

VOLUME 6 | NOMOR 1 | APRIL 2020

p-ISSN 2443-0986
e-ISSN 2685-001X

ELEKTRIKA BORNEO



Diterbitkan oleh
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

p-ISSN 2443-0986
e-ISSN 2685-001X

ELEKTRIKA BORNEO

Volume 6, Nomor 1, April 2020

Ketua Redaksi
(Editor-in-Chief)

Fitriani Said, S.T., M.T.

Dewan Redaksi
(Editorial Board)

Dr. Eng. Linda Sartika, S.T., M.T.

Rudy, S.T., M.T.

Arif Fadllullah, S.Pd., M.Kom.

Abdul Muis Prasetia, S.T., M.T.

Abil Huda, S.T., M.T.

Asisten Redaksi
(Editorial Assistant)

Awang Pradana, S.Kom., M.Kom.

Alamat Redaksi
(Address)

**Gedung D Lantai 3 Kampus Universitas Borneo Tarakan
Jalan Amal Lama No. 1, Tarakan, 77123
Kalimantan Utara, Indonesia**



Diterbitkan oleh:
Jurusan Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan

ELEKTRIKA BORNEO

Volume 6, Nomor 1, April 2020

DAFTAR ISI

1. Analisis Efisiensi Penggunaan Lampu Hemat Energi (LHE) Dan *Ballast* Elektronik Pada Lampu Neon
Sudirman Syam, Sri Kurniati, dan Jauhari Effendi 1 – 7
2. Penerapan Modifikasi *Vigenere Cipher* Pada *Least Significant Bit Steganography* Menggunakan Pendekatan *Midpoint Cycle*
Lipantri Mashur Gultom, Supria, Muhamad Nasir, dan Sarimuddin..... 8 – 14
3. Baterai Air Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Untuk Pemukiman Pesisir dan Budidaya Perikanan
Eko Budi Santoso dan Mulyadi 15–19
4. Sistem Kran Air Otomatis menggunakan Sensor *Infrared Adjustable*
Muhammad Faisal dan Rika Wahyuni Arsianti 20–24
5. Sistem Monitoring Akuarium Berbasis Mikrokontroler dan *Django Web Framework*
Muhamad Nasir dan Novia Natasya 25–28

ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN LAMPU HEMAT ENERGI (LHE) DAN BALLAST ELEKTRONIK PADA LAMPU NEON

Sudirman Syam¹, Sri Kurniati², Jauhari Effendi³

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana, Kupang-NTT, Indonesia,

³Program Pascasarjana Ilmu Lingkungan Universitas Nusa Cendana, Kupang-NTT, Indonesia,

¹sudirman_s@staf.undana.ac.id

²sri_kurniati@staf.undana.ac.id

³jafe64@yahoo.com

Abstract—Increased technological growth absorbs a lot of energy and is a very frightening periodic energy crisis incident. At present, there has been a change in the pattern of the use of ordinary lamps to save lamps from conventional ballasts to electronic ballasts and energy saving lamps (LHE). The purpose of this study is to analyze and evaluate electrical energy savings from the use of conventional ballasts to electronic ballasts. The results showed that, the use of energy-saving lamps requires an initial cost that is more expensive than ordinary lamps, but in daily operations it becomes more economical so that energy savings are obtained between 20 - 80%. The existence of a replacement pattern from ordinary lamps to saving lamps will be able to help PLN to reduce reactive energy so that it will reduce energy losses that occur in the electricity network. In addition, the change of conventional ballast to electronic ballast will increase the electric power factor by 55.61%.

Keywords—Energy Saving Lamps, Electronic Ballasts, Power Factors

Intisari—Peningkatan pertumbuhan teknologi menyerap banyak energi dan merupakan insiden krisis energi periodik yang sangat menakutkan. Saat ini, telah terjadi perubahan pola penggunaan lampu biasa untuk menghemat lampu dari ballast konvensional ke ballast elektronik dan lampu hemat energi (LHE). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dan mengevaluasi penghematan energi listrik dari penggunaan ballast konvensional menjadi ballast elektronik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penggunaan lampu hemat energi memerlukan biaya awal yang lebih mahal dibandingkan dengan lampu biasa, tetapi dalam operasi sehari-hari menjadi lebih ekonomis sehingga diperoleh penghematan energi antara 20 - 80%. Adanya pola penggantian dari lampu biasa menjadi lampu hemat akan dapat membantu PLN untuk mengurangi energi reaktif sehingga akan mengurangi rugi-rugi energi yang terjadi pada jaringan listrik. Sebagai tambahan, adanya perubahan penggantian ballast konvensional menjadi ballast elektronik akan dapat meningkatkan faktor daya listrik sebesar 55,61%.

