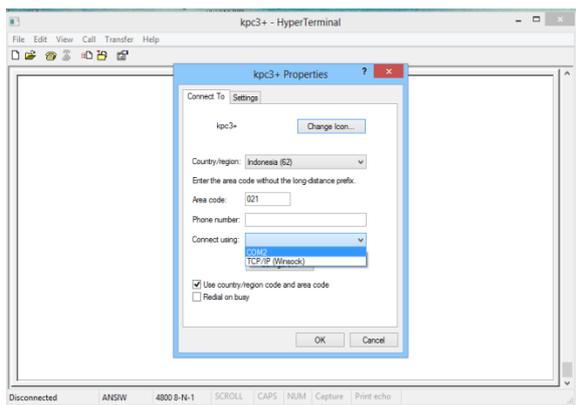
Penyetelan pada program aplikasi untuk jaringan *APRS* merupakan konfigurasi perangkat lunak untuk *APRS* yang akan digunakan pada stasiun penerimaan data *APRS*. Program aplikasi yang biasa digunakan, meliputi *hyperterminal* dan *UI-View 32* [4,7,8]. Tampilan awal program aplikasi *hyperterminal*, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tampilan awal program aplikasi hyperterminal

Ditunjukkan pada Gambar 1, bahwa diperlukan pengetikan *APRS* pada kolom *Name* untuk membuat nama atau identitas menu yang dilanjutkan dengan penge-klik-an OK.

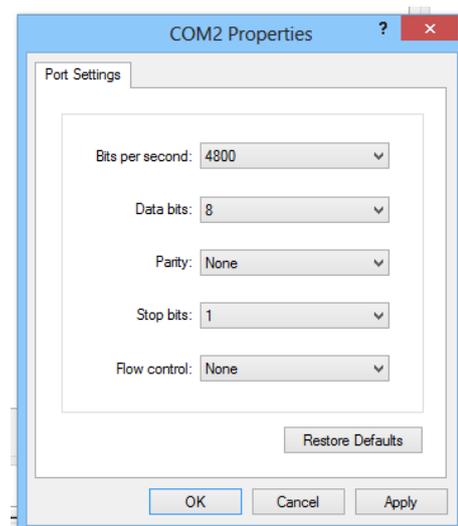
Tahapan selanjutnya untuk konfigurasi *port serial*. Tampilan konfigurasi *port serial com*, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Tampilan konfigurasi port serial com

Ditunjukkan pada Gambar 2, bahwa pada kolom *Country/region* dipilih Indonesia (62), kemudian pada kolom *Area code* diketik 021, setelah itu pilih COM2 pada kolom *Connect using*, diakhiri dengan penge-klik-an OK.

Tampilan pembuatan konfigurasi *handshaking* antara *TNC* dan komputer, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Tampilan pembuatan konfigurasi handshaking antara TNC dan komputer

Ditunjukkan pada Gambar 3, bahwa pada kolom *Bit per second* diketik 4800 untuk menentukan mode komunikasi antara komputer dan *TNC*, kemudian dipilih nilai 8 pada kolom *Data bits*, selanjutnya pada kolom *parity* dipilih *none*, pada kolom *stop bits* pilih nilai 1, kemudian dipilih *none* pada *Flow control*, diakhir dengan penge-klik-an OK.

Konfigurasi program aplikasi jaringan *APRS* di perangkat lunak *UI-View32*[4,7,6], yaitu:

- ❖ konfigurasi jenis *TNC* yang digunakan,
- ❖ konfigurasi jenis *transceiver*,
- ❖ konfigurasi nama stasiun *APRS*,
- ❖ konfigurasi laju data dari *TNC* ke komputer,
- ❖ konfigurasi kecepatan *Link* data *TNC* ke radio, dan
- ❖ konfigurasi stasiun penerima data sebagai stasiun *Digipeater*.

Penyetelan terhadap fungsi *digipeater* dengan tujuan, agar data yang diterima oleh stasiun penerimaan data *APRS* dapat melakukan pancar ulang data yang diterima dari stasiun pengiriman data *APRS*.

2) Pengukuran penerimaan data berdasarkan kinerja sensor-sensor

Pengukuran penerimaan data berdasarkan kinerja sensor-sensor dilakukan melalui proses *recording* pada stasiun penerimaan data *APRS*. Pengukuran penerimaan data meliputi penerimaan dari: (i) sensor deteksi keberadaan hujan, (ii) sensor deteksi intensitas keberadaan hujan, (iii) sensor tinggi permukaan air, dan (iv) dua sensor deteksi nilai tegangan catu daya. Kinerja sensor-sensor akan diamati pada stasiun pemantauan dan data hasil pemantauan dan pengukuran akan dapat diterima pada stasiun penerimaan secara *real time*. Stasiun pengiriman data *APRS* memiliki format data pengiriman, yaitu:

**Callsign > BEACON, T#nnn,111,222,333,444,555**

Format data pengiriman mengandung arti, bahwa:

- *Callsign* (nama stasiun pengirim data *APRS* berdasarkan aturan Organisasi Amatir Radio);

- **nnn** (angka urutan dalam desimal yang memiliki siklus dari 000 sampai 999, untuk kondisi dimana nilai desimal telah mencapai 999, maka akan kembali ke nilai 000 untuk *frame* data telemetry selanjutnya); dan
- **111,222** (nilai masukan analog pada kanal 1 dan 2 *TNC* yang tersedia secara *default*), dan **333, 444, 555** (nilai masukan analog yang akan dilakukan modifikasi pada modulator *APRS* (*TNC*) melalui *patch* internal.

III. METODOLOGI PENELITIAN

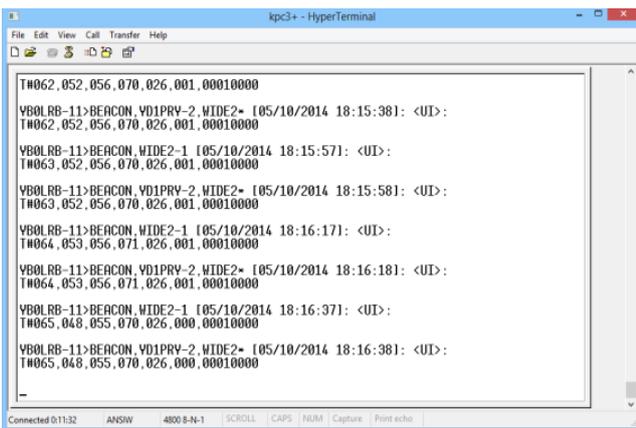
A. Program Aplikasi pada Jaringan APRS

Penyetelan program aplikasi pada jaringan *APRS* dapat dilakukan dengan program aplikasi *hyperterminal*, yaitu sebuah program aplikasi penerimaan paket data pada *APRS*. Perangkat stasiun penerimaan *digipeater* pada jaringan *APRS*, seperti ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4 Perangkat stasiun penerimaan digipeater pada jaringan APRS

Tampilan keberhasilan suatu *handshaking* pada program aplikasi untuk *APRS* berbasis *hyperterminal*, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Tampilan keberhasilan suatu *handshaking* pada program aplikasi untuk *APRS* berbasis *hyperterminal*

Berdasarkan Gambar 5 ditunjukkan, bahwa program aplikasi *APRS* berbasis perangkat lunak *hyperterminal* yang telah berhasil melakukan proses *handshaking* antara *TNC* dan komputer, sehingga data telemetry dari stasiun pengirim paket data dapat diterima di stasiun penerimaan.

Pilihan terhadap program aplikasi untuk jaringan *APRS* selain *hyperterminal*, yaitu perangkat lunak *UI-View 32*. Tampilan keberhasilan suatu *handshaking* pada program aplikasi untuk jaringan *APRS* berbasis *UI-View 32*, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

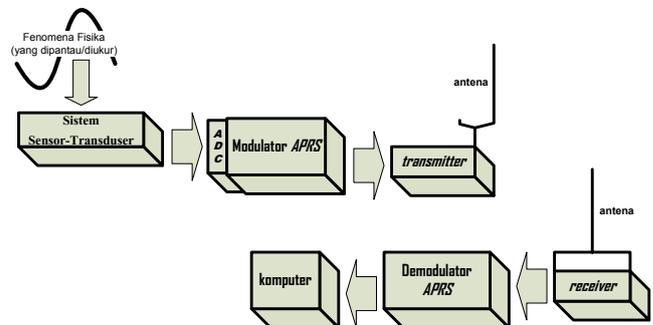


Gambar 6 Tampilan keberhasilan suatu *handshaking* pada program aplikasi untuk jaringan *APRS* berbasis *UI-View 32*

Berdasarkan Gambar 6 ditunjukkan, bahwa pemantauan data *APRS* dapat dilakukan dengan tampilan *visual* berbasis *UI-View 32*. Kelebihan *UI-View 32*, yaitu dapat mengetahui langsung posisi stasiun *APRS* yang diamati dan stasiun *APRS* lain ke bentuk media *visual* yang ditampilkan dalam bentuk *mapping* posisi. Perangkat lunak (*software*) *UI-View 32* lebih memberikan kemudahan dalam melakukan proses pengamatan dan *recording* data telemetry secara bersamaan. Kelebihan lainnya, pada *software UI-View32* disediakan menu bagi pengguna *APRS* untuk melakukan pengiriman pesan berbentuk *text* kepada pengguna *APRS* lain.

B. Pengukuran penerimaan data berdasarkan kinerja sensor-sensor

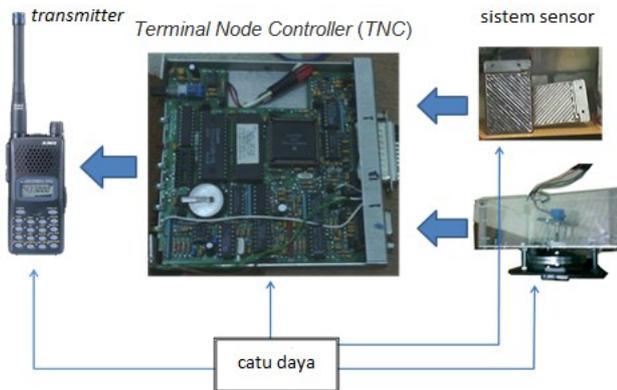
Pengukuran penerimaan data didasarkan kepada kinerja sensor-sensor yang dapat diperoleh melalui *data recording* pada stasiun pemantauan atau penerimaan *APRS*. Diagram blok implementasi *APRS* dengan stasiun pengirim dan penerimaan, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Diagram blok implementasi *APRS* dengan stasiun pengirim dan penerimaan

Sistem pengiriman paket data berbantuan jaringan *APRS* berupa beberapa subsistem utama, yaitu: subsistem sensor, *TNC*, *transmitter*, dan catu daya untuk peranti-

peranti elektronika tersebut yang ditempatkan secara terintegrasi dan dinamakan sebagai stasiun pemantauan-pengukuran dan pengiriman paket data. Diagram blok stasiun pemantauan-pengukuran dan pengiriman paket data berbantuan jaringan APRS, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Diagram blok stasiun pemantauan-pengukuran dan pengiriman paket data berbantuan jaringan APRS

Sistem penerimaan paket data yang telah disusun terdiri atas: TNC, transceiver, antena, catu daya, dan personal computer. Sistem penerimaan paket data dinamakan sebagai stasiun penerimaan paket data. Penampang fisis stasiun penerimaan paket data berbasis APRS, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Penampang fisis stasiun penerimaan paket data berbasis APRS

Stasiun penerimaan paket data berbasis APRS memiliki fungsi penerimaan data dan melakukan proses perekaman (*recording*) data hasil pemantauan dan pengukuran. Hasil pengukuran yang diperoleh berasal data sensor deteksi keberadaan hujan, sensor deteksi keberadaan intensitas hujan, sensor tinggi permukaan air, dan dua sensor pendeteksi nilai tegangan catu daya. Data pengamatan hasil pengukuran sensor atau data telemetri dapat diamati pada stasiun penerimaan dan dapat diperoleh secara *real time* dengan format:

**YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:03:49]: <UI>: T#010,008,093,004,122,075**

Notifikasi **YB0LRB-11** merupakan stasiun pengirim paket data telemetri, kemudian data tersebut akan diterima pada stasiun penerima **YD1PRY** dengan format: **YD1PRY-2>APLPN,ARISS [05/18/2014 04:03:07]: <UI>:**

**!06.30.37S/106.48.26E#**

Notifikasi tersebut merupakan pengiriman informasi data posisi oleh stasiun **YD1PRY** untuk inialisasi pada jaringan APRS. Stasiun **YB0LRB-11** ketika mengirim paket data telemetri dengan format:

**YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:00:49]: <UI>: T#001,004,035,005,122,075**

Keterangan format pada data telemetri dijelaskan seperti berikut:

- 001 : angka urutan desimal
- 004 : kanal 1 sensor keberadaan hujan 1 (belum terdapat hujan)
- 035 : kanal 2 sensor tinggi permukaan air (tinggi permukaan air = 35 cm)
- 005 : kanal 3 sensor keberadaan hujan 2 (belum terdapat hujan)
- 122 : kanal 4 sensor tegangan 1 (nilai tegangan 12,2 volt, catu daya untuk sensor tinggi permukaan air)
- 075 : kanal 5 sensor tegangan 2 (nilai tegangan 7,5 volt, catu daya untuk TNC).

Paket data dari stasiun **YB0LRB** yang dipancar ulang atau *digipeater* dengan format:

**YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\* [05/18/2014 04:00:50]: <UI>: T#001,004,035,005,122,075**

Data telemetri yang dipancarkan **YB0LRB-11** ke stasiun penerimaan paket data dan diterima, maka paket data telemetri tersebut dipancar ulang oleh **YD1PRY**.

Cuplikan hasil pengiriman paket data sensor tinggi permukaan air dan deteksi keberadaan hujan, seperti pada Tabel 1.

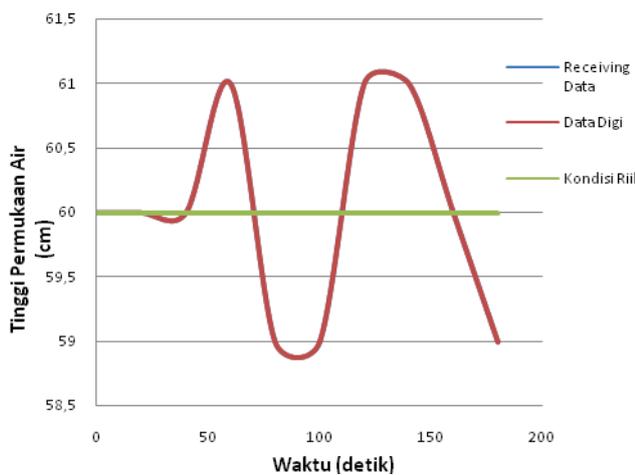
Tabel 1 Cuplikan hasil pengiriman paket data sensor tinggi permukaan air dan deteksi keberadaan hujan

Waktu (detik)	Rcv. Data Tinggi Permukaan Air	Data Digi Tinggi Permukaan Air	Tinggi Permukaan Air Riil (cm)	Persentase Kesalahan Ukur	Rcv. Data Defeksi Hujan	Data Digi Defeksi Hujan	Deteksi Hujan
20	60	60	60	0,0	4	4	TH
40	60	60	60	0,0	4	4	TH
60	60	60	60	0,0	4	4	TH
80	61	61	60	1,7	4	4	TH
100	59	59	60	1,7	4	4	TH
120	59	59	60	1,7	4	4	TH
140	61	61	60	1,7	4	4	TH
160	61	61	60	1,7	4	4	TH
180	60	60	60	0,0	4	4	TH
200	59	59	60	1,7	4	4	TH

Keterangan:  
 Rcv. = Receiving  
 TH = Tidak Hujan

Berdasarkan Tabel 1 ditunjukkan, bahwa data hasil pengukuran yang dikirim oleh stasiun pengirim **YB0LRB** dan telah dapat diterima oleh stasiun *APRS* penerima **YD1PRY** yang dipancar ulang atau dilakukan proses *digipeater*. Data hasil pengukuran secara lebih rinci, seperti ditunjukkan pada LAMPIRAN. Hasil pengukuran tinggi permukaan air dapat diubah dalam bentuk grafik atau kurva. Kurva hasil pengukuran prototipe sensor

tinggi permukaan air, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Kurva hasil pengukuran sensor tinggi permukaan air

Berdasarkan Gambar 10 ditunjukkan, bahwa sensor pengukuran berkinerja relatif stabil, walaupun terdapat nilai simpangan pengukuran sebesar 1 cm atau mempunyai persentase kesalahan sebesar 1,7%. Data telemetri yang diterima tersebut relatif baik, walaupun mengalami halangan, hal ini karena penggunaan frekuensi pada pita VHF (144 MHz.), dimana propagasi gelombang elektromagnetik tidak terlalu sensitif terhadap persyaratan Line of Sight (LoS) dan serapan buminya. Hasil pengukuran kinerja sensor ditandai dengan berfungsinya sistem sensor dan data hasil pengamatan dan pengukuran diterima di stasiun penerimaan secara real time.

#### IV. PENUTUP

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian estimasi kecepatan kendaraan menggunakan Kalman filter diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sesuai tujuan penelitian yang meliputi: 1) penyetelan pada program aplikasi untuk jaringan APRS dan 2) pengukuran penerimaan data berdasarkan kinerja sensor-sensor.

- 1) Penyetelan program aplikasi pada APRS dapat dilakukan dengan program aplikasi *hyperterminal* atau *UI-View 32*, yaitu: (i) sebuah program aplikasi penerimaan paket data pada APRS yang dilakukan di stasiun penerimaan, (ii) kedua program aplikasi berhasil melakukan proses *handshaking* antara TNC dan komputer, sehingga data telemetri dari stasiun pengiriman dapat diterima di stasiun penerimaan paket, dan (iii) tampilan keberhasilan melakukan proses *handshaking* berbantuan program aplikasi *Hyperterminal* berupa teks, sedangkan jika berbantuan program aplikasi *UI-View 32* berupa visual.
- 2) Pengukuran penerimaan data didasarkan kepada kinerja sensor-sensor yang diperoleh, yaitu: (i) melalui data *recording* pada stasiun pemantauan atau

penerimaan APRS, berupa data sensor pendeteksi keberadaan hujan, sensor pendeteksi intensitas keberadaan hujan, sensor tinggi permukaan air, dan dua sensor pendeteksi nilai tegangan catu daya, (ii) data telemetri yang dipancarkan **YB0LRB-11** ke stasiun penerimaan paket data dan diterima, maka paket data telemetri tersebut dipancar ulang oleh **YD1PRY**, (iii) cuplikan data hasil pengukuran yang dikirim oleh stasiun YB0LRB dan telah dapat diterima oleh stasiun APRS penerima YD1PRY, data (iv) data diterima oleh YD1PRY kemudian dipancar ulang atau dilakukan proses digipeater, dimana prototipe sensor tinggi permukaan air berkinerja relatif stabil, walaupun terdapat nilai simpangan pengukuran sebesar 1 cm atau mempunyai persentase kesalahan sebesar 1,7%.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetyo, E. (2011). *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Penerbit ANDI. Adiputro, Azhari Surya, “[APRS \(Automatic Position Reporting System\)](http://azharisurya.wordpress.com/2008/04/APRS-(Automatic-Position-Reporting-System))”, \_\_\_\_, \_\_\_\_, 2008 [http://azharisurya.wordpress.com/2008/04/APRS-\(Automatic-Position-Reporting-System\)](http://azharisurya.wordpress.com/2008/04/APRS-(Automatic-Position-Reporting-System)) (diunduh 14 Mei 2014)
- [2] Nurrohmah, Elida, “APRS (Automatic Packet Reporting System) Untuk Penanggulangan Bencana”, \_\_\_\_, \_\_\_\_, 2013 <http://openstreetmap.or.id/aprs-automatic-packet-reporting-system-untuk-penanggulangan-bencana/> (diunduh 14 Mei 2014).
- [3] Wafa, Kahirul, “APRS, Automatic Packet/Position Reporting System”, \_\_\_\_, \_\_\_\_, <http://khairulwafa.wordpress.com/2008/04/16/aprs-automatic-packetposition-reporting-system/> (diunduh 14 Mei 2014)
- [4] Adisoemarta, Suryono, “APRS dan Aplikasinya”, Prosiding SIPTTEKGAN XII 2008, Detekgan-LAPAN, Bogor, 2008.
- [5] Sunny, Ananti Selaras, “Automatic Packet Reporting System (APRS)”, \_\_\_\_, \_\_\_\_, 2008 <http://ananti.wordpress.com/2008/04/15/automatic-packet-reporting-system-APRS> (diundh 14 Mei 2014).
- [6] Anonim, ” Instruction Manual Transceiver Icom IC-2410H”, \_\_\_\_, \_\_\_\_, 1998.
- [7] Suwarjo, Minto, “Modifikasi Modem Kantronics KPC-3 untuk Aplikasi pada Sistem APRS”, Buku Ilmiah: Satelit Mikro Untuk Mitigasi Bencana dan Ketahanan Pangan, IPB Press, Bogor, 2010.
- [8] Yatim, Rakhmad, “Setup TNC KPC-3+ sebagai Station APRS”, KKIT-LAPAN, Jakarta, 2009.

**Hasil penerimaan paket data APRS dan Digipeater APRS**

```

YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:00:49]:
<UI>:
T#001,004,235,005,122,075,00010010
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:00:50]: <UI>:
T#001,004,235,005,122,075,00010010
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:01:09]:
<UI>:
T#002,004,239,005,122,075,00010010
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:01:10]: <UI>:
T#002,004,239,005,122,075,00010010
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:01:29]:
<UI>:
T#003,001,101,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:01:30]: <UI>:
T#003,001,101,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:01:49]:
<UI>:
T#004,001,091,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:01:50]: <UI>:
T#004,001,091,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:02:09]:
<UI>:
T#005,005,093,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:02:10]: <UI>:
T#005,005,093,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:02:29]:
<UI>:
T#006,006,093,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:02:31]: <UI>:
T#006,006,093,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:02:49]:
<UI>:
T#007,001,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:02:50]: <UI>:
T#007,001,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>APLPN,WIDE2-1 [05/18/2014 04:03:00]:
<UI>:
!06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS
YB0LRB-11>APLPN,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:03:01]: <UI>:
!06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS
YD1PRY-2>APLPN,ARISS [05/18/2014 04:03:07]:
<UI>:
!06.30.37S/106.48.26E#
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:03:09]:
<UI>:
T#008,006,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:03:10]: <UI>:
T#008,006,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:03:29]:
<UI>:
T#009,000,091,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:03:30]: <UI>:
T#009,000,091,004,122,075,00010000
YD1PRY-2>ID,WIDE2-2 [05/18/2014 04:03:41]:
<UI>:
YD1PRY-2/R WIDE1-1/D YC0ZXI-1/B
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:03:49]:
<UI>:
T#010,008,093,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:03:50]: <UI>:
T#010,008,093,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:04:09]:
<UI>:
T#011,005,093,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:04:10]: <UI>:
T#011,005,093,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:04:29]:
<UI>:
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:04:29]:
<UI>:
T#012,000,091,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:04:31]: <UI>:
T#012,000,091,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:04:49]:
<UI>:
T#013,004,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:04:50]: <UI>:
T#013,004,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:05:09]:
<UI>:
T#014,007,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:05:10]: <UI>:
T#014,007,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:05:29]:
<UI>:
T#015,002,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:05:30]: <UI>:
T#015,002,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>APLPN,WIDE2-1 [05/18/2014 04:05:31]:
<UI>:
!06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS
YB0LRB-11>APLPN,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:05:32]: <UI>:
!06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:05:49]:
<UI>:
T#016,005,091,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:05:50]: <UI>:
T#016,005,091,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:06:09]:
<UI>:
T#017,007,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:06:10]: <UI>:
T#017,007,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:06:29]:
<UI>:
T#018,004,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:06:31]: <UI>:
T#018,004,092,004,122,075,00010000
YD1PRY-2>APLPN,ARISS [05/18/2014 04:06:46]:
<UI>:
!06.30.37S/106.48.26E#
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:06:49]:
<UI>:
T#019,040,092,004,122,075,00010000
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2*[05/18/2014
04:06:50]: <UI>:
T#019,040,092,004,122,075,00010000

```

YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:07:09]:  
 <UI>:  
 T#020,008,092,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:07:10]: <UI>:  
 T#020,008,092,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:07:29]:  
 <UI>:  
 T#021,009,169,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:07:30]: <UI>:  
 T#021,009,169,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:07:49]:  
 <UI>:  
 T#022,003,196,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:07:50]: <UI>:  
 T#022,003,196,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>APLPN,WIDE2-1 [05/18/2014 04:08:02]:  
 <UI>:  
 !06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS  
 YB0LRB-11>APLPN,YD1PRY-2,WIDE2\* [05/18/2014  
 04:08:03]: <UI>:  
 !06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:08:09]:  
 <UI>:  
 T#023,000,208,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:08:10]: <UI>:  
 T#023,000,208,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:08:29]:  
 <UI>:  
 T#024,001,208,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:08:31]: <UI>:  
 T#024,001,208,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:08:49]:  
 <UI>:  
 T#025,008,211,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:08:50]: <UI>:  
 T#025,008,211,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:09:09]:  
 <UI>:  
 T#026,000,209,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\* [05/18/2014  
 04:09:10]: <UI>:  
 T#026,000,209,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:09:29]:  
 <UI>:  
 T#027,004,212,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:09:30]: <UI>:  
 T#027,004,212,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:09:49]:  
 <UI>:  
 T#028,000,208,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:09:50]: <UI>:  
 T#028,000,208,005,122,075,00010010  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:10:09]:  
 <UI>:  
 T#029,000,060,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:10:10]: <UI>:  
 T#029,000,060,004,122,075,00010000  
 YD1PRY-2>APLPN,ARISS [05/18/2014 04:10:25]:  
 <UI>:  
 !06.30.37S/106.48.26E#

YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:10:29]:  
 <UI>:  
 T#030,000,060,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:10:31]: <UI>:  
 T#030,000,060,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>APLPN,WIDE2-1 [05/18/2014 04:10:33]:  
 <UI>:  
 !06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS  
 YB0LRB-11>APLPN,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:10:34]: <UI>:  
 !06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:10:49]:  
 <UI>:  
 T#031,004,060,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:10:50]: <UI>:  
 T#031,004,060,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:11:09]:  
 <UI>:  
 T#032,006,061,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:11:10]: <UI>:  
 T#032,006,061,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:11:29]:  
 <UI>:  
 T#033,002,059,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:11:30]: <UI>:  
 T#033,002,059,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:11:49]:  
 <UI>:  
 T#034,002,059,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:11:50]: <UI>:  
 T#034,002,059,004,122,075,00010000  
 YD1PRY-2>APU25N,WIDE2-2 [05/18/2014 04:12:06]:  
 <UI>:  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:12:09]:  
 <UI>:  
 T#035,007,061,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:12:10]: <UI>:  
 T#035,007,061,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:12:29]:  
 <UI>:  
 T#036,004,061,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:12:31]: <UI>:  
 T#036,004,061,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:12:49]:  
 <UI>:  
 T#037,004,060,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:12:50]: <UI>:  
 T#037,004,060,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>APLPN,WIDE2-1 [05/18/2014 04:13:04]:  
 <UI>:  
 !06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS  
 YB0LRB-11>APLPN,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:13:05]: <UI>:  
 !06.30.37S/106.54.31E# Uji APRS  
 YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:13:09]:  
 <UI>:  
 T#038,000,059,004,122,075,00010000  
 YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
 04:13:10]: <UI>:  
 T#038,000,059,004,122,075,00010000

YD1PRY-2>ID,WIDE2-2 [05/18/2014 04:13:19]:  
<UI>:  
YD1PRY-2/R WIDE1-1/D YC0ZXI-1/B  
YB0LRB-11>BEACON,WIDE2-1 [05/18/2014 04:13:29]:  
<UI>:  
T#039,007,061,004,122,075,00010000  
YB0LRB-11>BEACON,YD1PRY-2,WIDE2\*[05/18/2014  
04:13:30]: <UI>:  
T#039,007,061,004,122,075,00010000

# Desain Power Amplifier Frekuensi 135 Mhz Untuk Perangkat Transmitter Vhf Dittel Portable

Teguh Firmansyah<sup>1</sup>, Gatot Kuswara<sup>2</sup>, Windu Prasetyo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Navigasi Udara. Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia (STPI)

<sup>3</sup>[teguh.firmansyah.2014@ieee.org](mailto:teguh.firmansyah.2014@ieee.org)

**Abstrak** – *Desain Power Amplifier Frekuensi 135 Mhz Untuk Perangkat Transmitter Vhf Dittel Portable. Power amplifier (PA) merupakan komponen akhir pada bagian pemancar VHF Dittel Portable yang berfungsi untuk menguatkan sinyal yang dikirimkan dari sumber. Pada perancangan ini power amplifier dibuat untuk bekerja pada frekuensi 135 Mhz. PA yang diusulkan menggunakan Transistor Tipe Mosfet MRF 136 dengan power supply  $V = 30 V$ ,  $V_{DD} = 28 V$  dan  $I_D = 1.2 A$  agar memperoleh gain dan output power yang besar. Untuk meningkatkan coverage area komunikasi pada saat flight check calibration. Perancangan PA menggunakan L-Network dan phi- Matching digunakan sebagai rangkaian matching input dan matching output. Tipe bias transistor yang digunakan yaitu power-divider karena memiliki tingkat sensitifitas perubahan  $\beta$  paling rendah terhadap perubahan suhu. Hasil dari simulasi dan perhitungan yang telah dilakukan mendapatkan nilai-nilai dari spesifikasi power amplifier diperoleh nilai kestabilan  $> 1$ , gain (S21) = 20 dB, output return loss (S11) = -33.89 dB. Dengan power output sesuai dengan yang diharapkan sebesar 10 watt atau 40 dBm dan bekerja tepat pada frekuensi kerjanya 135 Mhz.*

**Kata kunci:** PA, Gain, Kestabilan, Return Loss, L-Network, Phi-matching

**Abstract** – *Design Power Amplifier At Frequency 135 Mhz For Vhf Dittel Portable Transmitter. Power amplifier (PA) is the final component in the DITTEL Portable VHF transmitter with function to amplify the signal that is sent from the source. In this paper, the power amplifier is made to work at a frequency of 135 Mhz. PA proposed using Type Mosfet transistors MRF 136 with power supply  $V = 30 V$ ,  $V_{DD} = 28 V$  and  $I_D = 1.2 A$  in order to obtain the gain and output power are great. To boost the coverage area of communication at the time of check calibration flight. Design PA using L-Network and phi- Matching is used as an input matching circuit and output matching. Type bias transistor used is a power-divider because it has the sensitivity of the lowest  $\beta$  changes to temperature changes. The results of the simulations and calculations have been carried out, the result obtained from the specification of power amplifier : stability values  $> 1$ , the gain (S21) = 20 dB, output return loss (S11) = -33.89 dB. With a power output as expected at 10 watts or 40 dBm at frequency 135 MHz*

**Keywords:** PA, Gain, Stability, Return Loss, L-Network, Phi-matching

## I. PENDAHULUAN

Navigasi udara adalah sistem peralatan yang dapat menuntun pesawat udara dari dan ke tempat tujuan dengan selamat dan lancar untuk menghindari bahaya atau rintangan dalam penerbangan, upaya memberikan pelayanan yang optimal kepada pesawat udara maka ketersediaan alat navigasi udara yang ada disepanjang jalur penerbangan sangatlah diperlukan keberadaannya. [1]

Keselamatan penerbangan dan pengontrolan pergerakan pesawat terbang yang efektif memerlukan adanya fasilitas navigasi, komunikasi, surveillance yang akurat dan handal. Untuk mencapai keselamatan penerbangan pada tingkat yang tinggi maka ditetapkan prosedur pemeliharaan standar fasilitas navigasi penerbangan. Fasilitas navigasi penerbangan tersebut senantiasa memberikan pelayanan yang maksimum kepada seluruh pemakai, dengan memberikan informasi yang seragam sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pengecekan fisik dari pola pancaran sinyal elektromagnetik di ruang udara dari fasilitas navigasi penerbangan harus dilakukan untuk menentukan kualitas

akurasi dan informasi yang diberikan untuk meyakinkan keakuratan fasilitas navigasi tersebut.

VHF Dittel Portable merupakan suatu *transceiver* yang menjadi bagian penting sebagai alat komunikasi antara panel operator dengan ground operator pada saat *flight check* berlangsung. Adapun frekuensi yang digunakan dalam operasional penerbangan bekerja pada frekuensi 117,975 Mhz sampai dengan 137 MHz yang diatur dalam Annex 10 volume 3.<sup>1</sup> Dengan frekuensi kerja yang telah dipersyaratkan tersebut, Balai Kalibrasi menetapkan pemilihan band frekuensi komunikasi pada 135 Mhz. Berdasarkan pengalaman dilapangan, dengan frekuensi komunikasi tersebut VHF Dittel dapat memberikan jangkauan komunikasi (*coverage area*) antara 15 – 30 Nm.

*Coverage area* tersebut cukup luas, tetapi kondisi yang terjadi dilapangan terkadang dalam komunikasinya terdapat kendala yaitu menyempitnya *coverage area* dan kualitas audio yang dipancarkan kurang bagus, hal tersebut dapat menyebabkan terputusnya komunikasi

pada saat *flight check*. Kendala tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yaitu menurunnya kinerja dari peralatan karena sering digunakan secara terus menerus, banyaknya pemancar radio–radio amatir daerah yang menyebabkan interferensi dengan frekuensi komunikasi yang digunakan, serta usia peralatan yang sudah lama.

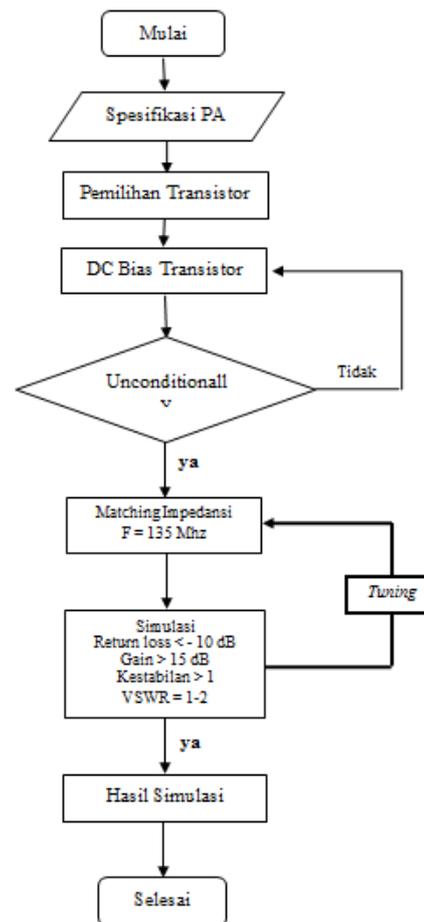
Penurunan kinerja peralatan tersebut akan mempengaruhi beberapa sistem yang ada pada *transmitter* dan *receiver* dari *VHF Dittel* itu sendiri. Salah satunya penguatan pada blok *power ampliernya* juga menurun atau penguatannya melemah. Jika blok *power amplifier* pada *system transmitter* melemah atau gainnya menurun maka sinyal RF yang dipancarkan tidak akan memenuhi *coverage area* yang diinginkan. Berdasarkan dari masalah yang ada, penulis lalu mempelajari dan memahami blok diagram pada sistem *transmitter VHF Dittel*, seperti rangkaian *Oscillator, Buffer, Audio, Modulator, serta Power Amplifier* yang berfungsi untuk menguatkan sinyal RF tersebut kemudian dipancarkan oleh Antenna dan dapat diterima di *receiver* pesawat. Kriteria perancangan power amplifier pada transmitter VHF dittel portable yang diharapkan sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Desain *Dual Stage Power Amplifier VHF Dittel Portable*

No.	Spesifikasi	Nilai
1.	Frekuensi Kerja	135 MHz
2.	Transistor	Mosfet MRF 136
3.	Kelas Amplifier	Kelas A
4.	Gain Single Stage	10 dB
5.	Gain Dual Stage	20 dB
6.	Return Loss Single Stage	< -10 dB
7.	Return Loss Dual Stage	< -10 dB
8.	Kestabilan (K)	> 1
9.	Power Output	10 W
10.	VSWR	1 - 2

II. METODE PERCOBAAN

Untuk memudahkan perancangan *dual stage power amplifier* ini tahapan perancangan dijelaskan pada diagram alir (*flow chart*) untuk memudahkan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam perancangan. Gambar 1. menunjukkan diagram alir perancangan yang diinginkan.



Gambar 1. Diagram alir

Dengan melihat diagram alir diatas maka tahap perancangan dimulai dengan menentukan spesifikasi parameter *power amplifier* yang akan dirancang, dilanjutkan menentukan spesifikasi PA yang akan dirancang, kemudian memilih jenis transistor yang cocok untuk aplikasi PA sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, kemudian menentukan jenis pembiasan DC yang dirancang agar sesuai dan mampu bekerja pada titik biasnya. Hal selanjutnya adalah memeriksa kestabilan dan gain yang dihasilkan, apabila rangkaian dinyatakan belum stabil maka proses penentuan bias DC dilakukan kembali sampai rangkaian dinyatakan stabil dan gain nya sudah memenuhi kriteria yang diinginkan, hal ini sangat penting agar transistor tidak terjadi osilasi.

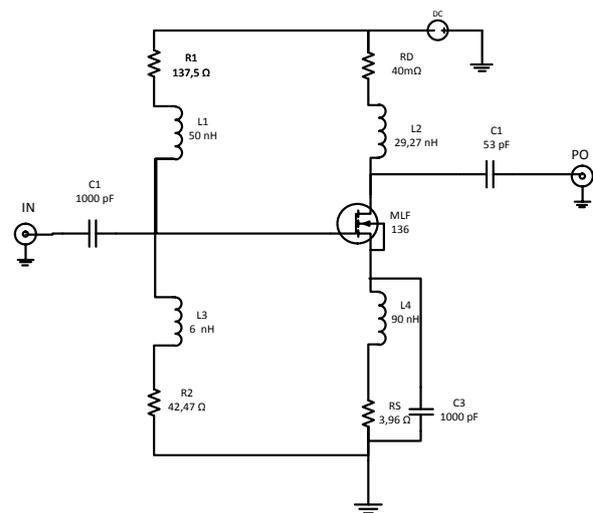
Setelah rangkaian dinyatakan stabil dan gain telah muncul pada perancangan PA stage pertama, maka langkah selanjutnya adalah membuat rangkaian *matching impedance* agar didapatkan nilai VSWR yang ideal sehingga gain yang dihasilkan akan maksimal. Kemudian memeriksa nilai semua parameter yang disimulasikan antara lain gain, input return loss, output return loss pada frekuensi kerja 135 Mhz yang sesuai dengan kriteria persyaratan. Apabila parameter belum memenuhi persyaratan maka tahap penentuan rangkaian *matching* kembali dilakukan.

Setelah nilai spesifikasi pada *PA stage* pertama telah memenuhi persyaratan, langkah selanjutnya adalah membuat rancangan *dual stage PA* dengan

menggabungkan *single stage* menjadi *dual stage*. Kemudian dilanjutkan dengan membuat rangkaian *input* dan *output matching*. Setelah semua spesifikasi memenuhi syarat, langkah selanjutnya mensimulasikan semua parameter *PA dual stage* yang telah *matching*. Langkah terakhir adalah melakukan uji coba rancangan dengan membandingkan hasil simulasi dengan hasil perhitungan dan menginterpretasikan semua hasil uji coba rancangan power amplifier tersebut.

**Pemilihan Transistor**

Setelah memilih karakteristik power amplifier yang akan dirancang, langkah berikutnya yang dilakukan adalah mencari komponen aktif yang berupa transistor. Pemilihan transistor ini adalah tahap paling penting dalam perancangan amplifier. Oleh karena itu, dalam memilih transistor perlu untuk memeriksa parameter-parameter pada data sheet dengan teliti. Transistor yang akan digunakan harus mempunyai gain yang tinggi dan power yang tinggi serta memiliki frekuensi kerja yang sesuai dengan karakteristik PA yang akan dirancang serta yang terpenting adalah dapat dijumpai di pasaran. Dengan melihat informasi tersebut maka penulis memilih transistor tipe *Mosfet MRF 136* yang diproduksi oleh perusahaan *Tyco Electronics by Macom* (Lampiran 1-4). *Transistor Mosfet MRF 136* termasuk kedalam jenis *high power transistor* dan berbahan dasar silikon. Alasan penulis memilih transistor *Mosfet MRF 136* karena transistor ini dapat digunakan untuk perancangan *power amplifier* yang mempunyai fitur antara lain:



Gambar 3. Rangkaian referensi pembiasan pembagi tegangan

Penambahan kapasitor yang diparalelkan dengan tahanan source berguna agar rangkaian lebih stabil ketika ada perubahan suhu tanpa mengganggu kineja operasi DC. Dalam perhitungan penentuan nilai tahanan penulis menggunakan aturan *rule of thumb*. Nilai dari titik kerja transistor telah penulis tentukan pada titik operasi transistor pada  $V_{DD} = 30 V, V_{DS} = 28 V, I_D = 1.2 mA$ . Karena nilai – nilai bias nya sudah ditentukan, dengan optimasi pada software yang digunakan nilai dari masing - masing resistansi pada bias juga bisa ditentukan yaitu  $R_D = 40 mOhm, R_S = 3.96 Ohm, R_1 = 137.5 Ohm, R_2 = 42.47 Ohm$ . Langkah pertama dengan mengasumsikan nilai  $I_S = I_D$  (transistor ideal). Setelah diketahui nilai  $I_S$  dan  $I_D$  maka  $V_G$  dapat dihitung.

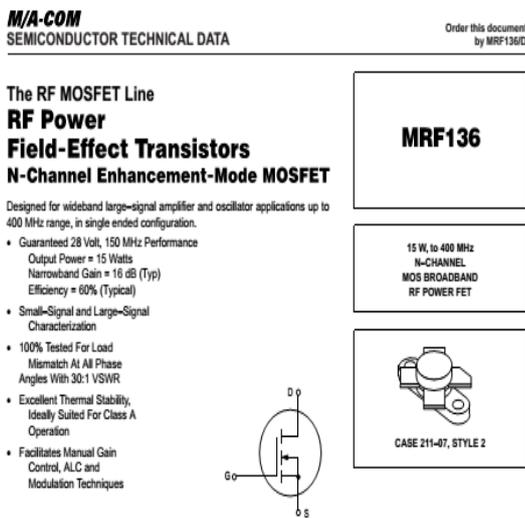
**Kestabilan Rangkaian Amplifier**

Dalam merancang sebuah amplifier sangat penting dalam memeriksa kestabilan pada rangkaian, karena amplifier dalam kondisi tidak stabil dapat terjadi osilasi. Salah satu jalan untuk mengetahui kestabilan rangkaian adalah dengan melakukan pengujian nilai Rollet’s stability factor (K) dan nilai  $\Delta$ , rangkaian dikatakan dalam kondisi stabil apabila nilai  $K > 1$  dan  $\Delta < 1$ , dengan cara ini diperlukan data scattering parameter pada tabel 4.5. Dalam perhitungan ini penulis menggunakan scattering parameter pada frekuensi 135 MHz. Sehingga nilai scattering parameter yang digunakan adalah  $S_{11} = 0.627 \angle 2.560^\circ, S_{21} = 10.32 \angle 146.651^\circ, S_{12} = 0.220 \angle 22.663^\circ, S_{22} = 0.155 \angle 35.492^\circ$ .

$$|\Delta| = |S_{11}.S_{22} - S_{12}.S_{21}| = 0.324 \angle 3.817^\circ = 0.324$$

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2 |S_{12}.S_{21}|} = 1.184$$

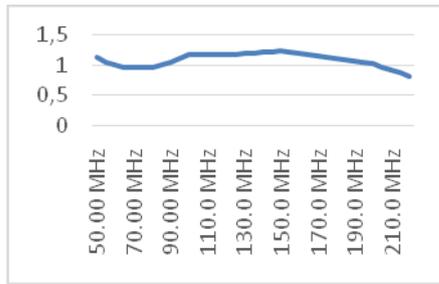
Karena nilai  $\Delta < 1$  tetapi  $K > 1$  maka rangkaian dalam kondisi *unconditionally stable*. Sehingga rangkaian tidak perlu dinaikan nilai kestabilannya. Gambar 4. menggambarkan grafik kestabilan yang dihasilkan pada frekuensi 135 Mhz. Kestabilan pada frekuensi kerjanya telah stabil maka perancangan dapat dilanjutkan ketahap selanjutnya.