Kata Kunci—Lampu Hemat Energi, Ballast Elektronik, Faktor Daya

I. PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi energi merupakan sesuatu yang tidak bisa kita hindari seiring dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat dan perkembangan jumlah penduduk. Sementara ketersediaan energi semakin

berkurang karena eksploitasi yang terus menerus dan penemuan-penemuan sumber energi baru yang tidak sebanding dengan besarnya konsumsi energi itu sendiri. Sebagai contoh dapat dilihat dari konsumsi energi listrik di Indonesia pada tahun 1994 yang besarnya 51.478,38 GWH, pada tahun 1998 meningkat menjadi 77.903,37 GWH [1]. Akibatnya masalah energi akan menjadi masalah yang sangat peka di masa – masa yang akan datang. Oleh karena itu, ketersediaan energi ini sudah selayaknya menjadi perhatian seluruh masyarakat dunia.

Selama bertahun-tahun, berbagai keunggulan Ballast Elektronik (BE) telah diuraikan oleh para peneliti sebelumnya seiring dengan kemajuan di sektor elektronik daya seperti pengurangan biaya energi, baik di sektor rumah tangga maupun sektor industri [2]. Selain itu, kemampun efisiensinya juga lebih tinggi dibanding dengan lampu fluorescen yang disuplai pada frekuensi tinggi yang berdampak pada penghematan energi secara signifikan bila dibandingkan dengan lampu pijar [3-4]. Saat ini, telah diproduksi lampu fluorescent dengan BE sebagai pengganti ballast konvensional (BK) atau ballast induktif yang mirip seperti lampu pijar dan dapat mengurangi konsumsi energi dengan faktor 4 atau 5 [5-6]. Lampu ini dikenal dengan Compact Fluorescent Lampu (CFL).

Inverter setengah jembatan biasanya digunakan pada pembuatan lampu hemat energi ini dengan biaya yang lebih murah dan ukuran lampu yang lebih simpel [7-11]. Kekuatan lampu ini biasanya di bawah 25W dengan umur pemakaian rata-rata antara 8 - 15 kali dibanding dengan lampu pijar. CFL biasanya memiliki umur pemakaian antara 6.000 dan 15.000 jam, sedangkan lampu pijar biasanya diproduksi hanya memiliki masa pakai 750 jam atau 1.000 jam [12].

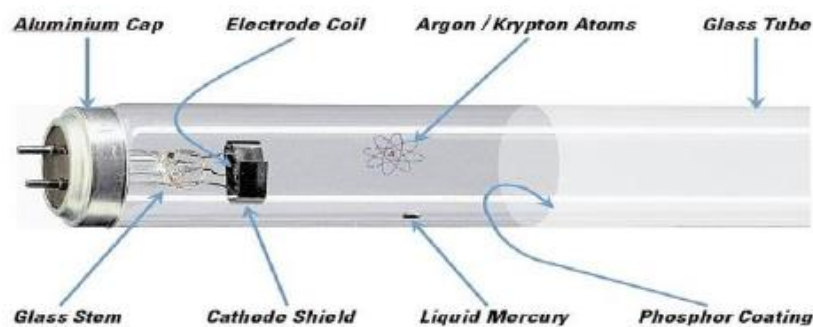
Dalam paper ini akan menganalisis perbandingan penggunaan energi lampu hemat energi dengan lampu ballast konvensional serta lampu pijar. Dengan demikian dapat diperoleh informasi penggunaan kedua lampu tersebut secara ekonomis. Dengan demikian, masyarakat dapat memahami keunggulan LHE dan tidak cenderung memilih lampu yang murah, namun kenyataannya tidak hemat energi, seperti lampu pijar dan lampu neon yang menggunakan BK. Selain itu, penggunaan lampu dengan ballast konvensional juga penyebab timbulnya harmonik pada jaringan listrik [13].

II. LANDASAN TEORI

A. Sejarah Perlampuan

Lampu pertama kali ditemukan oleh Thomas Alfa Edison pada tahun 1878 dalam bentuk lampu pijar. Ditinjau dari material maupun bentuk fisik dan teknologinya, lampu ini telah mengalami banyak perubahan dibandingkan pada awal penemuannya. Prinsip kerja dari lampu listrik berdasarkan dengan cara menghubungkan singkat arus listrik pada filamen carbon (C) sehingga terjadi arus hubung singkat yang mengakibatkan timbulnya panas. Akibatnya, adanya panas sehingga terjadi kenaikan suhu tertentu sampai mengeluarkan cahaya, dan cahaya yang didapat pada waktu itu baru mencapai 3 lumen / W (Lumen = satuan arus cahaya).