Gambar 2. Feature Design Transistor Mosfet MRF 136

**Pemilihan Pembiasan Amplifier (DC Biasing)**

Hal yang harus dilakukan adalah memberikan bias pada transistor tersebut agar bekerja sesuai dengan kelas *amplifier* yang telah ditentukan. Terdapat beberapa macam DC bias yang dapat digunakan dengan mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Penulis dalam melakukan perancangan menggunakan pembiasan pembagi tegangan dikarenakan rangkaian ini tidak terpengaruh terhadap nilai  $\beta$  yang dimana nilai  $\beta$  juga sangat terpengaruh terhadap suhu. Rangkaian pembiasan pembagi tegangan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. Grafik Kestabilan *Single Stage*

**Maksimum Available Gain**

Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan *Maximum Available Gain*. Tujuan dari perhitungan ini, kita dapat nilai maksimal gain yang dimungkinkan dihasilkan oleh rangkaian sebelum dilakukan impedance. Hal pertama yang harus dihitung adalah nilai  $B_1$ . Dalam perhitungan ini penulis menggunakan data S parameter dari frekuensi tengah 127.5 MHz pada tabel 4.5 yaitu  $S_{11}=0.62 \angle 146.651^\circ$ ,  $S_{21}=10.32 \angle 146.651^\circ$ ,  $S_{12}=0.220 \angle 22.663^\circ$ ,  $S_{22}=0.155 \angle 35.492^\circ$ .

$$|\Delta| = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21} = 0.324 \angle 3.817^\circ = 0.324$$

$$B_1 = 1 + |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 - |\Delta|^2 = 1.266$$

Alasan  $B_1$  dihitung pertama kali karena ketika melakukan perhitungan MAG terdapat simbol perhitungan tambah atau kurang ( $\pm$ ). Jika  $B_1$  bernilai negatif maka dalam rumus menggunakan simbol tambah (+) dan jika  $B_1$  bernilai positif maka yang digunakan simbol kurang (-). Telah diketahui kestabilan yang terjadi pada frekuensi 135 MHz sebesar 1.18 Sehingga perhitungan MAG dapat dilakukan sebagai berikut.

$$MAG = 10 \log \frac{|S_{21}|}{|S_{12}|} + 10 \log |K - \sqrt{K^2 - 1}| = 20.724 \text{ dB}$$

Dari hasil perhitungan diatas, MAG untuk frekuensi 135 MHz sebesar 20.724 dB.

Untuk memenuhi spesifikasi rangkaian dengan gain lebih dari 10 dB tidak dapat dihasilkan hanya dengan rangkaian single PA, maka dari itu untuk meningkatkan gain dibutuhkan minimal dua stage *power amplifier*.

**Perancangan Impedance Matching**

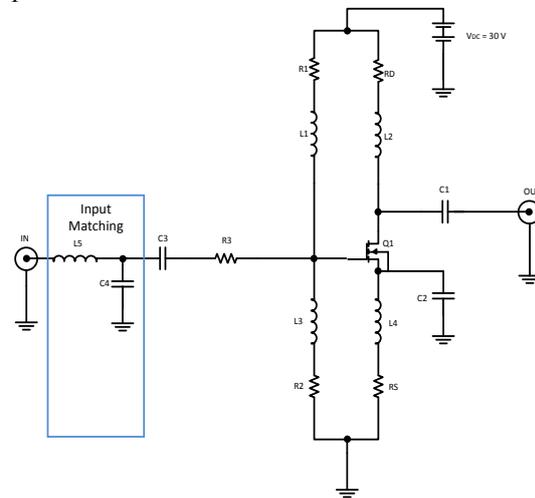
Perancangan rangkaian impedance matching ini bertujuan untuk menyesuaikan impedance rangkaian amplifier dengan impedansi media transmisi sebesar 50 Ohm, sehingga penguatan akan lebih optimal dengan noise figure yang kecil. Perancangan impedance matching ini dilakukan dengan menggunakan smith chart sehingga akan tidak perlu melakukan perhitungan-perhitungan yang rumit. Impedance matching ini dilakukan pada input dan output rangkaian amplifier. Hal pertama yang harus dilakukan adalah mencari menentukan impedansi sumber dan impedansi beban optimal dan berada pada kondisi *unconditionally stable*.

Pemilihan impedansi sumber dan impedansi beban harus hati-hati sehingga pengecekan kestabilan menggunakan *rollet stability factor* pada sub bab sebelumnya perlu dilakukan penggambaran *input stability circle* dan *output stability circle* pada *smith chart* untuk memastikan

pemilihan impedansi, yang nantinya berada dalam kondisi *unconditionally stable*. Frekuensi matching yang digunakan adalah 135 MHz dengan S-parameter yang telah diketahui sebelumnya pada tabel 4.5

**Input Impedance Matching**

Perancangan input impedance matching ini menggunakan rangkaian tiga komponen konfigurasi ‘L’ terlihat pada gambar 4.7 karena untuk input PA penulis menginginkan bandwidth frekuensi yang sempit dan menghasilkan output power yang besar. Pada input impedance matching ini dilakukan penyesuaian impedansi terminal ( $Z_o$ ) sebesar 50 Ohm dengan impedansi sumber rangkaian ( $Z_{in}$ ) yang bernilai kompleks sebesar  $57.113-j58.591$  Ohm. Oleh karena nilai dari  $Z_{IN}$  ini bernilai kompleks maka perlu dikonjugasikan terlebih dahulu menjadi  $57.113+j58.591$  Ohm. Kedua nilai ini perlu dinormalisasikan dengan 50 Ohm terlebih dahulu agar mudah untuk penggambaran pada smith chart.



Gambar 5. *Input Impedance Matching*

Karena input impedance matching menggunakan dua elemen mathing maka perlu ditentukan nilai Q terlebih dahulu. Nilai Q ini berpengaruh terhadap bandwidth frekuensi kerja yang digunakan, semakin rendah nilai Q maka bandwidth frekuensi semakin lebar. Penulis menetapkan nilai  $Q = 7$ . Nilai Q ini digambarkan pada smith chart.

Cara menyesuaikan kedua impedansi ini adalah dengan menggariskan poin  $Z_{IN}$  ke  $Z_o$ . Pada penambahan nilai paralel kapasitor  $C_4$  mengasilkan capacitive reactance sebesar  $-jX = 1.25$  Ohm sehingga nilai kapasitor  $C_4$ .

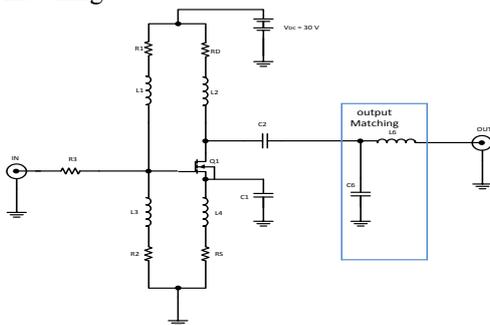
$$C_4 = \frac{1}{\omega XN} = \frac{1}{2 * 3.14 * 135 * 10^6 * 1.25 * 50} = 1.67 \text{ pF}$$

Pada penambahan nilai paralel induktor  $L_5$  mengasilkan inductive susceptance sebesar  $-jB = 0.248$  mhO sehingga nilai kapasitor  $L_5$ .

$$L_5 = \frac{N}{\omega * B} = 122.80 \text{ nH}$$

**Output Impedance Matching**

Perancangan input impedance matching ini menggunakan rangkaian tiga komponen konfigurasi “L” terlihat pada gambar 4.8 karena untuk output PA penulis bandwidth yang cukup lebar. Konfigurasi “L” ini dirangkai dengan cara low pass filter yang ditandai inductor yang dihubungkan secara seri. Pada output impedance matching ini dilakukan penyesuaian impedansi konjugasi sumber rangkaian ( $Z_{Out}$ ). Nilai komponen pada output impedance matching sama dengan input matching, karena menggunakan metode optimasi pada software dan menyesuaikan dengan nilai pendekatan pada input matching.



Gambar 6. Output Impedance Matching

Sama halnya dengan input impedance matching, output impedance matching juga menggunakan dua elemen matching, sehingga perlu ditentukan nilai Q terlebih dahulu dengan  $Q = 7$ . Cara menyesuaikan kedua impedansi ini adalah dengan menggariskan poin  $Z_L$  ke  $Z_{Out}$  pada smith chart.

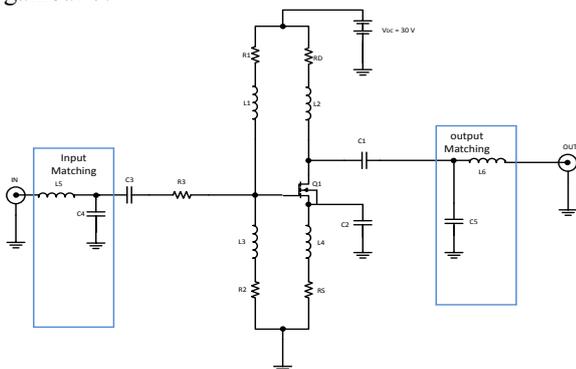
Pada penambahan nilai paralel kapasitor  $C_5$  menghasilkan capacitive susceptance sebesar  $+jB = 1.53 \text{ mOhm}$  sehingga nilai kapasitor  $C_5$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$C_5 = \frac{B}{\omega * N} = 16.21 \text{ pF}$$

Pada penambahan nilai seri inductor  $L_6$  menghasilkan inductive reactance sebesar  $+jX = 1.05 \text{ Ohm}$  sehingga nilai kapasitor  $L_6$  dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$L_6 = \frac{XN}{\omega} = \frac{52.5}{94.2 * 10^6} = 112.85 \text{ nH}$$

Setelah diketahui nilai-nilai komponen impedance matching maka rancangan single PA tergambar pada gambar 7.



Gambar 7. Single PA dengan Input dan Output matching

1. Citra Warna

Citra warna merupakan citra yang *pixel*-nya merepresentasikan suatu warna. Setiap *pixel* pada citra yang direpresentasikan dalam model warna terdiri dari tiga komponen citra, masing-masing untuk setiap warna primer (RGB = Red, Green, Blue). Setiap poin informasi *pixel* (RGB) disimpan kedalam 1 *byte* = 8 bit. Hal ini menyatakan bahwa setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 256 warna.

2. Citra Grayscale

Citra *grayscale* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap *pixel*-nya. Warna yang dimiliki adalah warna dari hitam, keabuan dan putih. Banyaknya warna pada citra *grayscale* tergantung pada jumlah bit yang disediakan dimemori untuk menampung kebutuhan warna. Sebagai contoh skala keabuan 4 bit, jumlah kemungkinannya  $2^4 = 16$  warna dengan kemungkinan warna 0 (min) sampai 15 (max).

3. Citra Biner

Citra biner (*binary image*) adalah citra yang setiap *pixel*-nya hanya memiliki 2 kemungkinan derajat keabuan yakni 0 dan 1.[2] Pada citra biner, latar belakang berwarna putih sedangkan objek berwarna hitam. Citra berwarna dapat dijadikan citra biner dengan melakukan proses pembineran. Proses pembineran dilakukan dengan membulatkan ke atas atau ke bawah untuk setiap nilai keabuan dari *pixel* yang berada di atas atau bawah harga ambang. Metode untuk menentukan besarnya harga ambang disebut *thresholding*. [2]

A. White Noise

*Whitenoise* Gaussian adalah sinyal acak dengan *power spectral density* yang konstan. *Gaussian noise* adalah bentuk ideal dari *white noise* yang menyebabkan fluktuasi acak dalam suatu sinyal. *Gaussian noise* adalah *white noise* yang terdistribusi normal.[3]

B. Low Pass Filter

*Low Pass Filter* (LPF) adalah proses *filter* yang mengambil citra dengan gradiasi intensitas yang halus dan perbedaan intensitas yang tinggi akan dikurangi atau dibuang. *Low pass filter* digunakan untuk mengurangi detail dari gambar atau justru membuat gambar menjadi lebih kabur dari sebelumnya. *Filter* ini akan menghilangkan atau mengurangi *noise* berfrekuensi tinggi dari gambar menjadi frekuensi yang lebih rendah.[4]

C. Kalman Filter

Metode Kalman *filter* merupakan suatu metode yang dapat dipergunakan untuk mengestimasi variabel *state* dari sistem dinamik stokastik linier yang terkorupsi oleh *whitenoise* Gaussian. *State* dari suatu sistem dapat diestimasi oleh Kalman *filter* dengan memodelkan sistem tersebut terlebih dahulu.

State Vektor

*State vektor* merupakan penggambaran dari suatu sistem dinamik dan mewakilkan derajat kebebasan (*degrees of freedom*) dari suatu benda. Elemen variabel dari *state vektor* dapat bermacam-macam isinya, seperti posisi, kecepatan, akselerasi dan lainnya. Contoh yang sangat sederhana adalah sebuah mobil yang melaju dengan kecepatan konstan pada jalan yang lurus. Pada kasus ini, mobil memiliki 2 derajat kebebasan, yaitu jarak (s) dan kecepatan (v).[5]

$$X = \begin{bmatrix} s \\ v \end{bmatrix}$$

**Algoritma Kalman Filter**

Algoritma pada Kalman filter merupakan suatu fase kerja pengolahan *state vektor*. Fase kerja ini terdiri dari dua langkah, yaitu:

1. Prediksi
2. Koreksi

1. Fase Prediksi  
Fase prediksi dari Kalman filter dinyatakan dengan persamaan:

State Prediksi:

$$\hat{X}_{k+1} = A_k \hat{X}_k + B_k U_k$$

Kovarian estimate prediksi:

$$P_{k+1} = A_k P_k A_k^T + Q_k$$

2. Fasi Koreksi

Fase koreksi ditunjukkan oleh persamaan:

Kovarian pengukuran:

$$S_k = H_k P_k H_k^T + R_k$$

Penguatan Kalman:

$$K_k = P_k H_k^T S_k^{-1}$$

Estimate state update:

$$\hat{X}_{k+1} = \hat{X}_k + K_k \tilde{y}_k$$

kovarian estimate update:

$$P_{k+1} = (I - K_k H_k) P_k$$

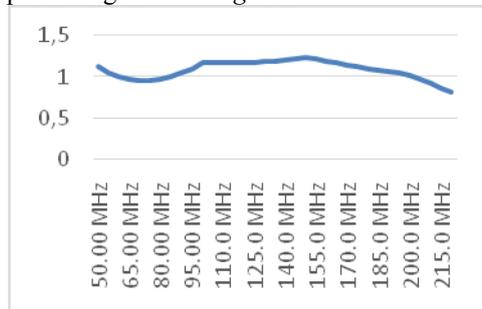
**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**1. Simulasi Rancangan Single Stage PA**

Setelah rancangan single stage telah dilengkapi oleh rangkaian *impedance matching* menandakan rancangan *single stage PA* telah selesai. Untuk selanjutnya dilakukan simulasi beberapa parameter penting antara lain kestabilan, gain, output power dan VSWR sudah memenuhi syarat untuk melanjutkan perancangan dual stage PA.

**a. Simulasi Kestabilan**

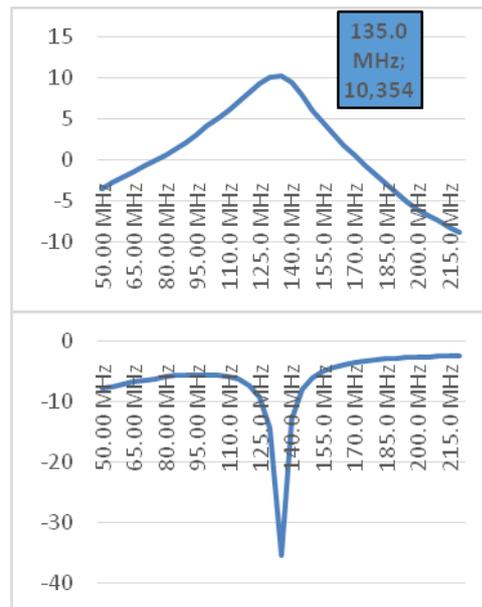
Simulasi ini dilakukan untuk memastikan rangkaian *single stage* berada pada kondisi *unconditionally stable*. Gambar 4.10 memperlihatkan grafik nilai kestabilan frekuensi 135 MHz dari grafik tersebut nilai  $K > 1$  yaitu berada pada nilai 1.198 sehingga dilihat dari faktor kestabilan memenuhi syarat untuk melanjutkan tahap perancangan *dual stage PA*.



Gambar 8. Simulasi Kestabilan Single Stage PA

**b. Simulasi S21 dan S11**

Simulasi  $S_{21}$  dan  $S_{11}$  dilakukan untuk mengetahui besar *gain* dan *return loss* yang dihasilkan dari rancangan *single stage PA*. Gambar 4.11 menunjukkan grafik  $S_{21}$  berwarna biru dengan *gain* pada frekuensi 135 MHz sebesar 20.692 dB dan *return loss* sebesar -35.417 dB.

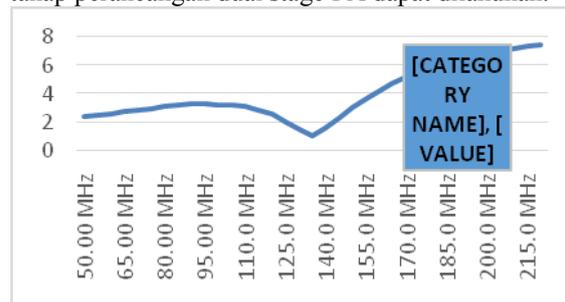


Gambar 9. Simulasi  $S_{21}$  dan  $S_{11}$  Single Stage PA

Untuk grafik input return loss digambarkan dengan warna biru didapatkan nilai dari  $S_{11}$  pada frekuensi 135 MHz sebesar -11.087 dB. Dengan melihat nilai  $S_{21}$  dan  $S_{11}$  diatas maka memenuhi syarat untuk melanjutkan perancangan *dual stage PA*.

**c. Simulasi VSWR**

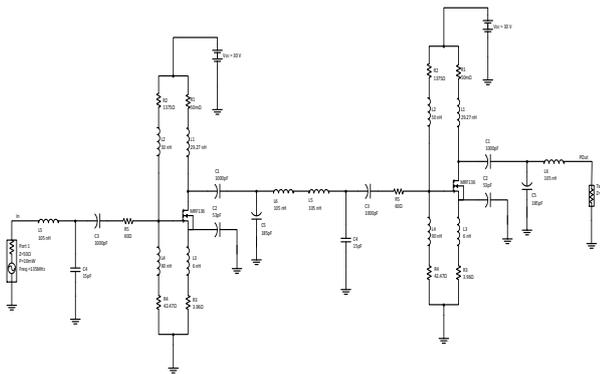
Simulasi VSWR ini dilakukan untuk mengetahui nilai *VSWR input* dan *VSWR output* rangkaian *single stage PA* pada frekuensi tengah yaitu 135 MHz. Gambar 4.12 menunjukkan nilai VSWR pada setiap frekuensi dalam bandwidth. Garis warna merah menunjukkan grafik VSWR keluaran dan grafik warna biru menunjukkan grafik VSWR masukan. VSWR single stage PA pada frekuensi 135 MHz sebesar 1.034. Dilihat dari nilai VSWR tersebut maka rangkaian dinyatakan *matching* sehingga akan memudahkan perancangan dual stage PA. Dilihat dari nilai VSWR pada frekuensi tengah ini maka tahap perancangan dual stage PA dapat dilakukan.



Gambar 10. Grafik Data VSWR Single Stage PA

**2. Perancangan Dual Stage PA**

Perancangan *single stage PA* telah sesuai dengan syarat untuk melanjutkan tahap ke perancangan *dual stage PA*. Pada tahapan ini dirancang *dual stage PA* dengan cara menggabungkan *single stage PA* yang telah dirancang menjadi dua tingkat (cara konvensional). Penambahan tersebut dilakukan dengan cara bagian keluaran single stage pertama digabungkan dengan masukan PA stage kedua. Perancangan ini tidak perlu melakukan *matching impedance* lagi karena VSWR yang dihasilkan oleh *single stage PA* telah *matching*, diidentifikasi dengan nilai VSWR masukan dan keluaran bernilai satu.

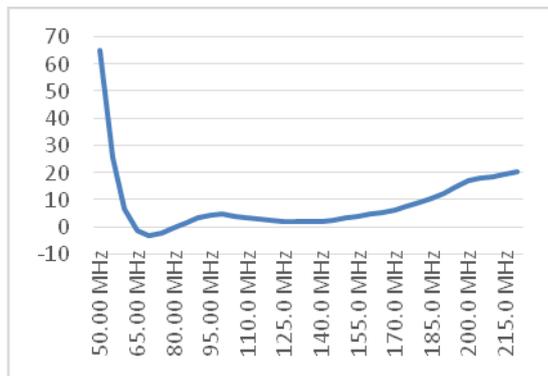


Gambar 10. Skematik Diagram *Dual Stage PA*

Dalam bagian ini akan dibahas simulasi rancangan *dual stage PA* yang telah dirancang. Simulasi ini dilakukan pada parameter-parameter spesifikasi *dual stage PA* yang telah ditentukan sebelumnya.

**a. Simulasi Kestabilan**

Simulasi ini dilakukan untuk memastikan rangkaian *dual stage* berada pada kondisi *unconditionally stable*. Gambar 11 memperlihatkan grafik nilai kestabilan dari frekuensi 135 MHz. Data tersebut didapatkan dengan melakukan perhitungan *rollet stability*. Grafik tersebut menunjukkan nilai  $K > 1$  yaitu berada pada nilai 1.90. Nilai kestabilan *dual stage PA* lebih tinggi dibandingkan dengan kestabilan pada rangkaian *single stage PA* disebabkan karena bertambahnya nilai resistansi dan terjadi peningkatan arus yang signifikan pada arus kolektor-emiter. Hasil secara keseluruhan nilai kestabilan  $k > 1$ . Dilihat dai data tersebut maka rancangan *dual stage PA* dengan frekuensi 135 MHz berada pada kondisi *unconditionally stable*. Nilai tersebut menandakan rancangan *dual stage* sesuai dengan spesifikasi rancangan.

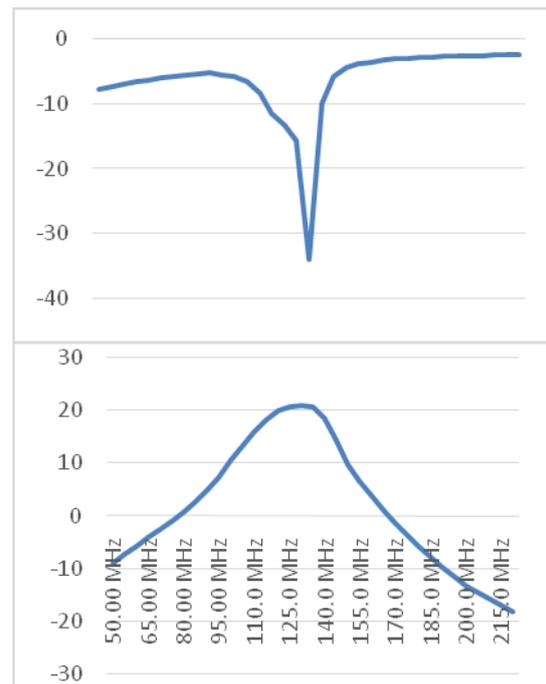


Gambar 11. Simulasi Kestabilan *Dual Stage PA*

**b. Simulasi  $S_{21}$  dan  $S_{11}$**

Simulasi *gain* dan *return loss* ini diperlihatkan pada gambar 12. Data diambil dengan melakukan perhitungan menggunakan scattering parameter *dual stage PA*. Perhitungan  $S_{21}$  dengan menggunakan rumus  $S(2,1) = 20 \log |S_{21}|$  dan untuk perhitungan  $S_{11}$  menggunakan rumus  $S(1,1) = 20 \log |S_{11}|$ . Nilai  $S_{21}$  *dual stage* pada frekuensi 135 MHz sebesar 20.69 dB naik sebesar 10.35 dB dari *single stage PA*. Untuk nilai  $S_{11}$  *dual stage PA* pada frekuensi 135 MHz sebesar -35.41 dB *single stage PA*. Dilihat data tersebut maka rancangan *dual stage PA* telah memenuhi spesifikasi

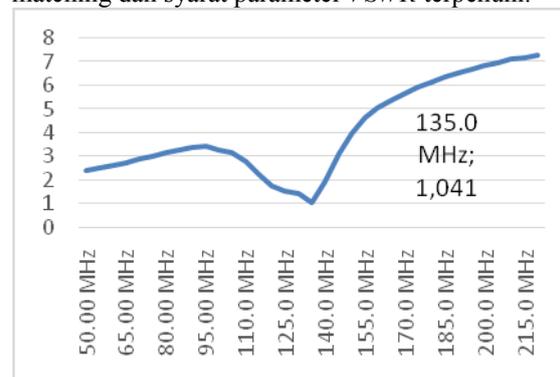
rancangan dengan *input return loss* < -10 dB dan *forward voltage gain* > 10 dB.