Selanjutnya, tahun 1933 *efficacy* lampu menjadi ± 20 lumen dengan menggunakan filamen *tungsten* atau *wolfram* yang dibuat membentuk lilitan kumparan. Sistem pembangkitan cahaya buatan ini disebut sistem pemijaran (*Incondescence*). Namun sebelumnya, tahun 1910 pertama kali digunakan lampu luah (*discharge*) tegangan tinggi. Prinsip kerja lampu ini menggunakan sistem emisi elektron yang bergerak dari katoda menuju anoda pada tabung lampu yang menumbuk atom-atom media gas yang ada di dalam tabung tersebut. Akibatnya tumbukan akan menjadi pelepasan energi dalam bentuk cahaya. Sistem pembangkitan cahaya ini disebut *Luminescence* (berpendarnya energi keluar tabung). Mekanisme luah dari lampu tabung Fluorescen dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme luah dari lampu tabung Fluorescen

Media gas yang digunakan dapat berbagai macam. Tahun 1932 ditemukan lampu luah dengan gas sodium tekanan rendah dan tahun 1935 dikembangkan lampu luah dengan gas merkuri, kemudian tahun 1939 berhasil dikembangkan lampu fluorescen yang biasa dikenal dengan lampu neon. Selanjutnya lampu *xenon* tahun 1951, lampu pijar dan gas halogen tahun 1959. Khusus lampu sorot dengan warna yang lebih baik telah dikembangkan gas *metahalide* (halogen yang dicampur dengan *iodene*) pada tahun 1964 sampai pada akhirnya lampu sodium tekanan tinggi tahun 1965 [14]. Prinsip emisi elektron ini dapat meningkatkan *efficacy* lampu diatas 50 lumen/W, jauh lebih baik /tinggi dibanding dengan prinsip pemijaran. Hal ini jelas karena rugi energi listrik yang diubah menjadi energi cahaya melalui proses emisi elektron dapat dihemat banyak sekali dibanding dengan cara pemijaran dimana energi listrik yang diubah menjadi energi cahaya banyak yang hilang terbuang menjadi energi panas (sebelum menjadi energi cahaya). Gambar 2 memperlihatkan distribusi listrik yang diubah menjadi energi cahaya suatu sumber lampu.

B. Lampu Hemat Energi (LHE)

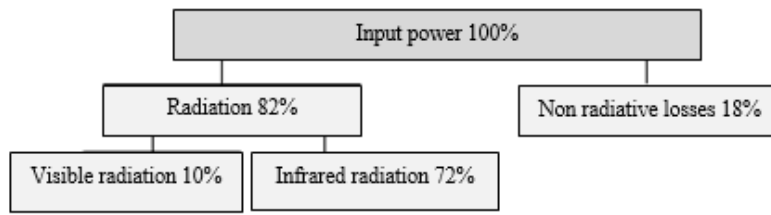
1. Lampu PL dan SL

Pada era yang terakhir telah dikembangkan lampu pijar dengan sistem induksi magnet yang mempunyai umur paling lama dari lampu-lampu jenis lain ± 60.000 jam. Namun hal ini masih dalam tahap penelitian dan pengembangan guna mendapat nilai ekonomi yang lebih baik. Untuk sistem penerangan dekade 90-an yang banyak

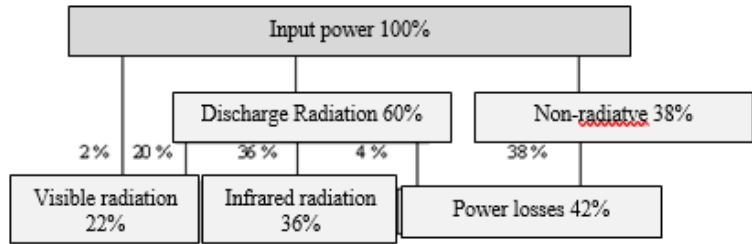
digunakan oleh masyarakat umum saat ini adalah jenis lampu fluorescen kompak model SL atau PL yang dikenal dengan LHE. Jenis lampu LHE adalah lampu jenis fluorescen atau yang lebih dikenal dengan lampu neon, seperti pada Gambar 3.

Lampu model SL dan PL pada prinsipnya secara teknis sama dengan model lampu jenis *fluorescen* biasa yaitu *efficacy* lampu berkisar 60 lumen/W, hanya keistimewaannya mempunyai bentuk yang ringkas, tidak memanjang seperti lampu noen biasa, komponen elektrisnya yang terdiri dari ballast, kapasitor dan stater terpadu dalam suatu kesatuan dalam lampu yang disebut SL. Sedangkan model PL untuk komponen elektrisnya terpisah dari lampu, bentuk kaki lampu dibuat sama seperti pada kaki lampu pijar yaitu dengan sistem ulir dengan ukuran standar E.27.

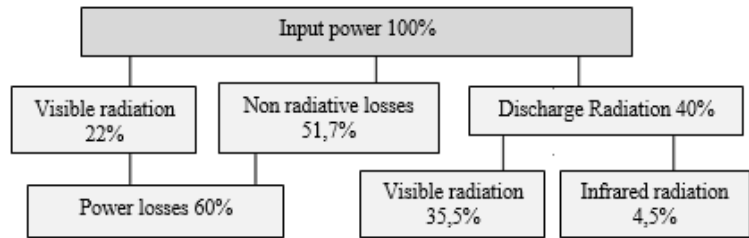
Lampu fluoresen terdiri dari tabung kaca silinder, dilapisi bagian dalamnya dengan fosfor fluoresen. Setiap tabung fluorescen mengandung merkuri atau amalgam dalam dosis kecil dan campuran gas inert, seperti argon dan kripton atau neon dan argon. Di kedua ujung tabung terdapat elektroda (katoda) yang mengalirkan muatan listrik dari satu ujung ke ujung lainnya, ion yang menarik dalam proses tersebut. Ketika ion-ion ini melewati tabung, mereka bertabrakan dengan partikel-partikel merkuri dan menghasilkan radiasi ultraviolet. Ini pada gilirannya menyebar ke lapisan fosfor yang menghasilkan cahaya putih terlihat. Temperatur warna dan rendering warna dapat ditentukan oleh lapisan campuran fosfor di bagian dalam tabung, Gambar 1.



(a) cahaya lampu pijar



b. Cahaya lampu fluorescen



c. Cahaya lampu sodium

Gambar 2. Distribusi listrik yang diubah menjadi energi cahaya suatu sumber cahaya lampu



Gambar 3. Lampu fluorescen (LHE)

Renderasi warna (*colour rendering*) dapat dipilih berbagai macam sesuai yang diinginkan warna oleh konsumen. Bila diinginkan warna cahaya seperti lampu pijar maka dapat dipilih dengan indeks renderasi warna yang tinggi, karena warna pada lampu pijar adalah warna standar / acuan yang mendekati warna cahaya spektrum yang lengkap seperti pada sinar matahari. Selain itu bila diinginkan warna cahaya lain seperti warna *white*, *cool white*, *day light*, dll, maka hal ini lebih dimungkinkan didapat pada lampu fluorescen dibandingkan dengan lampu pijar yang hanya mempunyai satu jenis redensi warna. Umur lampu fluorescen adalah 8000 jam, lebih lama bila dibandingkan dengan umur lampu pijar yang hanya 1000 jam.

Tabel I
Renderasi warna dari lampu pijar dan lampu fluorescen

Jenis	CRT
Lampu pijar - Day light	100
Lampu Fluorescen - Special Warna White TL 40 W / 27	93
Lampu Fluorescen - Warna White (Standard) TL 40 W / 29	52
Lampu Fluorescen - Special Cool White TL 40 W / 37	93
Lampu Fluorescen - Cool Warna White (Standard) TL 40 W / 33	65

2. Compact Fluorescent Lamp (CFL)

Dalam beberapa tahun terakhir, bola lampu pijar mulai ditinggalkan dan beralih ke lampu sistem fluorescent (FL) yang lebih efisien, lampu fluorescent kompak (CFL), dan sistem pencahayaan light emitting diode (LED). Lampu CFL adalah salah satu inovasi paling sukses di industri dalam hal pencahayaan, yakni lampu CFL modern bertahan 10 kali lebih lama dibanding dengan lampu pijar tradisional. Lampu CFL mengkonsumsi energi yang jauh lebih sedikit dengan menghasilkan jumlah cahaya yang sama. Misalnya, lampu CFL 15 Watt memancarkan jumlah cahaya yang sama dengan bohlam pijar 60 Watt. Terlepas dari keunggulan CFL, mereka memiliki beberapa keterbatasan. Beberapa jenis lampu CFL tidak dapat bekerja dengan baik pada suhu rendah. Selain itu, memungkinkan dapat menghasilkan interferensi frekuensi radio (RFI), tidak tahan terhadap guncangan, dan memiliki merkuri di dalam tutup kacanya [15].

C. Ballast Elektronik (BE)

Ballast jenis ini mempunyai keunikan khusus, yaitu sistem bekerjanya tidak lagi menggunakan gulungan

(kumparan) kawat pada suatu inti besi, tetapi telah diganti dengan sistem rangkaian elektronik sehingga besarnya rugi-rugi pada inti besi pada kumparan menjadi tidak ada lagi, dan hanya sedikit rugi saja karena adanya rangkaian atau sirkit. Inilah yang paling menguntungkan dalam penghematan energi listrik yang diserapnya. Keuntungan lain yang didapat adalah dapat diatur konsumsi arus listriknya dengan tetap mempertahankan besar tegangan yang diinginkan, sehingga ballast elektronik dapat digunakan untuk sistem pengaturan energi listrik sesuai yang dibutuhkan pada suatu ruangan.

Bila dibandingkan dengan BK, maka BE mensuplai bagian elektronik dari lampu fluorescen dengan tegangan frekuensi tinggi (frekuensi pelayanan 39 Hz) sehingga menaikkan tingkat penerangan cahaya dari lampu dan jelas menurunkan pemakaian energi. Selain itu hanya sedikit energi diubah menjadi rugi daya dan memperpanjang rentang hidup (umur pakai lampu-lampu fluorescen). Dengan sistem sirkit elektronik, maka ballast menjadi lebih ringan dan lebih kecil dibandingkan dengan BK (sistem gulungan kawat), seperti yang terlihat perbandingannya dalam Tabel II.