Gambar 12. Grafik  $S_{11}$  dan  $S_{21}$  *Dual Stage PA*

**c. Simulasi VSWR**

Simulasi simulasi *Voltage Standing Wave Ratio* bertujuan untuk memeriksa frekuensi tengah dalam kondisi *matching*. Gambar 13 menggambarkan grafik data *VSWR* tiap frekuensi, *VSWR* ini dihasilkan dengan menggunakan perhitungan. Dari data tersebut pada frekuensi tengah dihasilkan *VSWR* sebesar 1.034. Dari data tersebut dipastikan pada frekuensi tengah 135 MHz telah *matching* dan syarat parameter *VSWR* terpenuhi.



Gambar 13 Grafik *VSWR Dual Stage PA*

**d. Interpretasi Hasil Uji Coba Rancangan**

Interpretasi dari hasil uji coba perancangan *dual stage power amplifier* pada *transmitter VHF dittel portable* yang bekerja di frekuensi 135 Mhz sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Rancangan

No.	Hasil Uji Coba Perancangan	
1.	Frekuensi	135 MHz
2.	Gain Single	10.354 dB
3.	Gain Dual	20.692 dB
4.	RL Single	-35.417 dB
5.	RL Dual	-33.891 dB

6.	Kestabilan Single	1.198
7.	Kestabilan Dual	1.901
8.	VSWR Single	1.033
9.	VSWR Dual	1.043
10.	Power Output	40 Bm / 10 W

#### IV. PENUTUP

##### A. Kesimpulan

Power amplifier ini dirancang bekerja pada kelas A telah berhasil dan sesuai dengan kriteria perancangan yang diinginkan. *Power amplifier* ini telah mencapai kondisi stabil atau *unconditional stable*. Parameter kestabilannya telah bernilai lebih besar satu ( $K > 1$ ). Hal ini menandakan bahwa *power amplifier* telah mencapai kondisi stabil. Dengan demikian *power amplifier* ini tidak akan mengalami osilasi. Rangkaian power amplifier yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang di usulkan yaitu pada frekuensi 135 Mhz dengan Gain (20.69 dB), Return Loss (-33.89), VSWR (1.034), Kestabilan  $> 1$  dan Power Output (40 dBm/10 Watt).

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ICAO, Annex 10 Vol III, Communication System, 2<sup>nd</sup> Edition, ICAO, 2007, p. II-2-1
- [2] ATKP Medan, *Modul Radio Aid Navigation 1*, 2012
- [3] Bhargava, Anurag. Prasath, S Deepak Ram. Periyasamy, V. Raju, S & Abhaikumar, V (2008). *Advance Design System 2009*. Madurai, India : Thiagarajar College of Engineering (TCE)
- [4] Boylestad, Robert L & Nashelsky, Louis. *Electronic Devices And Circuit Theory 10<sup>th</sup> Edition*. : Pearson International
- [5] Erwin Sugiono, *Perancangan Dual Band High Power Amplifier Untuk Mobile Wimax dan LTE Pada Frekuensi 2.35 GHz dan 2.65 GHz*, Depok, Skripsi UI, 2011
- [6] ICAO, Annex 10 Vol III, *Communication System*, 2<sup>nd</sup> Edition, ICAO, 2007
- [7] Malvino, Albert Paul. (2003). *Prinsip-Prinsip Elektronika*. (Santoso, Joko. Terjemahan). Jakarta: Salemba Teknik. Buku asli diterbitkan tahun 1999
- [8] Manual Book VHF Dittel, Edisi 10, German, 2010
- [9] Ridho, David (2009). *Perancangan High Power Amplifier Untuk Mobile Wimax Frekuensi 2.3 GHz*, Depok, Skripsi UI. 2009

# Sistem Klasifikasi Jenis Kendaraan Melalui Teknik Olah Citra Digital

Bagus Pribadi<sup>1</sup>, Muchammad Naseer<sup>2</sup>

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Teknik Komputer, STMIK STIKOM Bali

Jln Raya Puputan No 86 Renon, Denpasar, Bali

<sup>1</sup> [ardiekom@yahoo.com](mailto:ardiekom@yahoo.com), <sup>2</sup> [naseer@stikom-bali.ac.id](mailto:naseer@stikom-bali.ac.id)

**Abstrak** – Salah satu usaha pemerintah dalam mengurangi kemacetan adalah dengan menetapkan jalur-jalur khusus yang hanya boleh dilalui kendaraan bermotor roda dua, empat atau lebih, ada pula kebijakan waktu-waktu khusus yang harus ditaati oleh pengendara truk besar, truk gandeng, bus besar dan lainnya. Namun yang terjadi di lapangan, banyak terjadi pelanggaran yang berawal dari ketidaktahuan pengendara mengenai aturan dan alasan lainnya. Sebagai contoh di tol yang baru dioperasikan di pulau Bali, banyak pengendara motor yang sangat sering melakukan pelanggaran jalur masuk ke tol tersebut, untuk itu dibutuhkan sebuah sistem klasifikasi kendaraan bermotor yang nantinya dapat digunakan untuk memperingati pengendara yang berkendara tidak pada tempatnya. Penelitian ini membahas mengenai perancangan dan pembangunan sistem untuk klasifikasi jenis kendaraan berdasarkan ukurannya. Teknik pengolahan citra digital didukung dengan Java serta menggunakan framework CV (Computer Vision) untuk mengolah data citra digital. Data yang digunakan adalah data video yang diambil melalui rekaman kamera, dapat melalui kamera CCTV maupun kamera digital biasa. Data citra bergerak atau video tersebut diolah melalui sistem yang akan dibangun ini, dimana proses awal adalah proses pengambilan per frame dari video, sehingga didapatkan sebuah gambar berurutan. Setelah proses tersebut dilakukan pendeteksian tepi yang pada akhirnya akan didapatkan ukuran kendaraan dan dapat diklasifikasikan jenis kendaraan tersebut.

**Kata kunci** : Sistem cerdas, Klasifikasi kendaraan, Thresholding

**Abstract** – One of the government's effort to reduce congestion is to establish special channels that can only be passed by two-wheeled vehicle, four or more, there is also a policy of special times that must be obeyed by motorists big trucks, trailer trucks, buses and other large. But what happens on the field, many violations that originated from motorists ignorance about the rules and other reasons. For example, in the newly operated toll on the island of Bali, many bikers are very often breach the entrance to the toll road, for it takes a motor vehicle classification system that can be used to mark the motorists who drive are not in place. This study discusses the planning and construction of the system for the classification of types of vehicles by size. Digital image processing techniques supported by Java and frameworks CV (Computer Vision) for processing the digital image data. The data used is data captured by the video camera recordings, can be through CCTV cameras and regular digital cameras. Moving image or video data is processed through the system to be built, where the initial process is the process of taking a frame of video, so we get an image sequence. After the process is done edge detection that will ultimately obtained can be classified vehicle size and type of the vehicle.

**Keywords** : intelligent system, vehicle classification, thresholding

## I. PENDAHULUAN

Belakangan, pemerintah cukup disusahkan dengan jenis-jenis kendaraan yang berjalan tidak pada jalurnya, sebagai contoh kendaraan roda dua yang telah disiapkan jalur khusus, sering kali ditemukan mengambil jalur untuk kendaraan roda empat atau kendaraan umum. Contoh lain adalah tol yang baru saja dibangun dan dioperasikan di pulau Bali, sering kali pengendara kendaraan roda dua memasuki jalur kendaraan roda empat, yang tentu saja mengganggu lalu lintas. Ada pula kebijakan waktu-waktu khusus yang harus ditaati oleh pengendara truk besar, truk gandeng, bus besar dan lainnya. Namun yang terjadi di lapangan, banyak terjadi pelanggaran yang berawal dari ketidaktahuan pengendara mengenai aturan dan alasan lainnya. Sebagai contoh di

tol yang baru dioperasikan di pulau Bali, banyak pengendara motor yang sangat sering melakukan pelanggaran jalur masuk ke tol tersebut, Hal tersebut sebenarnya dapat diantisipasi dengan menyediakan petugas yang mengarahkan, namun penempatan petugas tentu saja kurang efektif karena bisa saja ketika petugas lengah, ada kendaraan yang menerobos masuk. Untuk itu dibutuhkan sebuah sistem klasifikasi kendaraan bermotor yang nantinya dapat digunakan untuk memperingati pengendara yang berkendara tidak pada tempatnya.

Dengan perkembangan teknologi informasi, hal tersebut dapat ditangani dengan sistem yang terhubung dengan beberapa kamera di beberapa titik. Kamera berfungsi untuk merekam dan memantau aktifitas pengendara, dan dapat disediakan sebuah computer untuk menganalisa dan mengolah data video yang dihasilkan oleh kamera tersebut. Pengolahan video tersebut

bermanfaat untuk mengetahui ukuran kendaraan yang melewati ruas jalan tertentu, sehingga dapat diketahui atau diklasifikasi jenis kendaraan yang lewat. Kamera yang digunakan dapat berupa kamera CCTV yang memiliki kualitas video yang cukup baik, serta sudut pengambilan gambar juga harus tepat, supaya mendapatkan gambar yang optimal. Sistem ini dikembangkan untuk pemantauan arus lalu lintas dengan cara melakukan klasifikasi kendaraan yang melewati ruas jalan tertentu secara realtime menggunakan teknik pengolahan citra.

II. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kegiatan yaitu pengambilan data dan pengolahan data. Pengambilan data adalah hal yang dilakukan pertama kali, setelah itu data yang sudah diambil diolah menggunakan aplikasi.

A. Pengambilan data

Tahap pengambilan data, menggunakan kamera CCTV dengan resolusi 1600 x 1200 piksel, dan format video yang diambil dari CCTV yaitu .mp4. Untuk penempatan CCTV juga sangat berpengaruh, untuk hasil yang lebih baik, CCTV harus ditaruh di tengah, misalkan di jembatan penyebrangan. Tujuannya supaya objek yang diteliti, sepenuhnya terlihat.

B. Pengolahan data

Tahap pengolahan merupakan tahap inti dari sistem yang akan dirancang. Tahap pengolahan dibagi menjadi beberapa proses

1. Tahap deteksi area

Pada tahap ini, video yang sudah didapat tersebut dibuatkan area, area yang dibuatkan ada dua yaitu area pertama dan area ke dua. Tujuannya agar sistem hanya mengolah data yang ada didalam area tersebut, yang diluar area tidak akan dideteksi oleh sistem. Area ini juga digunakan untuk menentukan kecepatan kendaraan.

2. Tahap segmentasi

Tahap ini yaitu melakukan pemisahan objek dengan latar belakang (background). Proses pada tahap segmentasi adalah membaca frame pertama dan menganggap sebagai background frame, konversi background frame ke grayscale dan set nilai dari threshold. Proses tersebut dilakukan untuk frame pertama, dan untuk frame berikutnya yaitu frame ke dua dan seterusnya sampai frame terakhir yaitu pada tahap segmentasi, video yang sudah di konversi ke gambar (berupa frame), dibaca oleh sistem, kemudian konversi frame tersebut ke grayscale, setelah dikonversi, temukan perbedaan frame yang dibaca dengan frame sebelumnya. Setelah itu klasifikasi piksel apakah itu objek atau background, jika nilai objek lebih besar dari threshold maka piksel tersebut adalah objek dan simpan didalam objek vektor array baru, jika lebih kecil atau sama dengan nilai threshold maka nilai vector array adalah nol. Proses tersebut terus dilakukan sampai frame terakhir.

3. Tahap ekstraksi fitur

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan tepi dan sudut dari object di setiap frame. Tahap ekstraksi fitur ini dengan membaca frame gambar, kemudian gambar tersebut harus sudah dirubah ke grayscale, setelah itu

masuk ke tahap deteksi tepi canny, jika tahap deteksi canny selesai akan didapatkan garis tepi dari objek tersebut. Setelah deteksi tepi canny selesai, lakukan proses morfologi, yaitu dilasi dan erosi, fungsi dari proses morfologi ini supaya memudahkan dalam melakukan placakan objek, setelah proses morfologi selesai, dilakukan proses cropping lokasi objek bisa dilakukan. Cropping objek berbentuk kotak. Dari proses cropping ini akan dipakai untuk mengklasifikasi kendaraan.

4. Tahap deteksi objek

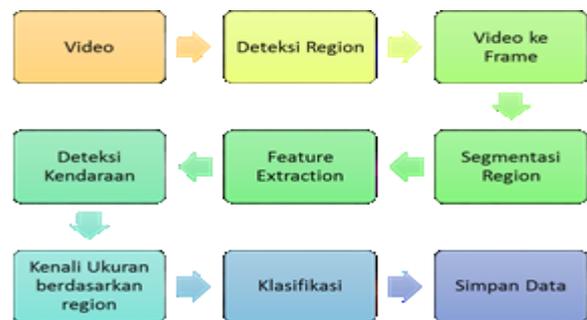
Deteksi objek dilakukan dengan mengekstraksi fitur setiap objek. Berdasarkan dimensi dari setiap objek ini memiliki fitur khusus. metode diterapkan dalam penelitian ini adalah optical flow, yang digunakan untuk mendeteksi dan menunjukkan objek di setiap frame. Dalam metode ini, piksel dihitung berdasarkan pada posisi vektor dan itu dibandingkan dalam frame berikutnya untuk posisi piksel tersebut. Secara umum gerakan adalah sesuai dengan vektor posisi piksel.

Perhitungan dengan optical flow didasarkan pada dua asumsi :

Kecerahan dari setiap titik objek konstan setiap waktu. Gerakan gambar di setiap frame berubah secara bertahap dari waktu ke waktu. Misalkan kita memiliki sebuah gambar yang bergerak secara real time,  $f(x, y, t)$  merujuk kepada tingkat keabu-abuan  $(x, y)$  di waktu  $t$ .

- a. Asumsi masing-masing piksel bergerak tetapi tidak merubah intensitas
- b. Piksel di lokasi  $(x, y)$  di frame1 adalah piksel pada  $(x + \Delta x, y + \Delta y)$  di frame2.
- c. Optical flow mengaitkan perpindahan vektor dengan setiap piksel.

Pelacakan objek mengacu pada proses menelusuri objek bergerak dalam setiap frame. Tugas pelacakan dilakukan oleh ekstraksi fitur objek dalam frame dan menemukan objek dalam urutan frame. Dengan menggunakan nilai-nilai lokasi objek di setiap frame dengan menggunakan metode optical flow, kita dapat menentukan posisi dari objek tersebut. Alur sistem secara umum tergambar pada gambar berikut:



Gambar 2.1 Diagram umum aplikasi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menerangkan mengenai pengujian sistem traffic counting dan classification system kendaraan dan akan dibandingkan dengan pengamatan sebenarnya, dimana akan diketahui tingkat keakuratan dari metode yang digunakan.

A. Implementasi sistem

Hasil eksperimen dilakukan dengan menggunakan teknologi computer vision. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini :

1. NetBeans IDE 7.3
2. JDK 1.7
3. OpenCV 2.4.0
4. javaCV 0.1

Untuk mengetahui performa dari sistem ini, maka dibutuhkan pengujian dengan cara pengambilan data. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data berupa video yang berisi kondisi jalan dengan resolusi 1600 x 1200 piksel dimana durasi video 1 menit 10 detik. Sedangkan mesin pengolah yang digunakan adalah sebuah komputer dengan spesifikasi :

1. Processor Intel Dual Core @ 2.00 GHz
2. Memory 3072 mb
3. VGA Card Mobile Intel(R) 4 Series Express Chipset Family sebesar 1325 mb

B. Pengujian keakuratan pendeteksian kendaraan dan mengklasifikasi kendaraan

1. Tahap segmentasi

Pada tahap ini akan dilakukan proses segmentasi yaitu memisahkan objek dan latar belakang dengan menggunakan perbedaan frame. Tahap awal dari proses segmentasi adalah menganggap frame pertama sebagai background frame, kemudian mencari nilai threshold, untuk mencari nilai threshold dilakukan dengan membuat citra histogram. setelah didapatkan nilai threshold lakukan pengecekan dengan frame berikutnya, proses tersebut dilakukan berulang kali sampai frame terakhir. Hasil dari proses segmentasi :



Gambar 1. Hasil dari proses segmentasi

Dari hasil segmentasi, akan terdapat daerah – daerah yang dianggap sebagai gangguan. Biasanya daerah gangguan tersebut berukuran kecil. Untuk menghilangkannya dilakukan proses smoothing menggunakan gaussian smoothing. Gaussian smoothing atau sering disebut gaussian blur tersebut akan memblurkan suatu daerah yang tidak diperlukan, caranya dengan melihat daerah disekitar dari daerah tersebut, daerah mana yang lebih dominan kemudian daerah gangguan tersebut akan diblurkan sehingga daerah tersebut menyerupai daerah disekitarnya. Hasil dari proses gaussian smoothing :



Gambar 2. Hasil dari proses segmentasi setelah smoothing

2. Tahap ekstraksi fitur

Dalam melakukan pendeteksian objek bergerak ekstraksi fitur memainkan peran yang sangat penting, dalam penelitian ini menerapkan algoritma canny . Citra hasil dari proses segmentasi akan diproses lebih lanjut untuk mendapatkan tepian dari objek tersebut. Fungsi mendapatkan tepian objek adalah untuk mengetahui luasannya sehingga memudahkan dalam proses klasifikasi. Langkah-langkah dari proses deteksi tepi canny adalah pertama kali dilakukan penghalusan (smoothing) citra untuk menghilangkan noise dengan melakukan Gaussian Filter. Setelah itu dilakukan pencarian gradient citra, untuk melihat daerah-daerah yang memiliki turunan spasial yang tinggi. Dari proses tersebut akan terlihat mana daerah yang memiliki perbedaan warna. Kemudian dilakukan Non-maximum Suppression, yaitu menghilangkan nilai-nilai yang tidak maksimum dan menghilangkan setiap piksel yang tidak maksimum. Setelah itu dilakukan proses hysteresis dengan menggunakan dua nilai threshold. Threshold Bila magnitude ada dibawah threshold pertama maka titik tersebut akan diset menjadi nol, jika magnitude berada diatas threshold kedua maka termasuk edge. Bila magnitude berada diantara maka diset menjadi 0 kecuali path dari titik tersebut ke titik yang memiliki magnitude diatas nilai threshold kedua. Hasil dari deteksi tepi canny dan segmentasi yang sudah dilakukan sebelumnya.



Gambar 3. Hasil dari proses deteksi tepi canny dan segmentasi

3. Tahap pelacakan

Untuk melakukan pelacakan objek kendaraan dilakukan dengan cropping objek berbentuk kotak. Proses sebelumnya yaitu tahap segmentasi dan ekstraksi fitur, garis tepian yang terdapat pada objek belum sempurna, sehingga masih terdapat celah-celah dari tepian objek tersebut, sehingga jika dilakukan proses klasifikasi, satu objek dibaca lebih dari satu. Oleh karena itu, pada tahap ini akan dilakukan proses lagi yang dinamakan proses morfologi. Proses morfologi akan menutupi celah-celah tepian objek sehingga didapatkan suatu seperti gumpalan yang akan memudahkan dalam melakukan pelacakan dan mengklasifikasi objek kendaraan. Hasil dari proses

morfologi untuk pelacakan dan mengklasifikasi objek kendaraan.



Pelacakan objek dan klasifikasi

4. Tahap deteksi objek dan klasifikasi kendaraan

Untuk melakukan klasifikasi kendaraan, yang perlu dilakukan adalah mengetahui setiap objek atau mendeteksi setiap objek, yang mana objek A, objek B, objek C dan seterusnya, karena setiap frame akan terlacak objek tersebut, tetapi dianggap berbeda, sehingga jumlah kendaraan akan bertambah terus padahal masih objek yang sama. sehingga diperlukan pendeteksian setiap objek tersebut.

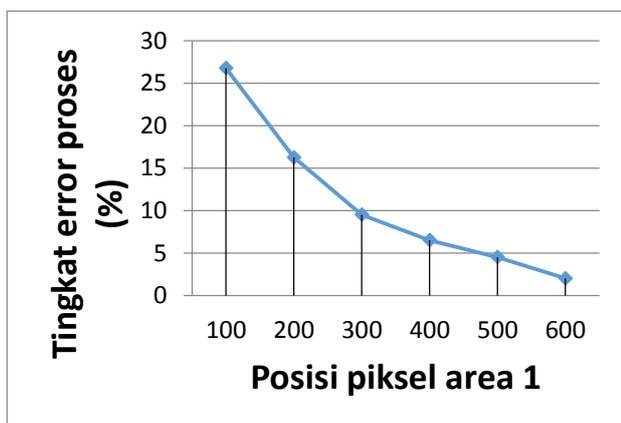
Dari hasil yang didapat dalam pengujian sistem tersebut akan dilihat tingkat error dari setiap frame, dimana dalam pengujian ini diambil sampel 400 frame, dan akan diteliti jumlah dan persentase error. Rumus untuk mendapatkan persentase error :

$$\frac{\text{jumlah frame error}}{\text{jumlah frame diuji}} \times 100\%$$

No.	Posisi area 1	Jumlah error perframe	Persentase error
1	100	107	26,75 %
2	200	65	16,25 %
3	300	38	9,5 %
4	400	26	6,5 %
5	500	18	4,5 %
6	600	8	2 %

persentase tingkat error untuk tahap counting

Tabel diatas menunjukkan pengurangan tingkat error terjadi ketika posisi piksel yang diambil semakin besar.