Tabel II
Perbandingan Ballast Elektronik (BE) dengan Ballast Konvensional (BK) [16]

No.	Uraian	BE	BK
1.	Rugi daya listrik pada TL 40 W	0,5 W	8W
2.	Faktor daya listrik (Cos ϕ)	1	<1 (Dapat diperbaiki dengan memasang kapasitor)
3.	Berat dan volume	Ringan dan kecil	Berat dan besar
4.	Umur pakai	13 Tahun	5 Tahun
5.	Pengaruh kedip	Tidak ada	Ada
6.	Pengaruh terhadap umur pakai lampu	Lebih lama	-
7.	Bunyi dengung	Tidak ada	Kadang-kadang
8.	Harga	Mahal	Murah
9.	Penggunaan Energi	Dapat menghemat daya kurang lebih 50 % dari Ballast biasa	Konsumsi daya yang besar
10.	Starting	Starting penyalaan kurang dari 1 detik	Starting penyalaan 7,5 detik
11.	Kedip Tegangan	Tidak dipengaruhi adanya kedipan (cahaya tidak berkedip)	Sangat dipengaruhi oleh kedipan PLN
12.	Sistem operasi	Dapat beroperasi pada tegangan 100-240 V	Operasi kerja ballast lebih besar dari 210 V, sehingga bila terjadi <i>Lower Voltage</i> Ballast tidak dapat bekerja, lampu tidak dapat menyala
13.	Life Time	<i>Life Time</i> yang relatif lama terhadap lampu TL-nya.	<i>Life Time</i> yang relatif singkat terhadap lampu TL-nya.
14.	Starter	Tidak membutuhkan starter	Dalam pengoperasiannya membutuhkan perangsang (starter).
15.	Faktor Kerja	Power faktor yang tinggi lebih dari 0,9	Power Factor relatif rendah, kurang lebih 0,4.

Penggunaan BE, disamping mempunyai power faktor yang tinggi dan dapat menghemat biaya listrik juga menguntungkan PLN, antara lain:

1. Memperkecil/menghilangkan power loss (VAR) yang relatif tinggi.
2. Menghemat total power (VA) sehingga dapat dikontasikan kepada konsumen baru.
3. Dapat menambah kapasitas daya di jaringan sistem distribusi.

- Meringankan power out distribusi transformator arus yang berkurang, sehingga dapat menghemat / memperpanjang life time transformator.

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini digunakan kajian pustaka dan eksperimental melalui pengukuran arus dan tegangan pada sampel lampu yang digunakan. Untuk dapat merealisasikan suatu sistem penerangan dengan pemakaian energi yang lebih efisien, maka dalam penelitian ini yang dibagi dalam 3 tingkat, yang diterapkan untuk penerangan: perkantoran, pabrik, perkantoran [17]. Dalam sistem penerangan ini tak hanya dikemukakan suatu teori dengan visi kemudian hari, tapi program tersebut juga dapat direalisasikan dengan sarana yang tersedia sekarang.

- Pada tingkat I: Sistem perlampuan (instalasi lampu-lampu yang telah terpasang) yang lama diganti dengan sistem perlampuan yang lebih efisien pemakaiannya, misalnya lampu-lampu yang mempunyai tutup plastik putih dari 18,3 W/m², yang dapat menghemat kira-kira 43% dan sering dipasang di pabrik dengan hall atau ruang kerja yang luas.
- Pada tingkat II diusahakan untuk dapat tercapai suatu unjuk kerja perlampuan yang ekonomis, maka ballast elektronik (BE) disini memberi solusi yang tepat. Suatu inovasi teknik perlampuan dalam dekade terakhir yang menghasilkan suatu potensial hemat energi sampai 25%.
- Pada tingkat terakhir (III) diusulkan supaya cahaya matahari dalam ruang dimanfaatkan secara terarah, artinya dengan perantara alat pengatur yang bergantung pada cahaya matahari dan mengontrol penerangan lampu-lampu (*artificial illumination*), dapat menurunkan lagi pemakaian energi sebesar 25%.

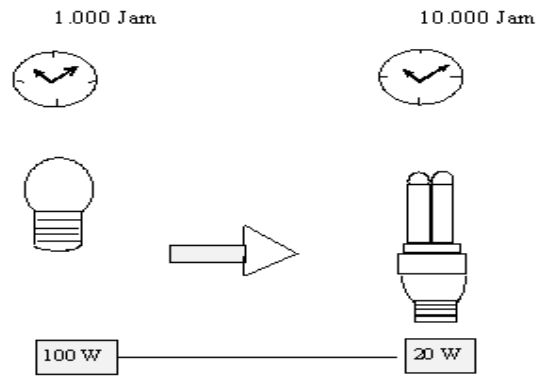
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Ekonomis

Analisis secara ekonomi perbandingan antara lampu hemat energi dengan lampu biasa (pijar) sebagai berikut:

- Jika konsumen menggunakan lampu hemat energi 20 W dimana umur dari lampu ini = 10.000 jam akan sama cahayanya jika menggunakan lampu pijar 100 W sedangkan umur dari lampu pijar ini hanya 1000 jam. Dengan demikian 1 lampu hemat energi yang dayanya hanya 20 W akan setara dengan 10 buah lampu pijar yang dayanya 100 W = 1000 W".

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Gambar 4, sedangkan Tabel III memperlihatkan perbandingan lampu hemat energi dan lampu biasa [18].



Gambar 4 Perbandingan lampu hemat energi dan lampu biasa

Tabel III

Data perbandingan lampu hemat energi dengan lampu pijar

Lampu Hemat Energi			Lampu Biasa (TL & Pijar(*))		
Brighthness (Watt)	Umur (jam)	Harga (Rp)	Brighthness (Watt)	Umur (Jam)	Harga (Rp)
5	5.000	31.500	25	1000	3.500(*)
9	6.000	31.500	40	1000	21.000
11	6.000	31.500	55	1000	24.500
13	7.500	32.000	65	1000	
15	7.500	32.000	75	1000	4.500(*)
16	9.000	39.000	80	1000	4.500(*)
18	9.000	39.000	90	1000	
20	10.000	40.000	100	1000	7.500(*)
26	10.000	42.000	130	1000	

Selanjutnya, Tabel IV memperlihatkan analisis penggantian lampu TL dan lampu tipe CFL dengan lampu LED. Berdasarkan tabel ini, secara ekonomis terlihat bahwa ada penghematan konsumsi energi dari 1.057 Watt menjadi 619 Watt. Artinya terdapat penghematan energi sekitar 438 Watt atau pengurangan tagihan listrik setiap bulan. Penggantian lampu ini berdasarkan atas kesetaraan atau kesamaan iluminasi/pencahayaan dari spesifikasi lampu yang terpasang dengan alternatif lampu pengganti.

Tabel IV Analisis Ekonomis Penggantian Lampu

Jenis Lampu yang terpasang	Jumlah (buah)	Daya (Watt)	Alternatif penggantian lampu	Daya (Watt)
TL 36 W	10	360	LED 20 W	200
CFL 14 W	5	70	LED 9 W	45
CFL 13 W	15	195	LED 8 W	120
CFL 36 W	7	252	LED 22 W	154
TL 18 W	10	180	LED 10 W	100
Jumlah		1.057		619

B. Analisis Biaya

Apabila menggunakan lampu hemat energi 20 Watt dengan harga Rp 40.000 dipakai selama 10.000 jam. Biaya operasional dari lampu tersebut sesuai dengan ketentuan dari PLN 1 KWH (Kilo Watt Jam) atau Besarnya daya yang terpakai (kW) x Lama waktu dipergunakan (Jam) = Rp 169/kwh untuk daya 0-450 VA. Jadi biaya operasional selama 10.000 jam = (0,002 x 10.000) x Rp 169,- = Rp 3.380. Dengan demikian biaya

total = biaya awal + biaya operasional = Rp 40.000 + Rp3.380 = Rp 43.380.

Berdasarkan Tabel III terlihat bahwa lampu yang sepadan/setara dari lampu hemat energi adalah lampu 100 Watt dengan umur pemakaian 1000 jam. Artinya perbandingannya = 1:10. Dengan demikian jika dihitung biaya awal selama pemakaiannya 10.000 jam (10 buah lampu yang dipakai) dengan harga 1 buah lampu = Rp7.500 x 10 = 75.000,-. Sedangkan biaya operasional selama 10.000 jam dengan daya 100 Watt = 10.000 jam x 0,1 Kw = 1000 KWH x Rp169,- = Rp169.000,-. Jadi biaya total penggunaan lampu biasa (TL) = Biaya awal + Biaya operasional = Rp 75.000 + Rp 169.000 = Rp244.000. Jadi penghematan yang diperoleh = Rp244.000- Rp43.380 = Rp200.380,-(Seratus empat belas ribu tiga ratus delapan puluh ribu rupiah) [17].

C. Analisis Perbandingan Ballast Elektronik dengan Ballast Induktif

Meningkatnya perkembangan teknologi banyak menyerap energi dan amat dikhawatirkan timbulnya krisis energi berkala. Oleh karena itu muncul himbuan pemerintah tentang pemanfaatan sumber daya alami untuk dapat digunakan sehemat mungkin atau sesuai kebutuhan. Hal tersebut berkaitan erat dengan kelistrikan karena listrik adalah salah satu faktor penyerap energi energi yang tidak sedikit. Selain itu, listrik termasuk kebutuhan primer sehari-hari, sehingga penggunaannya harus dapat ditekan agar tidak terjadi pemborosan energi. Sebagai contoh: adalah penggunaan BK yang banyak di kalangan masyarakat untuk daerah perumahan dan perkantoran. BK mempunyai rugi-rugi daya (*Power Loss*) yang tinggi, sehingga dapat merugikan konsumen dan juga Perusahaan Listrik Negara (PLN).