Grafik tingkat error proses klasifikasi

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- Sistem mampu mendeteksi dan mengklasifikasi jenis kendaraan dengan tingkat akurasi yang berbeda untuk jarak tertentu.
- Ketika posisi piksel area pertama semakin dekat dengan area kedua yaitu dengan menambahkan posisi piksel pertama, hasil yang didapatkan semakin baik, karena terlihat ada celah antara kendaraan satu dengan lainnya.
- Posisi CCTV sangat mempengaruhi hasil dari penelitian ini, dimana posisi CCTV lebih bagus ditaruh di tengah dan semakin tinggi semakin bagus, sampai batas terlihat kendaraan, karena jika semakin tinggi celah antara kendaraan akan terlihat dan objek yang dideteksi semakin kecil sehingga proses akan semakin cepat.

2. Saran

Penelitian ini menggunakan sampel kendaraan pada siang hari, dan dapat diperpanjang dengan menggunakan Artificial Intelligent dan Fuzzy logic. Teknik ini dapat menangani inkonsistensi segmentasi objek dan pelacakan bahkan ketika kualitas video rendah. Disarankan pula untuk pengembangan pada kondisi macet dan pada malam hari, kemudian menghilangkan noise pada saat kondisi hujan atau mendung, dengan menambahkan bayesian (OFTBB).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lien Cheng-Chang and Tsai Ming-Hsiu, Real-Time Traffic Flow Analysis without Background Modeling, Journal of Information Technology and Applications Vol. 5, No. 1, pp. 1-14 2011
- [2] Revathi R. And Hemalatha M. , Certain Approach of Object Tracking using Optical Flow Techniques, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 53– No.8, September 2012.
- [3] Catalano Giuseppe, Gallace Alessio, Kim Bomi and Pedro Sergio (March 23, 2009), Optical flow, URL : <http://www.cvmt.dk/education/teaching/f09/VGIS8/AIP/opticalFlow.pdf> , akses terakhir 25 Februari 2013
- [4] Raharjo Budi, Tuntunan Pemrograman Java untuk Handphone, Informatika Bandung, 2007
- [5] Huang Chung-Hsien, Video-based Traffic Analysis System Using a Hierarchical Feature Point Grouping Approach, First International Conference on Robot, Vision and Signal Processing, 2011
- [6] Zhou Jianwei and Lu Kefeng, Real-time Optical Flow-Based Motion Tracking, Course Instructor: Professor Deepa Kundur, <http://www.comm.utoronto.ca/~dkundur/course/real-time-digital-signal-processing/>, akses terakhir 25 Februari 2013

- 
- [7] Gerstmayr Lorenz, An Improvement of the Lucas-Kanade Optical-Flow Algorithm for every Circumstance, Computer Engineering Group Faculty of Technology University of Bielefeld, 5 august 2008
- [8] Winarno Edy , Aplikasi Deteksi Tepi pada Realtime Video menggunakan Algoritma Canny Detection, Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume 16, No.1, Januari 2011
- [9] Chen Zhiwen, Cao Jianzhong, Tang Yao, and Tang Linao, Tracking of Moving Object Based on Optical Flow Detection, International Conference on Computer Science and Network Technology, 2011
- [10] Kumar Y Senthil, Canny Edge Detection Implementation on TMS320C64x/64x+ Using VLIB, Texas Instruments Incorporated, November 2009
- [11] JunFang Song, Aning Bai, and Ru Xue, A Reliable Counting Vehicles Method In Traffic Flow Monitoring, International Congress on Image and Signal Processing, 2011
- [12] Center of Studies in Resource Engineering, India Institue oh Technology, GaussianBlur, <http://www.csre.iitb.ac.in/~avikb/GNR401/Gaussian%20Blur.pdf>

# Remote Terminal Unit (RTU) SCADA Pada Jaringan Tegangan Menengah 30 KV

Didik Aribowo<sup>1</sup>, M.Otong<sup>2</sup>, Radiyanto<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Jl. Jenderal Sudirman Km. 3 Cilegon-Banten 42435

<sup>1</sup>aribowo82@yahoo.co.id, <sup>2</sup>m\_otong@gmail.com, <sup>3</sup>radyanto\_ckck@ymail.com

**Abstrak** – Perkembangan perindustrian di Indonesia yang semakin pesat dari waktu ke waktu menyebabkan kebutuhan akan energi listrik ikut meningkat. Peningkatan jumlah energi listrik yang dibutuhkan harus sejalan dengan pasokan energi yang dihasilkan oleh pusat pembangkit listrik. Pembangkit listrik tenaga uap merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang banyak terdapat di Indonesia. Proses pembangkitan energi listrik yang terjadi cukup panjang dari proses pembuatan sampai pada proses distribusi kepada konsumen. Oleh karena itu, dengan adanya teknologi yang semakin berkembang didalam proses yang panjang tersebut dibangun sebuah sistem yang dapat berfungsi untuk monitoring, kendali dan akuisisi data secara realtime. Misalnya dengan menggunakan sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Penerapan sistem SCADA PT. Krakatau Daya Listrik pada sistem kelistrikan akan secara otomatis meningkatkan tingkat pemahaman para dispatcher, mengenai sistem kelistrikan. Sistem SCADA terdiri dari Master Station (MS), Remote Terminal Unit (RTU) dan Saluran Komunikasi antar Master Station dan RTU. Sistem SCADA pada jaringan listrik memerlukan Remote Terminal Unit (RTU) yang dipasang pada Pusat Pembangkit listrik dan GI. RTU merupakan unit pengawas langsung dan juga merupakan unit pelaksana operasi dari pusat kontrol (Master Station) sehingga dengan adanya RTU ini memungkinkan Master Station mengumpulkan data dan melaksanakan kontrol. Sistem SCADA pada PT. Krakatau Daya Listrik memiliki beberapa macam RTU. RTU disusun oleh: modul CPU & Memory, modul Digital Input, modul Digital Output, modul Analog Input, modul Analog Output, modul Watchdog, dan modul Power Supply.

**Kata kunci** : Pembangkit Listrik, Peralatan Tegangan Tinggi, Sistem Jaringan Listrik, SCADA, Modul RTU

**Abstract** – Industrial developments in Indonesia, which grew rapidly over time causing the need for electrical energy increases. Increasing the amount of electrical energy required should be in line with the supply of energy generated by the power station. Steam power plant is one type of power plant that is widely available in Indonesia. Electric energy generation process that occurs quite long from the manufacturing process until the process of distribution to consumers. Therefore, with the technology that is growing in a long process that built a system that can function for monitoring, control and data acquisition in realtime. For example, by using a SCADA system (Supervisory Control And Data Acquisition). Application of SCADA systems PT. Krakatau Daya Listrik on the electrical system will automatically increase the level of understanding of the dispatcher, the electrical system. The SCADA system consists of Master Station (MS), Remote Terminal Unit (RTU) and Channel Communication between Master Station and RTU. The SCADA system of the electricity grid requires a Remote Terminal Unit (RTU) attached to the power plant and GI Centre. RTU is the direct supervisor unit and also the implementing unit of the operation control center (Master Station) so that with this RTU allows Master Station to collect data and carry out controls. SCADA system at PT. Krakatau Daya Listrik have some kind of RTU. RTU composed by: CPU & Memory modules, modules Digital Input, Digital Output modules, modules Analog Input, Analog Output module, module Watchdog, and Power Supply module.

**Keywords** : Power, High Voltage Equipment, Electrical Network Systems, SCADA, RTU Modules

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia saat ini semakin pesat. Perkembangan ini tidak dapat dipisahkan dari sumber daya manusia dan sumber daya alam yang ada di Indonesia. Sumber daya manusia yang semakin maju membuat teknologi yang ada pun semakin berkembang. Perkembangan teknologi ini pun menyebabkan

kebutuhan manusia akan energi listrik pun meningkat. Peningkatan kebutuhan manusia akan energi listrik mendorong diciptakannya pembangkit energi listrik yang andal untuk memenuhi semua kebutuhan energi listrik.

Salah satu jenis pembangkit listrik yang ada di Indonesia saat ini adalah pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Proses pembangkitan energi listrik yang terjadi pada pembangkit listrik tenaga uap cukup panjang dari

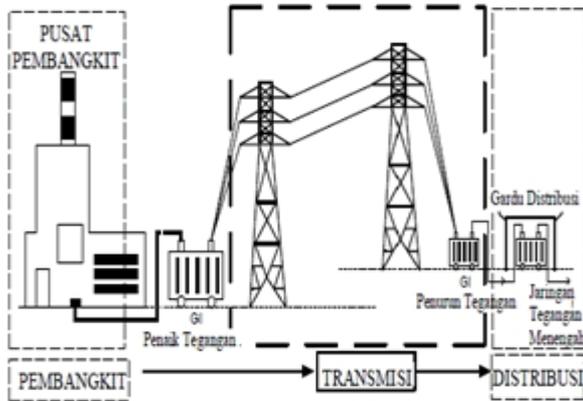
proses pembuatan sampai pada proses distribusi kepada konsumen. Oleh karena itu, dengan adanya teknologi yang semakin berkembang didalam proses yang panjang tersebut dibangun sebuah sistem yang berfungsi sebagai monitoring perangkat, database data secara realtime dan kendali pada alat-alat tersebut. Salah satu dari teknologi tersebut adalah SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Sistem ini merupakan salah satu sistem yang digunakan pada PLTU 400 MW PT. Krakatau Daya Listrik.

Berdasarkan fungsinya, sistem ini merupakan bagian yang sangat penting ketika sebuah PLTU melakukan operasi kerja. Hal yang harus diperhatikan dalam penerapan sebuah sistem ini antara lain sistem minimum pada perangkat yang digunakan, instalasi pada sistem, komunikasi data antar perangkat. Komunikasi antar perangkat dalam sebuah sistem merupakan suatu hal penting ketika sistem bekerja. Hal ini diutamakan agar data yang dibutuhkan tidak mengalami keterlambatan informasi dan eksekusi ketika terjadi suatu permasalahan.

II. TINJAUAN TEORI

2.1. Sistem Jaringan Distribusi

Ada tiga bagian penting dalam proses penyaluran tenaga listrik, yaitu: Pembangkitan, Penyaluran (transmisi) dan distribusi seperti pada gambar berikut



Gambar 1 Komponen Utama Penyaluran Tenaga Listrik[9] (Sumber : Kelompok Bidang SCADA Standarisasi Direksi PT. PLN (Persero), 2006)

Tegangan sistem distribusi dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian besar, yaitu distribusi primer (20kV) dan distribusi sekunder (380/220V). Jaringan distribusi 20kV sering disebut Sistem Distribusi Tegangan Menengah dan jaringan distribusi 380/220V sering disebut jaringan distribusi sekunder atau disebut Jaringan Tegangan Rendah 380/220V. (Sumber : Kelompok Bidang SCADA Standarisasi Direksi PT. PLN (Persero), 2006)

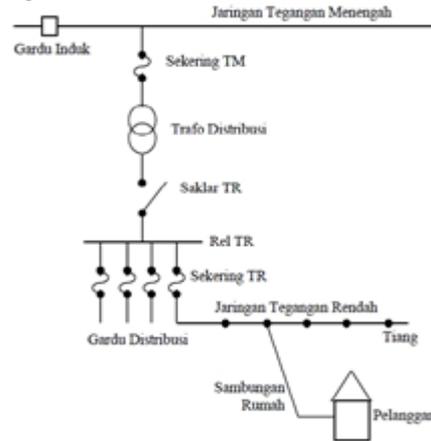
A. Jaringan pada Sistem Distribusi Primer

Jaringan pada Sistem Distribusi tegangan menengah (Primer 20kV) dapat dikelompokkan menjadi lima model, yaitu :

1. Jaringan Radial

Sistem distribusi dengan pola Radial adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada

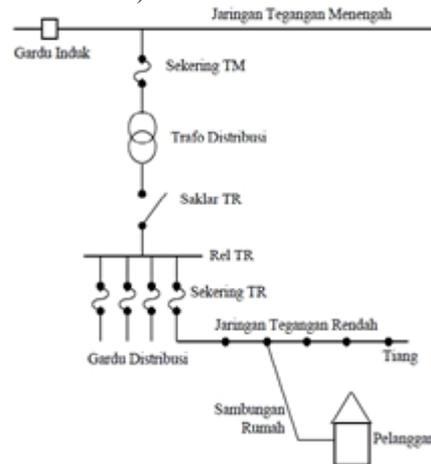
sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial.



Gambar 2. Konfigurasi Jaringan Radial [9] (Sumber : Bahan Ajar Modul Panel Busbar, 2003)

2. Jaringan Hantaran Penghubung (Tie Line)

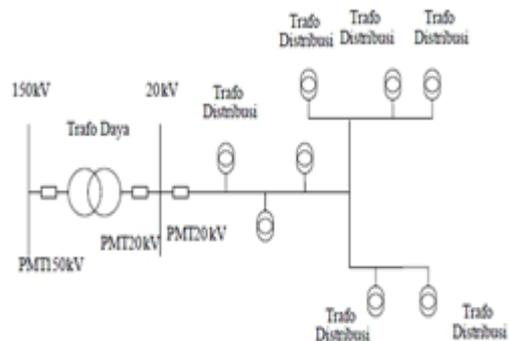
Sistem distribusi Tie Line digunakan untuk pelanggan penting yang tidak boleh padam (Bandar Udara, Rumah Sakit).



Gambar 3. Konfigurasi Jaringan Hantaran Penghubung[9] (Sumber : Bahan Ajar Modul Panel Busbar, 2003)

3. Jaringan Lingkar (Loop)

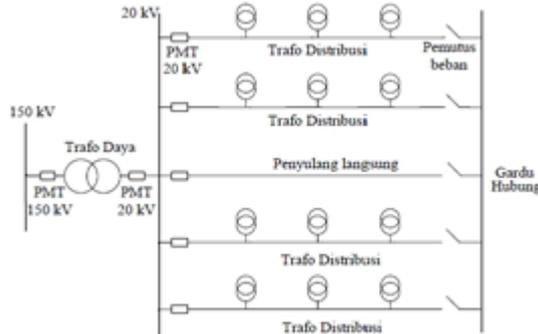
Pada Jaringan Tegangan Menengah Struktur Lingkaran (Loop). Dimungkinkan pemasokannya dari beberapa gardu induk, sehingga dengan demikian tingkat keandalannya relatif lebih baik.



Gambar 4. Konfigurasi Jaringan Lingkar (Loop) [9]  
(Sumber : Bahan Ajar Modul Panel Busbar, 2003)

4. Jaringan Spindel

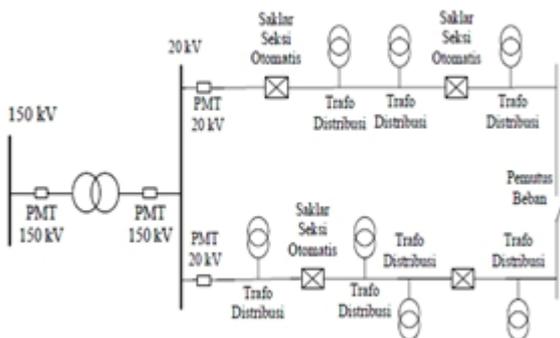
Sistem Spindel adalah suatu pola kombinasi jaringan dari pola Radial dan Lingkar. Spindel terdiri dari beberapa penyulang (feeder) yang tegangannya diberikan dari Gardu Induk dan tegangan tersebut berakhir pada sebuah Gardu Hubung (GH).



Gambar 5. Konfigurasi Jaringan Spindel[9]  
(Sumber : Bahan Ajar Modul Panel Busbar, 2003)

5. Jaringan Sistem Gugus atau Sistem Kluster

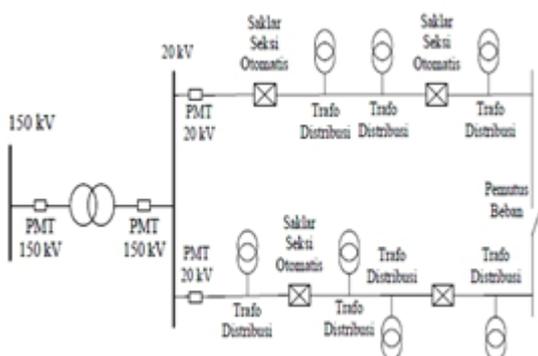
Konfigurasi Gugus banyak digunakan untuk kota besar yang mempunyai kerapatan beban yang tinggi. Dalam sistem ini terdapat Saklar Pemutus Beban, dan Penyulang Cadangan.



Gambar 6. Konfigurasi Sistem Kluster[9]  
(Sumber : Bahan Ajar Modul Panel Busbar, 2003)

B. Jaringan pada Sistem Distribusi Sekunder

Sistem distribusi sekunder merupakan salah satu bagian dalam sistem distribusi, yaitu mulai dari gardu trafo sampai pada pemakai akhir atau konsumen.



Gambar 7. Hubungan tegangan menengah ke rendah[9]  
(Sumber : Bahan Ajar Modul Panel Busbar, 2003)

2.2. Sistem Rel (Busbar)

Hasil produksi listrik yang dihasilkan dari turbin yang dikopel dengan generator sebelum disalurkan melewati saluran transmisi, energi listrik yang dihasilkan akan melalui rel pusat listrik atau yang disebut dengan busbar. Semua peralatan gardu induk dihubungkan dan mengelilingi busbar corak dasar dari hubungan rangkaian dalam gardu induk ditentukan oleh sistem busbar. Dalam sistem busbar terdapat jenis konfigurasi busbar seperti: busbar tunggal (single bus), busbar ganda (multiple bus) dan ring gelang (ring bus). Kadang-kadang busbar mungkin dapat dihilangkan sesuai dengan komposisi sistem tenaga listrik.

2.3. Sistem Pengontrolan Jaringan

SCADA merupakan sebuah sistem yang terdiri dari subsistem computer untuk melakukan pengawasan (Supervisory) dan pengendalian (Control) terhadap subsistem proses dengan melakukan pengumpulan data (Data Acquisition) melalui infrastruktur komunikasi data. Sistem SCADA memonitor dan mengontrol semua proses tersebut dengan mengumpulkan data melalui sensor pada fasilitas atau stasiun jarak jauh dan kemudian mengirimnya ke sistem komputer sentral yang akan mengatur operasi proses dengan menggunakan informasi yang telah dikumpulkan.

Ada beberapa manfaat diterapkannya system SCADA dalam suatu proses, antara lain :

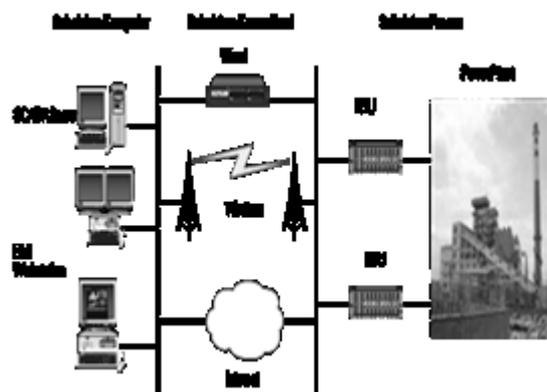
1. Mengakses nilai pengukuran dari proses-proses penting baik yang sedang berjalan ataupun yang telah lewat.
2. Mendeteksi dan memperbaiki masalah secepat mungkin (lebih cepat dalam melakukan analisa gangguan).
3. Melihat tren yang telah lalu.
4. Menemukan dan membatasi proses yang tersendat dan in-efisiensi (sebagai system pendukung dalam system pengambilan keputusan).
5. Mengurangi jumlah operator.

III. Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

3.1. Komponen Utama Sistem SCADA

Sistem SCADA terdiri dari 3 subsistem, yaitu:

1. Subsistem Komputer
2. Subsistem Komunikasi
3. Subsistem Proses



Gambar 8. Bagian – bagian Sistem SCADA[1]

A. Sistem SCADA Transmisi dan Distribusi  
 Fungsi sistem SCADA transmisi dan distribusi adalah untuk memonitoring parameter-parameter (arus, tegangan, daya, frekuensi, dll) yang ada pada jaringan listrik serta mengendalikan (remote on/off) circuit breaker dan trenner yang ada pada jaringan. Sampai dengan saat ini sistem SCADA sudah diaplikasikan pada[1] :

1. Feeder AH
2. Feeder AJ
3. Feeder AF
4. Feeder AL/AP
5. Feeder AM
6. Feeder AN
7. Feeder AE/AK

B. Bagian Utama Sistem SCADA  
 Berikut ini komponen-komponen SCADA transmisi dan distribusi[1] :

1. Antarmuka manusia mesin (Human Machine Interface)

HMI yang dipakai pada sistem SCADA PT.KDL adalah aplikasi SEEFOX yang berjalan pada sistem operasi LINUX Centos. Aplikasi ini hanya ditanam pada server. Adapun untuk menampilkan pada sisi client digunakan aplikasi telnet.

2. Unit terminal jarak jauh (RTU)  
 RTU yang dipakai memakai PLC Modicon Quantum sebagai CPU, PTQ sebagai protokol komunikasi dengan server, digital I/O untuk menerima input/memberikan perintah ke field, NOE sebagai I/O scanning dan EGX/ETG sebagai converter serial RS232 ke TCP.

3. Infrastruktur dan protokol komunikasi  
 Jaringan komunikasi fiber optic menjadi pilihan untuk komunikasi jarak jauh sedangkan komunikasi jarak dekat digunakan infrastruktur kabel (wire) baik kabel serial ataupun UTP. Adapun topologi jaringan yang dipakai adalah topologi bus pada level IED dan topologi ring pada level RTU serta client server. Protokol komunikasi modbus dipakai untuk komunikasi IED – RTU, IEC60870-5-104 digunakan untuk komunikasi RTU – server dan potokol TCP/IP digunakan untuk komunikasi client – server.

4. Supervisory Computer (Server)  
 Ada 4 buah server yang dipakai, 1 master server , 1 slave server untuk mem-back up master server apabila terjadi kegagalan. Master dan slave server ini berfungsi untuk mengolah data dan menampilkan data tersebut dalam bentuk gambar. 1 archi server yang berfungsi untuk menyimpan history dan 1 simu server yang bias digunakan untuk simulasi.

5. Sensor dan Relay control  
 Sensor yang dipakai adalah CT (current transformer) ataupun PT (potential transformer) sedangkan transducer dan relay control yang dipakai adalah Sepam (overcurrent, overvoltage, differential).

C. Arsitektur Sistem SCADA

Berikut ini bagian – bagian arsitektur sistem SCADA PT. Krakatau Daya Listrik[1]:

1. Server (CM, CS, Archi dan simu)
2. Sistem GPS
3. Operator workstation
4. Engineering workstation
5. RTU
6. Printer logger
7. Firewall dan
8. Printer laser untuk membuat laporan.



Gambar 9. Arsitektur SCADA PT. KDL[1]

3.2. Intelligent Electronic Devices (IED) PT. Krakatau Daya Listrik

Intelligent Electronic Devices (IED) adalah peralatan elektronik berbasis mikroprosesor yang memiliki fungsi tertentu untuk melakukan telekontrol, telemetering, telesignal, proteksi, dan meter energi. PT. Krakatau Daya Listrik menggunakan Intelligent Electronic Devices (IED) berjenis sepam. Ada 3 jenis sepam yang digunakan oleh PT. Krakatau Daya Listrik yaitu[2] :

1. Sepam S20
2. Sepam S40
3. Sepam T87

3.3. Remote Terminal Unit (RTU)

Jaringan RTU adalah jaringan komunikasi yang digunakan antar RTU dengan Field Device (IED) yang tersebar di beberapa Substation yang berlokasi di PT Krakatau Steel.