Sasaran utama pemanfaatan BE adalah membantu program pemerintah dalam menanggulangi krisis energi. Dengan banyaknya konsumen yang menggunakan BE baik Instansi Pemerintah maupun Gedung Perkantoran Negeri/Swasta akan dapat menghemat sumber energi, sehingga kita dapat memanfaatkan sumber energi dengan efisien.

Perbandingan Arus

Power supply PLN 220 V Cos ϕ sumber = 0,8, melayani lampu TL 1 x 40 Watt. Bila menggunakan BI cos ϕ = 0,4, maka diperoleh arus yang mengalir pada lampu sebagai berikut:

$$I = W / a \cdot V \cdot \text{Cos } \phi \text{ s x Cos } \phi \text{ BI} \\ = 40 / \sqrt{2} \times 220 \times 0,8 \times 0,4 = 0,401 \text{ Ampere}$$

Selanjutnya dengan menggunakan BE Cos ϕ : 0,9, maka diperoleh:

$$I = W / a \cdot V \cdot \text{Cos } \phi_s \times \text{Cos } \phi \text{ B} \\ = 40 / \sqrt{2} \times 220 \times 0,8 \times 0,9 \\ = 0,178 \text{ Ampere}$$

Dengan demikian penggunaan BE dapat menghemat arus sebesar:

$$\text{Induktif - Elektronik} = 0,401 \text{ A} - 0,178 \text{ A} = \\ 0,233 \text{ Ampere} \\ \text{atau (\%)} = 0,223 / 0,401 \times 100 \% = 55,61 \%$$

D. Pembahasan

Hemat energi adalah suatu tema yang menarik dan perhatian penuh di seluruh masyarakat umum, akan tetapi dalam hubungan ini jarang dipikirkan ke masalah penerangan. Ternyata di Jerman, 10% dari seluruh kebutuhan energi 480.000 GWH (1 GWH=1 x 10⁶ KWH) dipakai tujuan penerangan yang dibagi lagi dalam 20% untuk rumah pribadi dan 80% untuk industri, perdagangan, penerangan umum dan sebagainya. Dalam sektor kawasan industri selain lampu sodium tekanan tinggi, banyak juga dipasang lampu-lampu jenis fluorescen sejumlah kira-kira 310 juta buah. Artinya ada trend di Eropa bahwa pemakaian atau kebutuhan terhadap lampu-lampu penerangan tersebut akan terus meningkat.

Contoh kasus di pelabuhan udara Frankfurt Jerman menerapkan hemat energi di instalasi perlampuan dan 10% dari seluruh daya listrik tersebut dibutuhkan untuk penerangan. Kemudian telah terpasang 300.000 buah lampu fluorescen dan 25.000 buah lampu jenis halogen. Selama 10 tahun telah dipasang 50.000 buah BE yang menghasilkan hemat energi antara 23% dan 37%, sehingga biaya investasi yang tinggi dapat dilunasi dalam periode 1 dan 2 tahun. Selain itu rentang hidup (umur pakai) dari lampu-lampu yang dilengkapi dengan BE dalam operasi terus-menerus (nyala) dapat dinaikkan dari kira-kira 3.500 jam menjadi 24.000 jam.

Dalam penilaiannya harus dibedakan antara aspek-aspek ekologis, ekonomis dan ergonomis. Sistem penerangan ekonomis yang tinggi dapat dicapai dengan cara penghematan biaya-biaya energi, ongkos-ongkos pelayanan, harga lampu yang rendah, jaminan yang maksimum terhadap kebakaran dan tempat kerja maupun persyaratan kerja yang baik. Menurut [18], bahwa dengan memakai lampu hemat energi dan memperpanjang rentang hidup dari perlampuan, maka dapat menghemat atau mengurangi pemakaian sumber-sumber energi. Ergonomi akan membuat daya penglihatan yang tinggi, tak ada gangguan kebisingan, penerangan untuk tiap-taip manusia dan kesejahteraan masyarakat.

Adanya penghematan energi sistem penerangan akan memberi dampak yang sangat nyata. Sebagai contoh, di negara Jerman ballast konvensional dari sejumlah kira-kira 310 juta lampu fluorescen yang terpasang, diganti dengan ballast elektronik, maka setiap tahun dapat menghemat kira-kira 6500 GWH energi listrik, yang dapat disamakan dengan pemakaian 2 juta ton batubara pertahun di dalam pembangkit listrik konvensional.