Remote Terminal Unit (RTU) berfungsi untuk mengumpulkan data status dan pengukuran peralatan tenaga listrik, kemudian mengirimkan data dan pengukuran tersebut ke Master Station setelah diminta oleh Master. Disamping itu RTU berfungsi melaksanakan perintah dari master station (remote control). RTU terpasang pada setiap Gardu Induk (GI) atau pusat pembangkit yang masuk dalam sistem jaringan tenaga listrik. Remote Terminal Unit (RTU) terdiri dari :

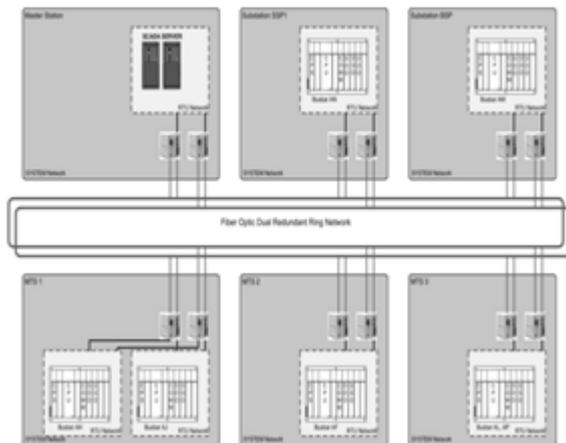
1. Central Processing Unit (CPU)
2. Memory
3. Modul Input / Output (I / O)
4. Modul Power supply
5. Telemetering (TM) yang datang dari CT, VT melalui transducer disambung langsung ke modul Analog input.

6. Telesinyal (TS) yang datang dari peralatan GI (PMT, PMS, ES, Trafo dll) disambung langsung ke modul digital input.
7. Telecontrol digital (TC) yang dikeluarkan dari modul analog output disambung ke peralatan pembangkit atau Gardu induk (PMT, PMS, ES dll) yang dilengkapi dengan motor penggerak untuk dikontrol dari pusat pengatur.
8. Telecontrol analog (TC) yang dikeluarkan dari modul analog output disambung ke Unit Pembangkit yang bisa diatur pembebanannya.



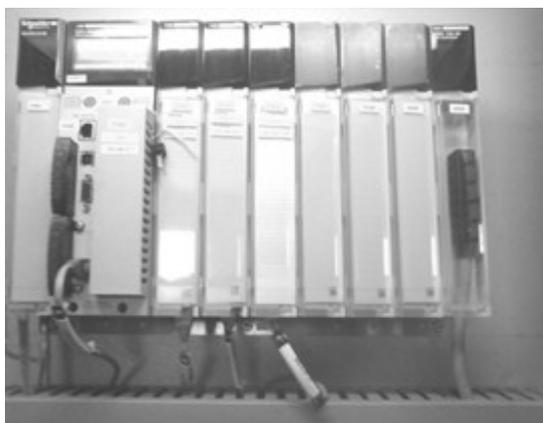
Gambar 10. Panel RTU[3]

Berikut ini diperlihatkan Bagan Jaringan RTU Sistem SCADA :



Gambar 11. Bagan Jaringan RTU[3]

### 3.4. Modul RTU



Gambar 12. Modul RTU[3]

Remote Terminal Unit tersusun dari beberapa modul, antara lain :

- A. Modul Central Processing Unit (CPU)
 

Berfungsi untuk pengolahan data masukan. Modul CPU memiliki tugas pokok sebagai berikut :

  - a. Menerima data berupa perintah dan sebagainya dari Master Station.
  - b. Mengirim data pengukuran, isyarat indikasi dari GI dan Pusat Pembangkit ke Master Station.
  - c. Membaca data dari GI dan Pusat Pembangkit yang berupa besaran listrik, status, indikasi.
  - d. Menyampaikan data/perintah dari Master Station untuk dilaksanakan oleh peralatan pada GI dan Pusat Pembangkit Listrik.

- B. Modul Digital Input
 

Modul ini adalah yang menerima sinyal input digital yang menunjukkan status PMT, PMS, alarm-alarm dari suatu Gardu Induk dan Pusat Pembangkit listrik.

- C. Modul Digital Output
 

Modul ini berfungsi sebagai keluaran dari fungsi telekomando. Jika ada instruksi dari Master Station untuk membuka atau menutup PMT, PMS maka relay (isyarat telekomando).

- D. Modul Analog Input
 

Modul ini berfungsi menerima besaran-besaran analog yang berasal dari transducer yang membangkitkan "volt" atau "milliamper" yang menunjukkan besaran listrik MW, MVAR, Volt, Ampere.

- E. Modul Analog Output
 

Modul ini merupakan output dari fungsi telekomando untuk data analog yang berupa DC volt atau DC miliamper, yang dipakai Master Station untuk memberikan perintah operasi ke suatu set point controller misalnya merubah tap trafo, pengaturan frekuensi di unit pembangkit.

- F. Modul Power Supply
 

Modul ini sebagai penyedia sumber daya untuk semua modul di Remote Terminal Unit. Tegangan yang disediakan adalah tegangan DC 48 v, 24 v dan 5 v.

- G. UPS (Uninterruptible Power Supply)
 

UPS merupakan bagian dari sistem yang terdapat didalam panel RTU. UPS Adalah perangkat yang biasanya menggunakan baterai backup sebagai catuan daya alternatif yang tidak dapat diinterupsi.

- H. Fungsi UPS adalah sebagai penstabil listrik dan untuk membackup kebutuhan listrik dan yang paling terpenting adalah membackup data yang ada dikomputer didalam memori perangkat UPS.

- I. Protokol Komunikasi Sistem SCADA
 

Berikut ini protokol komunikasi yang digunakan pada sistem SCADA PT. KDL:

1. Protokol Modbus
2. Komunikasi Serial RS485
3. IEC 60870-5-101 dan IEC 60870-5-104
4. IEC 61850
5. TCP/IP

- J. Topologi Jaringan
 

Topologi jaringan adalah sebuah pola interkoneksi dari beberapa terminal komputer. Topologi jaringan merupakan representasi geometri dari hubungan antar perangkat (terminal komputer, repeaters, bridges) satu

dengan lainnya. Salah satu jenis topologi yang digunakan pada penerapan sistem SCADA di PT. Krakatau Daya Listrik adalah topologi jaringan tipe ring. Seluruh sistem jaringan di PT. Krakatau Daya Listrik dibuat redundant (jalur jaringan alternatif), sehingga jika dalam suatu jaringan terdapat link yang terputus maka data masih bisa terhubung tanpa mempengaruhi konektivitas perangkat jaringan.

#### IV. KESIMPULAN

##### 4.1. Kesimpulan

Dari data yang diperoleh dan analisa, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Dalam mengendalikan sistem tenaga listrik harus diusahakan agar sistem selalu dalam keadaan normal, sehingga aspek pengoperasian sistem tenaga listrik yang meliputi keandalan, kualitas, dan ekonomis dapat dicapai dan memperoleh hasil yang maksimal.
2. Sistem SCADA merupakan bagian yang sangat penting dan berguna untuk memudahkan semua proses produksi serta meningkatkan efisiensi kerja. Sistem SCADA mempunyai fungsi utama sebagai telecontrolling, telesignalling, dan telemetering.
3. Perangkat yang digunakan sistem SCADA terdiri dari Master Station (MS), Remote Terminal Unit (RTU) dan Saluran Komunikasi antar Master Station dan RTU.
4. Remote Terminal Unit (RTU) berfungsi untuk mengumpulkan data status dan pengukuran peralatan tenaga listrik, kemudian mengirimkan data dan pengukuran tersebut ke Master Station (pusat control) setelah diminta oleh Master. Disamping itu RTU berfungsi melaksanakan perintah dari master station.
5. RTU juga merupakan suatu komputer yang berisikan seperangkat kartu-kartu elektronik dan beberapa transduser untuk mengubah besaran-besaran analog menjadi sinyal-sinyal digital (analog digital converter, ADC) dan sekaligus sinyal-sinyal ini disimpan dalam suatu penyangga pada kartu modem untuk dikirim ke master station melalui jaringan komunikasi yang ada.
6. Komunikasi data yang digunakan adalah komunikasi modbus, komunikasi serial RS485, TCP/IP dan menggunakan topologi ring.

##### 4.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis diantaranya :

1. Senantiasa melakukan perawatan dan pengecekan berkala untuk instrumen yang digunakan dalam proses produksi di PLTU 400 MW PT. Krakatau Daya Listrik untuk menghasilkan kualitas yang terbaik.
2. Melakukan perawatan rutin dari work station serta wilayah transmisi dan distribusi listrik.
3. Dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, RTU yang dilengkapi dengan mikrokomputer yang disebut intelligent remote sangat diperlukan.

Karena dapat melakukan fungsi-fungsi secara otomatis tanpa perintah dari Master Station.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ermawanto. 2011. Jaringan Komputer Sistem SCADA PT. Krakatau Daya Listrik. Dinas Proteksi dan Kompensasi PT. Krakatau Daya Listrik.
- [2] Ermawanto. 2010. Modul Training Sistem Proteksi. PT. Krakatau Daya Listrik.
- [3] Rizky, M. Habibie. 2010. Modul Training SCADA. PT. Krakatau Daya Listrik.
- [4] Leroy, Hudson. 2013. Infrastruktur SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) PT. Krakatau Daya Listrik. Laporan Kerja Praktek : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten.
- [5] Hilmawan, Riyan. 2010. Sistem GIS (Gas insulated Switchgear) 150 KV dengan Busbar Ganda di PT. Krakatau Daya Listrik. Laporan Kerja Praktek : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten.
- [6] Aliefha, Monique. 2013. Subsistem Komputer SCADA pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) 400 MW PT. Krakatau Daya Listrik. Laporan Kerja Praktek : Institute Teknologi Telkom. Bandung.
- [7] Priowirjanto, Gatot. 2003. Bahan Ajar Modul Panel Busbar. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta.
- [8] Hasan, Andika Ghozali. 2011. RTU560 Sistem SCADA PT. PLN (PERSERO) Penyaluran Dan Pusat Pengaturan Beban Jawa Bali Region Jawa Tengah dan DIY. Universitas Diponegoro.
- [9] Kelompok Bidang SCADA Standarisasi Direksi PT. PLN (Persero). 2006. Peralatan SCADA Sistem Tenaga Listrik. PT. PLN (Persero). Jakarta.
- [10] User's Manual Sepam Series. 2007. Scheneider Electric.
- [11] <http://mastoha.blogspot.com/2008/01/tentang-plc-dcs-dan-scada.html> (URL dikunjungi pada tanggal 19 September 2013)
- [12] <http://iskandarzkarnain.blogspot.com/2012/12/rangkaian-akuisisi-data.html> (URL dikunjungi pada tanggal 19 September 2013)

# Kemudahan Pemrograman Mikrokontroler Arduino Pada Aplikasi Wahana Terbang

Effendi Dodi Arisandi, Peneliti LAPAN

**Abstrak** – Perkembangan teknologi elektronika semakin canggih dengan mengikuti perubahan jaman. Dalam kehidupan sehari-hari, tidak bisa terlepas dari perangkat elektronika, baik yang sederhana maupun yang canggih seperti smart phone. Bagi pelajar atau mahasiswa untuk mempelajari pemrograman IC mikrokontroler khususnya keluaran dari ATMEL dipermudah dengan kehadiran sistem open source arduino. Jika dibandingkan dengan keadaan 10 tahun yang lalu, pemrograman mikrokontroler pada umumnya masih menggunakan bahasa mesin yang lebih populer disebut dengan bahasa assembler dan cukup sulit untuk memahaminya. Banyak sekali aplikasi arduino yang bisa dimanfaatkan dalam penelitian seperti ardupilot untuk aplikasi UAV. Dalam tulisan ini, akan dipaparkan kemudahan dan pemanfaatan sistem arduino dalam perkembangan teknologi elektronika. Dari hasil kajian penggunaan system arduino dapat disimpulkan bahwa dengan system open source dan berbiaya murah maka perkembangan teknologi elektronika khususnya dibidang aplikasi mikrokontroler dapat berkembang secara pesat.

**Kata kunci** : Arduino, Ardupilot, UAV, EDF, Assembler.

**Abstract** – The development of increasingly sophisticated electronic technology to follow the changing times. In everyday life, can not be separated from the device elektronika, whether simple or sophisticated as smart phones. For a student or students to learn microcontroller programming khususnya IC output from ATMEL facilitated by the presence of open source system arduino. When compared with the situation 10 years ago, microcontroller programming in general still use assembly language is more popularly called the assembler language and is quite difficult to understand. Arduino many applications that can be utilized in research as ardupilot for UAV applications. In this paper, will be presented the convenience and utility of a system arduino in the development of electronics technology. From the results of the study use arduino system can be concluded that the system is open source and low cost, the development of electronics technology, especially in the field of microcontroller applications can be developed rapidly.

**Keywords** : Arduino, Ardupilot, UAV, EDF, Assembler.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan mikrokontroler mengalami kemajuan yang sangat cepat jika dibandingkan dengan 10 tahun yang lalu. Pengetahuan tentang ilmu bahan semikonduktor sangat mempengaruhi perkembangan teknologi pembuatan suatu IC (integrated circuit). Teknologi pembuatan sebuah IC dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah transistor pada IC tersebut. Penggolongan IC berdasarkan jumlah transistor dapat dibagi menjadi 5 kelompok. Kelompok pertama adalah teknologi SSI (small scale integration) yang mempunyai kapasitas komponen sebesar 100 buah. Kelompok kedua adalah MSI (medium scale integration) yang mempunyai kapasitas komponen 3000 buah. Kelompok yang ketiga adalah LSI (large scale integration) yang mempunyai komponen 3000 sampai 100000 buah, yang berikutnya adalah VLSI (very large scale integration) dengan kapasitas komponen 100000 sampai 1000000 buah, dan yang terakhir adalah ULSI (ultra large scale integration) dengan kapasitas komponen lebih dari 1 juta buah.

Mikrokontroler keluarga ATMEL banyak digunakan oleh para pelajar atau mahasiswa di Indonesia. Dengan kemudahan pemrogramannya dan harganya yang cukup terjangkau menjadi alasan pemilihan mikrokontroler

jenis ini. Pemrograman mikrokontroler diawali dengan penggunaan bahasa mesin yang lebih populer disebut dengan bahasa assembler. Bahasa assembler atau bahasa mesin memerlukan pemahaman yang sangat mendalam dikarenakan berhubungan langsung dengan hardware-nya.

Perubahan operating sistem pada komputer sangat mempengaruhi perkembangan bahasa pemrograman pada mikrokontroler. Pada saat ini ada beberapa macam bahasa pemrograman untuk mikrokontroler seperti basic dengan editor dan compiler bascom, c++, mikro pascal dll.

Persaingan pasar bagi industri mikrokontroler sangat dipengaruhi oleh kemudahan pemrograman mikrokontroler tersebut beserta fungsi-fungsi pendukungnya. Faktor kedua adalah kemudahan untuk mendapatkan software compiler-nya. Pada saat ini sangat berkembang bahasa pemrograman yang berbasis open source. Dengan keterbukaan dari inti bahasa pemrograman suatu mikrokontroler maka bahasa pemrograman tersebut akan dapat berkembang dengan pesat.

Arduino merupakan salah satu sistem mikrokontroler yang berbasis open source [1]. Istilah arduino dapat dibagi menjadi dua sistem yaitu hardware dan software. Dengan sistem open source baik pada hardware maupun

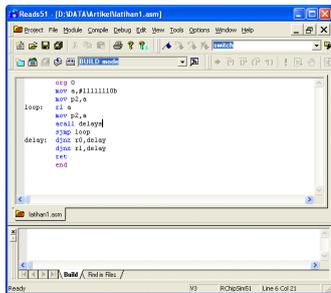
software-nya dapat memberikan inspirasi yang cukup banyak pada perancangan sistem elektronika. Mikrokontroler dari keluarga ATMEL merupakan inti dari prosesor arduino, seperti ATmega8, ATmega2560, dll.

Ardupilot merupakan salah satu teknologi pengembangan dari sistem arduino. Ardupilot merupakan sebuah sistem yang dapat digunakan sebagai otak wahana terbang. Wahana terbang tersebut dapat berupa RC (remote control) atau UAV (unmanned aerial vehicle) yang dapat dipandu dengan sebuah GPS (global positioning system). Sistem ardupilot dilengkapi dengan beberapa macam sensor yang sangat bermanfaat untuk mengetahui kondisi terbang dari sebuah wahana terbang. Beberapa macam sensor yang terdapat pada ardupilot adalah sistem IMU (inertial measurement unit), GPS, barometer, dll. Sebuah IMU terdiri dari 3 aksis accelerometer dan 3 aksis gyroscope.

## II. PERKEMBANGAN BAHASA PEMROGRAMAN

### A. Bahasa Assembler

Satu dekade yang lalu pemrograman mikrokontroler masih didominasi oleh bahasa assembler. Bahasa assembler merupakan bahasa tingkat rendah yang sering disebut dengan bahasa mesin. Bahasa mesin merupakan bahasa pemrograman yang berhubungan langsung dengan istilah hardware-nya, seperti register R0. Bahasa assembler memiliki keterbatasan istilah dalam pembuatan sebuah program jika dibandingkan dengan bahasa tingkat tinggi. Gambar 1 merupakan contoh pemrograman dengan bahasa assembler [2]. Bahasa assembler versi lama masih menggunakan sistem DOS. Sedangkan bahasa assembler terbaru sudah bisa dijalankan pada operating sistem windows.



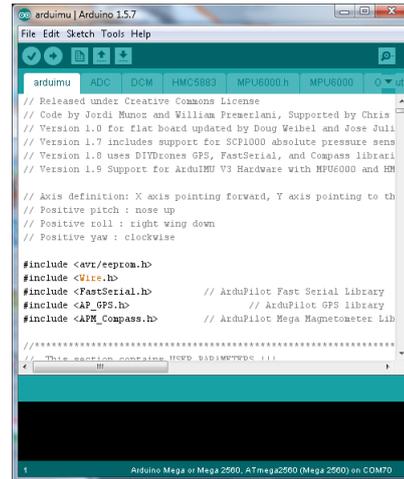
Gambar 1. Pemrograman dengan Bahasa Assembler

### B. Bahasa Tingkat Tinggi

Perkembangan bahasa pemrograman dari assembler ke bahasa tingkat tinggi sangat diperlukan untuk menunjang perkembangan sistem pemrograman yang terstruktur. Pemrograman mikrokontroler dalam bahasa tingkat tinggi, seperti bahasa "C" atau "BASIC" dapat mempercepat dalam proses pembuatan suatu algoritma. Dikarenakan bahasa tingkat tinggi lebih terstruktur jika dibandingkan dengan bahasa assembler. Bahasa tingkat tinggi juga dapat mempercepat pemahaman pemrograman mikrokontroler bagi pemula. Disamping ada keunggulan, ada juga kelemahan dalam pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi, yaitu kapasitas hasil compiler lebih besar dan kecepatan lebih lambat jika dibandingkan dengan bahasa assembler. Hal

ini dikarenakan terlalu banyak perintah yang harus diterjemahkan dalam bahasa tingkat tinggi tersebut.

Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang berbasis open source dapat mempercepat perkembangan bahasa pemrograman tersebut. Dikarenakan banyak peneliti yang bisa ikut dalam mengembangkan bahasa pemrograman tersebut. Arduino merupakan salah satu bahasa pemrograman berbasis C yang open source. Ardupilot adalah salah satu hasil perkembangan arduino yang berbasis open source baik secara hardware maupun software-nya. Gambar 2 merupakan pemrograman mikrokontroler ATMEL dengan arduino.

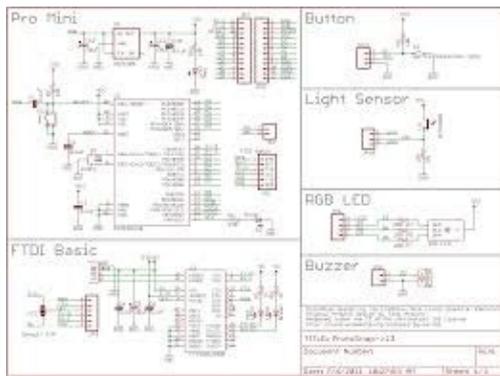


Gambar 2. Pemrograman dengan Arduino

## III. ARDUINO OPEN SOURCE

Sistem arduino merupakan sebuah sistem yang open source baik secara hardware maupun software. Perkembangan sistem software arduino disesuaikan dengan perkembangan hardware-nya. Dengan metode open source, maka semua peneliti atau penghobi elektronika khususnya dibidang mikrokontroler dapat berdiskusi secara luas dengan komunitas yang ada. Semua informasi tentang arduino baik secara hardware (informasi skematik modul elektroniknya) maupun software dapat diunduh diwebsitenya [1]. Gambar 3 adalah contoh dari sebuah skematik arduino.

Ada beberapa macam tipe arduino secara hardware yaitu arduino uno, arduino mega, arduino leonarda dan sebagainya. Gambar 4 adalah beberapa macam modul arduino. Pemilihan pada sebuah modul arduino bisa disesuaikan dengan kebutuhan pada aplikasi yang akan dirancang. Untuk melakukan debug hasil pemrograman dapat memanfaatkan fasilitas serial monitor pada software arduino seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 3. Skematik Arduino Uno [5]



Gambar 4. Module Arduino



Gambar 5. Serial Monitor di Arduino Software

Antar muka antara modul arduino dengan komputer melalui port USB. Ada beberapa keuntungan dengan menggunakan antar muka USB, yaitu selain sebagai transfer data dari komputer ke modul arduino dan sebaliknya juga bisa menyediakan tegangan DC 5 volt untuk modul arduino tersebut. Gambar 6 adalah contoh antarmuka modul arduino dengan komputer.



Gambar 6. Antarmuka Modul Arduino dengan Komputer

#### IV. APLIKASI ARDUPILOT PADA WAHANA TERBANG

Ardupilot merupakan sebuah modul elektronika yang dapat digunakan untuk mengendalikan wahana terbang seperti UAV, EDF, helicopter, multicopter dan sebagainya [3-4]. Ardupilot mempunyai beberapa fasilitas navigasi untuk mengendalikan sebuah wahana terbang. Fasilitas tersebut seperti IMU (Inertial Measurement Unit), GPS, pressure transducer. Ardupilot mempunyai beberapa tipe seperti yang tertera pada Tabel 1. Beberapa fitur pada ardupilot adalah sebagai berikut:

1. Open source firmware yang support pada pesawat, multicopters (quads, hex, oct, dll), helicopters dan kendaraan.
2. Instalasi yang cukup mudah.
3. Dapat mendukung ratusan waypoint secara 3D.
4. Dilengkapi dengan sistem autonomous takeoff, landing dan beberapa perintah khusus.
5. Dapat disimulasikan dengan software Xplane dan Flight Gear.

Ardupilot dilengkapi dengan beberapa macam hardware sensor yang antara lain:

1. 3 aksis sensor gyro.
2. 3 aksis sensor accelerometer.
3. 3 aksis magnetometer.
4. Sensor tekanan udara untuk ketinggian.
5. Module GPS dengan frekuensi 5-10Hz.
6. Memori penyimpanan data internal 4 Mb.
7. Beberapa macam sensor yang dapat ditambahkan, seperti sensor kecepatan udara, sensor arus, dan telemetri 2 arah.

Lembaga penerbangan dan antariksa (LAPAN) khususnya bidang kendali pusat teknologi roket pada saat ini mengembangkan wahana terbang RKX200-EDF. Wahana terbang tersebut menggunakan ardupilot sebagai pengontrol utama. Beberapa misi yang telah dilakukan dalam penelitian wahana terbang tersebut adalah misi waypoint, misi stabilisasi, misi jarak dan saat ini sedang dikembangkan misi auto takeoff dan auto landing. Gambar 7 adalah contoh wahana terbang RKX-200 EDF yang dikembangkan oleh LAPAN. Wahana terbang RKX-200 EDF mempunyai berat total 15 kg. Kecepatan awal sebesar 150-200 KM/jam dibutuhkan wahana RKX-200 EDF sebagai gaya angkat untuk memulai misi terbangnya. Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem pelontar yang bisa memberikan kecepatan sebesar 150-200Km/jam. Sistem pelontar yang telah dibuat adalah berupa sistem pneumatik dan booster. Sistem pneumatik

memerlukan tekanan udara sebesar 8 bar dan sistem booster mempunyai daya dorong sebesar 60kgf.



Gambar 7. Wahana Terbang REX-200 EDF

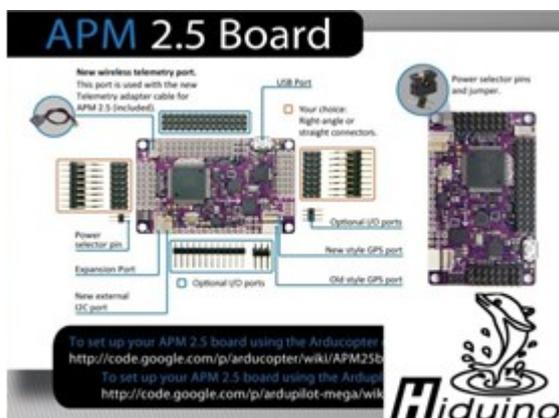


Gambar 9. Hasil Waypoint Wahana Terbang REX-200

Table 1. Tipe Ardupilot [6]

Autopilot	Ardupilot (aka "legacy")	Ardupilot Mega APM 1-1280	Ardupilot Mega APM 1-2560	Ardupilot Mega APM 2
Date of introduction	Q1 2009	Q1 2010	Q1 2011	Q4 2011
Status	Discontinued	Discontinued	Active	Active
Processor	Atmega 328, attiny	Atmega 1280 Atmega 328	Atmega 2560 Atmega 328	Atmega 2560 Atmega 32u2 MPU-6000 DMP processor
Onboard sensors	None. External: Thermopiles or optional ArduIMU	3-axis gyro, 3-axis accel, baro, optional mag	3-axis gyro, 3-axis accel, baro, optional mag	6-axis MPU6000 (gyro+accel), baro, mag, GPS
Data logging memory	None	2MB	2MB	4MB
Size	30x50x30mm	40x72x20mm	40x72x20mm	40x65x10mm
Assembly required	Lots!	Some soldering	Some soldering	None

Board ardupilotmega (APM) 2.5 dapat dilihat pada Gambar 8. Software antar muka dengan ardupilot dapat digunakan untuk menentukan konfigurasi, pengetesan, penentuan misi terbang dan analisis hasil misi terbang. Gambar 9 menunjukkan real time misi waypoint pada suatu wahana terbang.



Gambar 8. Board APM 2.5 [6]

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penguasaan teknologi ilmu bahan sangat berperan penting dalam perkembangan teknologi elektronika. Teknologi pembuatan IC mengalami perkembangan yang sangat cepat dengan diawali kemampuan pembuatan IC dengan kategori small scale intergration (SSI) sampai dengan kategori ultra large scale integration (ULSI). Perkembangan modul Ardupilot membuktikan bahwa perkembangan IC mikrokontroler sangat berperan penting. Inti dari prosesor ardupilot adalah IC mikrokontroler ATMEL ATmega2560.

Penelitian dalam wahana terbang dapat memanfaatkan sistem ardupilot. Hal ini dikarenakan sistem ardupilot sudah mempunyai fitur yang diperlukan dalam mengontrol sebuah wahana terbang. Sistem ardupilot dapat dikondisikan sebagai sistem manual atau otomatis.

B. Saran

Diperlukan suatu penelitian yang cukup mendalam untuk dapat membuat sebuah sistem yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Dikarenakan sistem ardupilot memiliki keterbatasan pada wahana terbang yang mempunyai kecepatan diatas 250Km/jam.

REFERENCES

- [1] <http://arduino.cc/en/main/software>
- [2] <http://www.mikron123.com/index.php/Tutorial-MCS-51/Pemrograman-AT89S51-bahasa-Assembly.html>
- [3] Mulyani, Katjuk Astrowulan dan Joko Susila, "Autolanding Pada UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Menggunakan Kontroler PID-Fuzzy", Jurusan Teknik Elektro, ITS, Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, (2012) 1-5.
- [4] Muhammad Arifudin Lukmana dan Hendro Nurhadi, "Rancang Bangun Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Empat Baling-baling (Quadrotor-Arducopter)", Jurusan Teknik Mesin, ITS.
- [5] <https://www.sparkfun.com/tutorials/303>
- [6] <http://diydrones.com/notes/ArduPilot>

# Perbaikan Kestabilan Dinamik Pada Sistem Tenaga Menggunakan Kontrol Gain Avr Pss

Wahyuni Martiningsih<sup>1</sup>, Inawati<sup>1</sup>, Heri Haryanto<sup>1</sup>

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon-Banten Telp. (0254) 395502  
email : yuni\_elektro@yahoo.com*

**Abstrak**– Kestabilan sistem tenaga listrik adalah hal yang sangat penting, karena kestabilan sistem mempengaruhi mutu dan keandalan pasokan energi listrik. Banyak hal yang dapat mempengaruhi kestabilan sistem salah satunya beban dinamik yang mempengaruhi kestabilan dinamik, kestabilan dinamik dapat didefinisikan sebagai kemampuan sistem untuk tetap pada kondisi sinkron setelah ayunan pertama (periode transien) hingga sistem kembali mencapai kondisi *steady state*, suatu sistem tenaga listrik dikatakan dalam kondisi stabil bila seluruh variabel keadaannya stabil, baik tegangan bus, sudut rotor serta kecepatan putar rotor generator. Pada penelitian ini penulis menggunakan kontrol *gain automatic voltage regulator* (AVR) dan *power system stabilizer* (PSS) untuk mengendalikan kestabilan dinamik sistem, diharapkan setelah pemasangan perangkat kontrol tambahan tersebut kestabilan dinamik pada sistem tenaga dapat diperbaiki sehingga sistem tetap stabil meskipun terjadi gangguan atau perubahan beban. Selanjutnya dilakukan simulasi sistem tenaga listrik dengan menggunakan program MATLAB 2008a, yang membuktikan bahwa pemasangan *power system stabilizer* dapat meredam osilasi, dalam hal ini PSS bekerja sebagai pengendali daya listrik atau daya reaktifnya terlihat dari *output* tegangan yang hanya memiliki *overshoot* 1,0169 sebelum terjadi perubahan beban dan setelah diberi perubahan beban dengan input step 25 *overshoot* meningkat hanya 1,0215 untuk *output* kecepatan dan sudut rotor generator kurang terlalu berpengaruh.

**Kata kunci** : Kestabilan sistem, kestabilan dinamik, *automatic voltage regulator*, *power system stabilizer*

**Abstract** –*The stability of the electric power system is very important, because the stability of the system affects the quality and reliability of electrical energy supply. Many things can affect the stability of the system, one of which is a dynamic load that affects dynamic stability, dynamic stability can be defined as the system's ability to remain in synchronous conditions after the first swing (transient period) until the system reaches steady state condition, a power system is said to be in stable when all variables are stable, both bus voltage, rotor angle and generator rotor rotational speed. In this study the authors used the automatic voltage regulator (AVR) and power system stabilizer (PSS) controls to control the system's dynamic stability, hoping that after installation of these additional control devices the dynamic stability of the power system could be improved so that the system remained stable despite disturbances or load changes. Then a power system simulation was carried out using the MATLAB 2008a program, which proved that the installation of a power system stabilizer can reduce oscillation, in this case PSS works as an electric power controller or reactive power can be seen from the output voltage which only has overshoot 1.0169 before a load change and after being given a load change with the input step 25 overshoot increasing only 1.0215 for output the speed and angle of the generator rotor is less influential.*

**Keywords** : *System stability, dynamic stability, automatic voltage regulator, power system stabilizer*

## 1. PENDAHULUAN

Pada perencanaan dan operasi sistem tenaga listrik, kestabilan sistem adalah hal yang sangat penting. Stabilitas sistem tenaga listrik merupakan sifat sistem yang memungkinkan mesin bergerak serempak dalam sistem banyak hal yang dapat mempengaruhi kestabilan sistem salah satunya beban dinamik yang mempengaruhi kestabilan dinamik, kestabilan dinamik dapat didefinisikan sebagai kemampuan sistem untuk tetap pada kondisi sinkron setelah ayunan pertama (periode transien) hingga sistem kembali mencapai kondisi *steady state*.

Bila sistem tenaga listrik mengalami kenaikan atau penurunan beban maka akan terjadi perbedaan antara tegangan *input* mekanis dan tegangan *output*

listrik dari generator sinkron dan ini dapat mempengaruhi kualitas dari tegangan listrik serta dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik. Kecepatan pembangkit memberi reaksi terhadap perubahan yang terjadi dalam sistem menjadi salah satu faktor penentu kestabilan sistem. Kestabilan dinamik dalam sistem daya listrik ditentukan oleh kemampuan berbagai komponen pembangkit dalam transfer respon terhadap perubahan beban yang terjadi. Perubahan beban yang terjadi secara tiba-tiba dan periodik tidak dapat direspon dengan baik oleh generator sehingga dapat mempengaruhi kestabilan dinamik sistem. Respon yang kurang baik juga dapat menimbulkan osilasi frekuensi dalam periode yang lama. Hal itu akan mengakibatkan pengurangan kekuatan transfer daya yang dapat diatasi

menggunakan peralatan tambahan yang disebut *power system stabilizer* [1].

Pada penelitian ini penulis menggunakan kontrol *gain automatic voltage regulator* (AVR) dan *power system stabilizer* (PSS), untuk memperbaiki kestabilan dinamik yang dipasangkan pada sistem eksitasi (kontrol tegangan) dan governor (kontrol kecepatan), PSS dengan *input* kecepatan putaran rotor  $\Delta\omega$  yang masuk ke sistem eksitasi dengan keluaran  $\Delta V_s$  sehingga dapat meredam terjadinya osilasi generator dan AVR sebagai pengendali tegangan dengan mengatur arus penguatan pada sistem eksitasi, menjaga tegangan agar tetap konstan. Dengan kata lain, generator akan mengeluarkan tegangan yang selalu stabil dan tidak terpengaruh pada perubahan beban yang selalu berubah-ubah. Sehingga sistem tenaga listrik dapat bekerja secara optimal dan dapat menghasilkan kualitas listrik yang baik seperti sebelum terjadi gangguan.

### 1.1 Kestabilan Sistem Tenaga Listrik

Suatu sistem tenaga listrik yang baik harus dapat memenuhi 3 persyaratan utama dalam pengoperasiannya, yaitu: *reliability*, *quality*, dan *stability*. *Reliability* adalah kemampuan sistem untuk menyalurkan daya atau energi secara terus menerus. *Quality* adalah kemampuan sistem tenaga listrik untuk menghasilkan besaran-besaran standar yang ditetapkan untuk tegangan dan frekuensi. *Stability* menurut pengertiannya adalah kemampuan alat untuk kembali kepada kondisi normal apabila terjadi gangguan. Suatu sistem dikatakan memiliki stabilitas yang baik jika terkena gangguan sistem akan dapat kembali ke keadaan titik seimbangannya dalam kondisi tertentu, bila stabilitas dari sistem tidak baik maka setelah terjadi gangguan sistem tersebut tidak dapat kembali ke titik normalnya. Masalah kestabilan diklasifikasikan menjadi tiga tipe bergantung pada sifat alami dan *magnitude* gangguan, yaitu [12]:

1. Stabilitas tunak (*steady state stability*).
2. Stabilitas dinamik (*dynamic stability*).
3. Stabilitas peralihan (*transient stability*)

### 1.2 Persamaan Ayun

Generator terdiri dari bagian yang berputar yang disebut rotor dan bagian yang diam disebut stator. Kecepatan putar dari rotornya sama dengan kecepatan putar dari statornya, kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup dari suatu penghantar, bila diberi tegangan arus searah akan menimbulkan fluks magnet. Rotor tersebut diputar dengan suatu penggerak mula atau *prime mover* sehingga fluks tersebut memotong konduktor-konduktor yang ada di stator yang selanjutnya pada kumparan stator akan terimbas tegangan. Sebuah generator digerakkan oleh penggerak mula (turbin uap, turbin air dan lain sebagainya) menggambarkan perputaran dengan dua torsi berputar yang berbeda.  $T_m$  torsi mekanik, berperan untuk menambah kecepatan ketika  $T_e$  torsi elektrik, melakukan perlambatan.

Ketika  $T_m$  dan  $T_e$  mempunyai nilai yang sama kecepatan putaran  $\omega$  akan konstan. Pergerakan  $T_m$

disebabkan oleh penggerak mula, sedangkan  $T_e$  disebabkan oleh perubahan beban. Ketika beban listrik bertambah maka  $T_e > T_m$  seluruh sistem yang berputar akan melambat. Jika dibiarkan melambat terlalu lama maka akan menimbulkan beberapa kerusakan oleh karena itu, diperlukan suatu usaha untuk meningkatkan  $T_m$  sehingga tercapai kembali titik keseimbangan antara  $T_e$  dan  $T_m$ . Hal ini akan mengembalikan putaran ke nilai yang dapat diterima. Untuk analisa kestabilan pada penelitian ini, hanya akan digunakan sebuah generator atau yang lebih dikenal mesin tunggal.

Untuk pengembangan generator digunakan persamaan diferensial dari persamaan gerak rotor melalui persamaan ayun. Perputaran gerak rotor sinkron ditampilkan oleh persamaan diferensial berikut[2]:

$$J \frac{d^2 \theta_m}{dt^2} = T_m - T_e \quad (1)$$

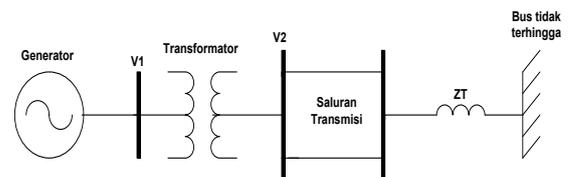
Dengan:

- $J$  = Momen inersia.
- $\theta_m$  = Sudut rotor dengan sumbu tetap.
- $T_m$  = torsi mekanik.
- $T_e$  = torsi elektrik.

### 1.3 Model SMIB

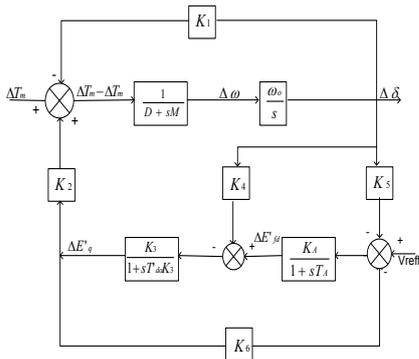
Model sistem mesin sinkron yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada analisis SMIB (*Single Machine Infinite Bus*) yaitu sebuah mesin serempak yang dihubungkan ke bus tak terbatas melalui saluran transmisi seperti terlihat pada gambar 1. Untuk Perancangan SMIB pada penelitian ini menggunakan model [2] sistem tersebut diasumsikan sebagai berikut :

1. Sistem terdiri dari mesin tunggal yang terhubung bus infinit.
2. Tahanan stator diabaikan.
3. Kondisi sistem dianggap seimbang dan kejenuhan inti generator diabaikan.
4. Beban berupa beban statis.



Gambar 1 Diagram Sistem *Single Machine Infinite Bus*

Untuk mempermudah analisa stabilitas sistem SMIB sederhana dimodelkan secara linier dengan menggunakan model [9] Seperti gambar 3.3.



Gambar 2 SMIB Linier

$K_1 - K_6$  merupakan konstanta mesin yang menjelaskan mengenai faktor pengaruh internal generator. Sedangkan  $\omega_0$  adalah kecepatan sudut dalam base,  $D$  adalah koefisien peredaman dan  $M$  adalah konstanta inersia mesin. Dengan rumus  $K_1-K_6$  adalah sebagai berikut:

$$K_1 = K_I V_{\infty} E_{q0} [R_e \sin(\delta_0 - a) + (x'_d + X_e) \cos(\delta_0 - a)] + K_I V_{\infty} I_{q0} (x_q - x'_d) [(x_q + X_e) \sin(\delta_0 - a) - R_e \cos(\delta_0 - a)] \quad (2)$$

$$K_2 = K_I I_{q0} [R_e^2 + (x_q + X_e)^2] + K_1 E_{q0} R_e \quad (3)$$

$$K_3 = \frac{1}{1 + K_I (x_d - x'_d) (x_q + X_e)} \quad (4)$$

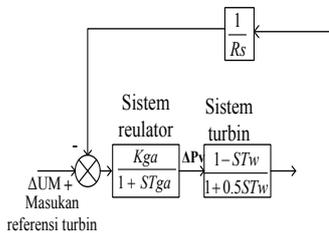
$$K_4 = V_{\infty} K_I (x_d - x'_d) [(x_q + X_e) \sin(\delta_0 - a) - R_e \cos(\delta_0 - a)] \quad (5)$$

$$K_5 = K_I V_{\infty} x'_d \frac{V_{q0}}{V_{t0}} [R_e \cos(\delta_0 - a) (x_q + X_e) \sin(\delta_0 - a)] - K_I V_{\infty} x_q \frac{V_{q0}}{V_{t0}} [R_e \cos(\delta_0 - a) - (x'_d + X_e) \sin(\delta_0 - a)] \quad (6)$$

$$K_6 = \frac{V_{q0}}{V_{t0}} [1 - K_I x'_d (x_q + X_e)] - \frac{V_{q0}}{V_{t0}} K_I X_q R_e \quad (7)$$

#### 1.4 Model Turbin

Pada simulasi penelitian ini, turbin yang digunakan adalah turbin uap yang mengacu pada model standar IEEE.

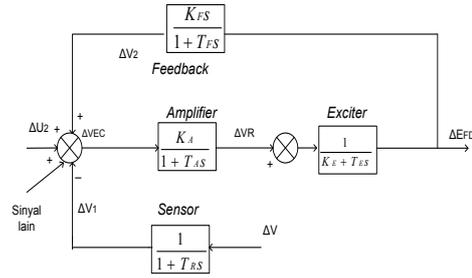


Gambar 3. Perancangan Turbin

#### 1.5 Model Eksitasi

Pada penelitian penelitian ini sistem eksitasi yang digunakan adalah sistem eksitasi tipe satu yang juga mengacu pada model standar IEEE merupakan sistem eksitasi terkompensasi, model tersebut diperoleh dengan menambahkan *feedback* dari tegangan *output*

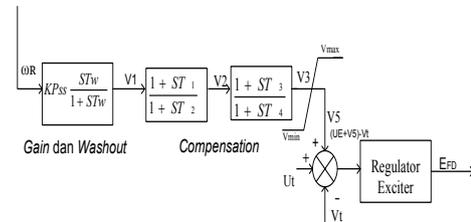
eksiter ke *input amplifier*. Sistem eksitasi diberi *input* sinyal tambahan dari kontrol lain yang dalam penelitian ini sinyal tersebut adalah *output* dari PSS.



Gambar 4 Sistem Eksitasi Tipe Satu

#### 1.6 Model PSS

*Power System Stabilizer* merupakan peralatan yang menghasilkan sinyal kontrol untuk diumpungkan pada sistem eksitasi. Diagram fungsi alih PSS dapat dilihat pada gambar 3.6.

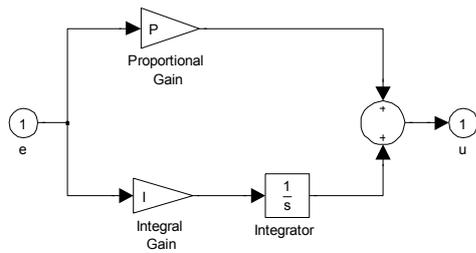


Gambar 5 Conventional PSS Tipe Satu

Fungsi dasar PSS adalah menambah batas kestabilan dengan mengatur eksitasi generator untuk memberi redaman terhadap osilasi rotor mesin sinkron. Dengan  $K_{pss}$  sebagai *gain stabilizer*, karakteristik tanggapan frekuensi diatur dengan memvariasikan konstanta waktu  $T_w, T_1, T_2, T_3$  dan  $T_4$  harus ditala untuk memberikan peredaman pada kisaran frekuensi osilasi yang mungkin terjadi jika penalaan tidak tepat atau kurang sesuai dengan sistem maka akan menyebabkan sistem berosilasi dan tidak stabil.

#### 1.7 Model PI

kendali PI merupakan gabungan dari *gain propotional* dan *gain integral* yang diambil dari kontrol PID dengan memasukan nilai nol pada *gain derivative* atau tidak memfungsikan *gain derivativenya*, PI merupakan salah satu jenis pengatur yang banyak digunakan. Pada progam matlab bentuk diagram PI seperti gambar 3.7. Penentuan nilai parameter PI dapat dicari dengan menggunakan metode *trial error* (coba-coba) dan metode *ziegler nichols*.



Gambar 6. Blok PI Simulink

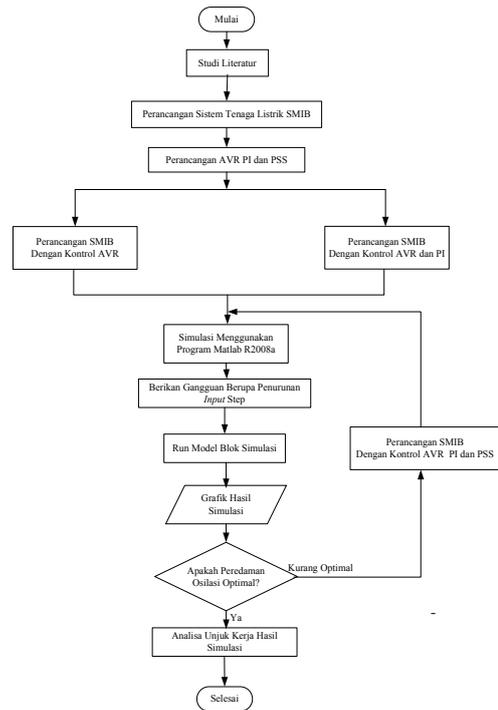
Pada metode *ziegler nichols* ada dua tipe yaitu tipe 1 dan 2, pada penelitian ini tipe yang digunakan adalah tipe 2. Pada metode tipe 2, penalaan dilakukan dengan masukan referensi yang digunakan adalah fungsi tangga (*step*). Pencarian konstanta dengan metode ini yaitu dengan cara menaikkan nilai  $K_p$  dari 0 hingga mencapai nilai kritis sehingga diperoleh keluaran yang terus menerus berhasil dengan *amplitudo* yang sama. Nilai kritis  $K_p$  ini disebut sebagai *ultimated gain* ( $K_u$ ). Nilai *ultimated period*,  $T_u$  diperoleh setelah keluaran sistem mencapai kondisi yang terus-menerus berhasil. Nilai perioda dasar  $T_u$ , dan penguatan dasar  $K_u$ , digunakan untuk menentukan konstanta-konstanta pengendali sesuai dengan tetapan empiris *Ziegler-Nichols* pada Tabel 1.

Tabel 1 Penalaan *Ziegler Nichols* Metode Tipe ke 2

Pengendali	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$K_u/5$	-	-
PI	$2K_u/5$	$4T_u/5$	-
PID	$3K_u/5$	$T_u/2$	$3T_u/25$

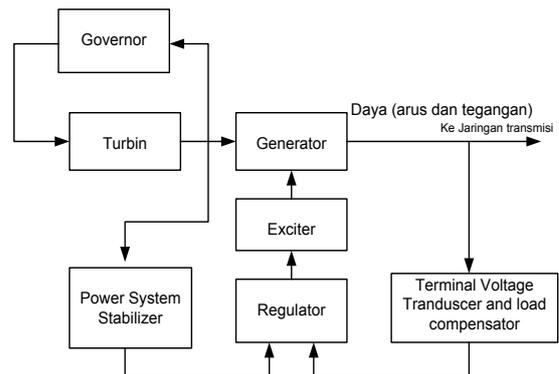
## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan tahapan yang merepresentasikan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melaksanakan penelitian, tujuannya untuk memudahkan peneliti dalam melakukan penelitian. Berikut adalah tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam proses penelitian yang berjudul “simulasi perbaikan kestabilan dinamik pada sistem tenaga menggunakan kontrol gain avr pss” dapat dilihat secara jelas pada Gambar 7 tahapan metode yang menunjukkan rencana atau struktur penelitian yang akan digunakan untuk melakukan penelitian pada penelitian ini.



Gambar 7 Diagram Alir Penelitian

### 2.1 Blok diagram Sistem



Gambar 8 Blok diagram Sistem

Perancangan blok diagram pada gambar 8 merupakan model sistem lengkap dengan sistem kontrolnya, perancangan ini dimaksudkan untuk mempermudah pengerjaan sebelum sistem dibentuk kedalam model fungsi alih. blok diagram tersebut terdiri dari turbin, governor, generator, *power system stabilizer*, *exciter*, *regulator* dan *terminal voltage transducer and load compensator*.

### Desain Perancangan Fungsi Alih SMIB

Metode penelitian selanjutnya pada pengerjaan penelitian ini yaitu desain perancangan sistem yang terdiri dari penggabungan bagian-bagian sistem yang telah dirancang dan dijelaskan pada sub bab sebelumnya, perancangan difokuskan pada konfigurasi sistem yaitu

1. Perancangan SMIB dengan AVR
2. Perancangan SMIB dengan AVR dan kendali PI
3. Perancangan SMIB dengan AVR kendali PI dan PSS

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi dilakukan dengan mengamati kinerja dari respon kecepatan, respon sudut rotor dan respon tegangan dengan tanggapan waktunya dari 0 detik sampai dengan 80 detik. Seperti perancangan sistem sebelumnya simulasi juga dimodelkan menjadi tiga yaitu: simulasi model SMIB dengan AVR, simulasi model SMIB dengan AVR dan kendali PI, dan simulasi model SMIB dengan AVR PI dan PSS. penalaan PI menggunakan 2 metode yaitu metode trial error dan ziegler nichols. Untuk metode trial error didapatkan nilai terbaiknya adalah  $K_p = 2,515$  dan  $K_i = 0,6$ . Sedangkan untuk metode *ziegler nichols* nilai dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Parameter PI Menggunakan Metode Ziegler Nichols

Pengendali	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	1,1	-	-
PI	2,475	3,984	-
PID	3,3	2,4	0,576

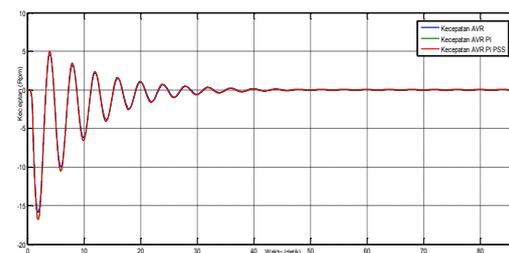
Sehingga didapatkan nilai  $K_p$  dan  $K_i$  adalah masing-masing  $K_i = 0,621$  dan  $K_p = 2,475$ . Penalaan PSS menggunakan metode trial error didapatkan nilai seperti pada tabel 3.

Tabel 3 Penalaan PI PSS

P	I	Gain	T1	T2	T3	T4	Tw
2,515	0,6	0,02	0,05	0,1	0,2	1	1

#### 3.1 Hasil Simulasi Tanpa Perubahan Beban

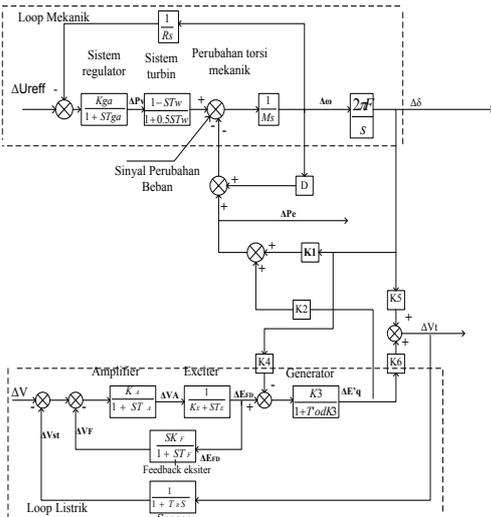
Hasil pengujian simulasi sistem dengan kondisi perubahan beban  $\Delta PL = 0$ , dapat dilihat pada beberapa grafik berikut ini.



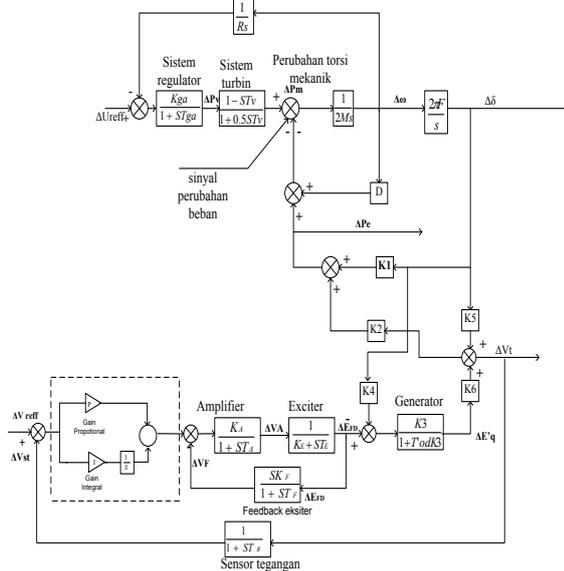
Gambar 12 Grafik Respon Kecepatan

Grafik respon kecepatan ini merupakan perbandingan antara fungsi  $y$  yang merupakan kecepatan putaran rotor dengan satuan rpm dan fungsi  $x$  sebagai indikator waktu yang dibutuhkan untuk berputar dalam satuan detik, ketiga respon kecepatan dengan PSS atau pun tidak terlihat hanya sedikit berubah, kinerja PSS kurang berpengaruh terhadap respon kecepatan, dapat dilihat pada analisis respon kecepatan tabel 4.

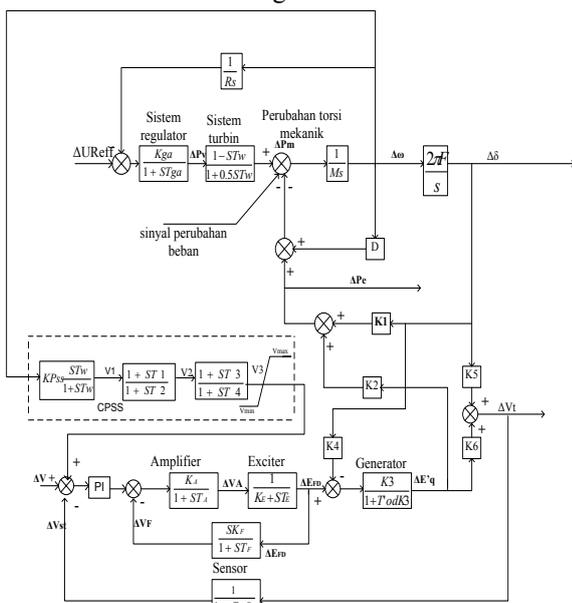
Tabel 4 Analisa Respon Kecepatan



Gambar 9 SMIB dengan AVR

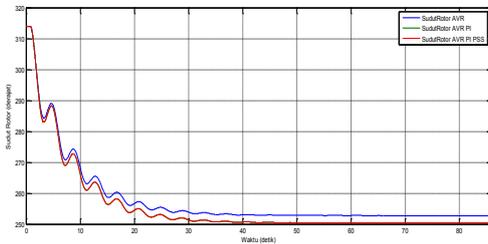


Gambar 10 SMIB dengan AVR dan Kendali PI



Gambar 11 SMIB dengan AVR Kendali PI dan PSS

	Waktu Puncak	Overshoot	Waktu Menetap
AVR	3,832 detik	4,5656	66 detik
AVR PI	3,8 detik	4,979	71 detik
AVR PI PSS	3,792 detik	4,96	69 detik

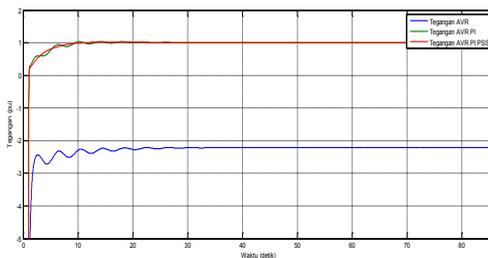


Gambar 13 Grafik Respon Sudut Rotor

Dengan pemasangan *power system* sudut rotor lebih stabil meskipun tidak memberikan perbedaan yang relatif besar, grafik yang berwarna merah merupakan hasil sistem yang dipasangkan PSS, grafik tersebut mengalami titik stabil lebih menurun dibandingkan sistem sebelum menggunakan PSS.

Tabel 5 Analisa Respon Sudut Rotor

	Waktu Puncak	Overshoot	Waktu Menetap
AVR	-	-	57 detik
AVR PI	-	-	61 detik
AVR PI PSS	-	-	57 detik



Gambar 14 Grafik Respon Tegangan

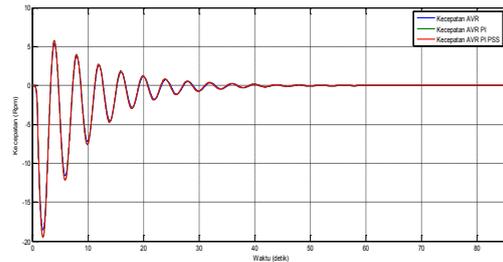
Grafik tegangan mengalami peredaman osilasi yang cukup baik, *overshoot* hanya 1,0169 *settling time* 51 detik dan waktu puncak 14 detik, dari ketiga respon hasil simulasi tegangan merupakan yang paling baik dalam mengalami perubahan dari sistem dengan memakai AVR, sistem dengan AVR PI serta sistem dengan kendali AVR PI dan PSS. Hal ini membuktikan bahwa *power system stabilizer* meningkatkan stabilitas sistem dengan cara mengendalikan daya listrik atau daya reaktifnya. Tabel 6 merupakan tabel yang menampilkan analisa respon tegangan.

Tabel 6 Analisa Respon Tegangan

	Waktu Puncak	Overshoot	Waktu Menetap	Set Point
AVR	-	-	48 detik	Tidak
AVR PI	15,7 detik	1,0402	58 detik	Iya
AVR PI PSS	14 detik	1,0169	51 detik	Iya

### 3.2 Hasil Simulasi dengan Beban Berubah

Untuk mengetahui seberapa optimal kinerja *power system stabilizer* dalam meredam osilasi maka simulasi sistem selanjutnya diberi perubahan beban, *input step* sebagai bentuk perubahan beban dengan nilai 25 nilai.

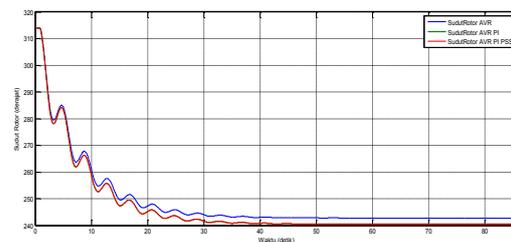


Gambar 15 Grafik Respon Kecepatan

Kecepatan sistem yang terlihat pada gambar 15 setelah diberi perubahan beban mengalami perlambatan waktu menetap serta terjadi osilasi pada keadaan menetap. secara terperinci hasil sistem setelah diberi perubahan beban dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Analisa Respon Kecepatan

	Waktu Puncak	Overshoot	Waktu Menetap
AVR	3,82 detik	5,353	70 detik
AVR PI	3,79 detik	5,77	70 detik
AVR PI PSS	3,8 detik	5,73	70 detik

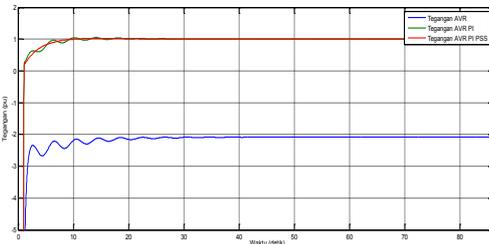


Gambar 16 Grafik Respon Sudut Rotor

Hasil respon keluaran sudut rotor pada gambar 4.21 yaitu sistem dengan perubahan beban, sudut rotor dengan PI PSS lebih mengalami cepat stabil tapi stabilnya lebih menurun yaitu menuju ke 240, hasil respon sudut rotor ditunjukkan juga pada tabel 8

Tabel 8 Analisa Respon Sudut Rotor

	Waktu Puncak	Overshoot	Waktu Menetap
AVR	-	-	62 detik
AVR PI	-	-	58 detik
AVR PI PSS	-	-	57 detik



Gambar 17 Grafik Respon Tegangan

Gambar 17 merupakan tegangan dengan perubahan beban, terlihat bahwa setelah terjadi perubahan beban, tegangan tetap stabil dan osilasi dapat diredam dengan pemasangan *power system stabilizer* sebagai perangkat kontrol tambahan, dalam hal ini kestabilan dinamik pada tegangan dapat diperbaiki dengan baik oleh perangkat tambahan tersebut, analisa hasil perubahan beban juga dapat dilihat pada tabel 4.9 sistem lebih cepat stabil 8 detik setelah pemasangan PSS dan *overshoot* hanya mencapai 1.0215 berbeda dengan hanya pemakaian AVR PI sebagai kontrolnya *overshoot* mencapai 1.0507.

Tabel 9 Analisa Respon Tegangan

	Waktu Puncak	Overshoot	Waktu Menetap	Set Point
AVR	-	-	34 detik	Tidak
AVR PI	16,798 detik	1,0507	63 detik	Iya
AVR PI PSS	17,915 detik	1,0215	51 detik	Iya

#### 4. Kesimpulan

Dari ketiga simulasi, yaitu SMIB menggunakan kontrol AVR, SMIB menggunakan kontrol AVR dan kendali PI serta SMIB menggunakan kontrol AVR kendali PI dan PSS, penerapan AVR kendali PI dan PSS memberikan unjuk kerja yang lebih baik dibandingkan dengan sistem yang menggunakan AVR kendali PI dan sistem yang hanya menggunakan kontrol AVR saja, dengan penalaan parameter yang sesuai PSS dapat bekerja secara optimal dengan cara meredam osilasi, tapi dalam hal ini kecepatan dan sudut rotor tidak terlalu terpengaruh karena PSS meningkatkan stabilitas sistem dengan cara mengendalikan daya listrik atau daya reaktifnya.

#### 6. Daftar Pustaka

1. Robandi, Imam. 2006. *Desain Sistem Tenaga Modern*. Yogyakarta : Andi
2. Robandi, Imam. 2009. *Modern Power System Control*. Yogyakarta : Andi
3. Kundur, Prabha. 1993. *Power System Stability and control*. Mc Grow-Hill
4. Cekdin, Cekmas. 2007. *Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta : Andi

5. Saadat, Hadi. 1999. *Power System Analysis*. Singapur: McGraw-Hill Co
6. Ogata, Katsuhiko. 1984. *Teknik Kontrol Automatik*. Indonesia : Erlangga
7. Haddin, Muhamad, Soebagio, Adi Soeprijanto. *Optimal Setting Gain Of PSS-AVR Particle Swarm Optimization For Power System Stability Improvement*. Institut Teknologi Sepuluh November.
8. Santoso, Ari, Hadi, Sasongko Pramono, Suharyanto. *Kombinasi Avr dan Pss Generator Dengan Kendali Logika Fuzzy dan Konvensional Pada Peredaman Osilasi Frekuensi Rendah*. Tersedia dari: <http://www.repository.ugm.ac.id> [URL dikunjungi 9 september juni 2014].
9. Yamlecha, Jibril. *Perbandingan Desain Optimal Power System Stabilizer (Pss) Menggunakan Pso (Particle Swarm Optimization) Dan Ga (Genetic Algorithm) Pada Single Machine Infinite Bus (SMIB)*. Tersedia dari: <http://www.ejournal-sl.undip.ac.id> [URL dikunjungi 25 juni 2014].
10. Rudi, Masrul. *Analisis Penggunaan Power System Stabilizer (PSS) Dalam Perbaikan stabilitas Dinamik Sistem Tenaga Listrik Multi Mesin*. Universitas Sumatra Utara.
11. Sultan, Nrartha, I Made Ari. *Perbaikan Stabilitas Dinamis Sistem Tenaga Dengan Fuzzy Proportional Derivatif Power System Stabilizer*. Dielektrika, ISSN 2086-9487 Vol. 1, No. 1 : 14 - 19, Agustus 2010.
12. Arjana P.P, Gede, Penangsang, Ontoseno, dan Priyadi, Ardyono. *Analisis Stabilitas Transient Pada Sistem Tenaga Listrik dengan Mempertimbangkan Beban Non-Linear*. Jurnal Teknik Pomits Vol. 1, No. 1, (2012)
13. Laksono, Heru Dibyo, Putra, Ichsan Ridho. *Analisa Performansi Single Machine Infinite Bus (SMIB) dengan Metoda Linear Quadratic Regulator (LQR) (Studi Kasus : PLTA Singkarak)*. Vol. 20 No. 2 November 2013.

## **PEDOMAN BAGI PENULIS JURNAL SETRUM**

Jurnal SETRUM adalah jurnal ilmiah untuk publikasi penelitian dan pengembangan di bidang :

1. Sistem Kendali
2. Sistem Tenaga Listrik
3. Elektronika dan Instrumentasi
4. Telekomunikasi
5. Komputer

### **Sistematika Penulisan**

1. Naskah pada kertas ukuran A4 dengan batas atas, batas kanan, batas bawah, dan batas kiri masing-masing 2 cm. Naskah terdiri atas bagian judul, bagian abstrak, dan bagian isi makalah.
2. Bagian judul berisi judul yang ringkas tidak lebih dari 12 kata tanpa singkatan jika menggunakan bahasa Indonesia dan 10 kata tanpa singkatan jika menggunakan bahasa Inggris. Bagian judul disertai nama (para) penulis tanpa gelar, instansi/ perguruan tinggi, dan email penulis utama dan/atau penulis lainnya. Bagian Judul diketik dengan huruf Times New Roman ukuran 16, cetak tebal, dan rata tengah. Bagian Judul disajikan dalam satu kolom.
3. Bagian abstrak ditulis dengan font Times New Roman ukuran 10, cetak miring, dan rata kanan-kiri. Abstrak disajikan dalam dua bahasa, yaitu bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Abstrak disertakan dengan kata kunci. Bagian abstrak disajikan dalam satu kolom. Bagian abstrak harus memuat inti permasalahan yang dikemukakan, metode pemecahannya, dan hasil-hasil yang diperoleh serta kesimpulan dan tidak lebih dari 200 kata.
4. Bagian isi diketik dengan huruf Times New Roman ukuran 10, rata kanan-kiri, dan disajikan dalam dua kolom. Bagian isi terdiri atas bab Pendahuluan, Metode, Hasil & Pembahasan, Kesimpulan, dan Daftar Pustaka. Tiap bab diawali dengan penomoran romawi kapital dan tiap sub bab diawali dengan penomoran numerik. Kata-kata atau istilah asing ditulis dengan huruf miring
5. Gambar atau foto harus dapat dicetak dengan tajam dan jelas. Gambar atau foto warna hanya tersedia pada edisi elektronik. Gambar dan tabel dapat dimasukkan ke dalam bagian isi atau terpisah dalam lampiran tersendiri. Untuk kejelasan penempatan dalam jurnal, gambar dan tabel harus diberi nomor sesuai dengan nomor urut gambar pada tulisan tersebut, misalnya Gambar 1 atau Tabel 1. Gambar dan tabel harus disertakan judul. Penulisan nomor dan judul gambar diletakkan setelah gambar dan penulisan nomor dan judul tabel diletakkan sebelum tabel.
6. Persamaan diketik dan diberi nomor disebelah kanan, misalnya (1). Satuan yang digunakan adalah satuan internasional (EGS atau MKS) atau yang lazim ada cabang ilmunya. Angka desimal pada data numerik harus mengacu kepada sistem internasional yaitu dengan menggunakan titik.
7. Rujukan dan daftar pustaka ditulis dengan menggunakan metode Vancouver.
8. Naskah dikirim ke redaksi melalui email.

ISSN 2301-4652



9 772301 485253

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jend. Sudirman km. 3 Kota Cilegon, Banten  
Phone: 0254-395502 ext. 15 Fax: 0254-395440