Selanjutnya, dibandingkan dengan lampu pijar dengan jumlah cahaya / iluminasi yang sama, lampu CFL menggunakan daya listrik seperlima hingga sepertiga, dan bertahan delapan hingga lima belas kali lebih lama. Jenis lampu CFL mempunyai harga pembelian yang lebih tinggi dibanding lampu pijar, tetapi dapat menghemat lebih dari lima kali harga pembelian dalam biaya listrik selama masa pakai lampu. Kemudian, dengan penggantian dari lampu CFL ke lampu LED akan memberikan penghematan yang lebih tinggi lagi dengan jumlah iluminasi yang sama. Oleh karena itu, penggunaan lampu LED akan memberikan dampak penghematan energi listrik, walaupun biaya awalnya cukup tinggi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan lampu hemat energi membutuhkan biaya awal yang lebih mahal dibanding dengan lampu biasa, namun dalam pengoperasian sehari-hari menjadi lebih ekonomis sehingga diperoleh penghematan energi antara 20% – 80 %.
2. Dengan adanya pola penggantian dari lampu biasa menjadi lampu hemat energi, maka akan membantu PLN mengurangi daya reaktif sehingga akan mengurangi rugi-rugi daya yang terjadi pada jaringan listrik.
3. Dengan adanya perubahan penggantian ballast konvensional menjadi ballast elektronik akan meningkatkan faktor daya listrik sebesar 55,61%.

REKOMENDASI

- Dalam hal penghematan energi, jika satu orang tiap harinya mematikan lampu 25 W, maka akan didapat penghematan energi di seluruh Indonesia yang telah menggunakan listrik \pm 100 juta penduduk adalah = 2.500 juta Watt sama dengan 2.500 MW.
- Jika setiap orang menggunakan lampu hemat energi 20 W dimana umur dari lampu ini = 10.000 jam akan sama cahayanya jika menggunakan lampu pijar 100 W, sedangkan umur dari lampu pijar ini hanya 1000 jam.
- Dengan demikian 1 lampu hemat energi yang dayanya hanya 20 W akan setara dengan 10 buah lampu pijar yang dayanya 100 W = 1000 W.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Ketua LPPM Undana yang telah memfasilitasi penelitian, DIKTI, dan Kepala Laboratorium Teknik Elektro yang membantu terlaksananya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Anonim. *Statistik PLN*. PT. PLN (Persero). Jakarta. 1998.
- [2] Ribarich, Thomas J. Ribarich, John J. *A New Procedure for High-Frequency Electronic Ballast Design*, IEEE Industry Applications Society Annual Meetings, New Orleans, Louisiana, Oct. 1997.
- [3] Costa, Marco Antonio Dalla, Alvarez, Jose Marcos Alonso, Garcia, Jorge, Kirsten, Andre Luis, Vaquero, David Gacio, *Microcontroller Based High-Power-Factor Electronic Ballast to Supply Metal Halide Lamps*, IEEE Transactions On Industrial Electronics, vol.59, no.4, April 2012.
- [4] A. Haque, Rahul Sharma, *Design of Optimum Controller for electronic control system of Metal Halide High Intensity Discharge lamps*, IEEE student congress of Engineering System, pp. 1-6, 2014.
- [5] A. Haque, *Ballast with circuit for detecting and eliminating an arc condition*, US Patent, 7183721, 2007.
- [6] Diaz, F.J. Azcondo, F.J. Casanueva, R. Branäs, C. *Microcontroller Software Applied to Electronic Ballast Design*, Power Electronics and Applications, EPE '09. 13th European Conference on, Barcelona, Spain, Sept. 2009.
- [7] A Haque, *Evaluation of Operational Characteristics of Electronics Ballast for Metal Halide HID Lamps*, IEEE International Conference Power Electronics, Drives and Energy Systems, pp. 1 -7, 2006.
- [8] Cosby, M.C., Jr., Nelms, R.M., "A Resonant Inverter for Electronic Ballast Applications", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.41, no.4, Aug. 1994.
- [9] Rahul Sharma, Ahteshamul Haque, *Simulation and analysis of Power Factor correction in Electric control system for Metal Halide High Intensity Discharge Lamp*, International conference on Advances in Electronics and Electric Engineering, pp. 185-192, Vol. 4, 2014.
- [10] Qinghong Yu; Radzinski, C., Dernovsek, J., *Adaptive Preheat and Strike of Microcontroller based Ballast*, IEEE Industry Applications Conference, Oct. 2004.
- [11] Alonso, J.M., Villegas, P.J., Diaz, J., Blanco, C., Rico, M., *A Microcontroller-based Emergency Ballast for Fluorescent Lamps*, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.44, no. 2, Aug. 2002.
- [12] Moo, C.S., Chen, W.M., Yen, H.C., *A Series-Resonant Electronic Ballast for Rapid-Start Fluorescent Lamps with Programmable Starting*, Proceedings of the Power Conversion Conference, vol.1, 2002, PCC-Osaka 2002.
- [13] Debanka De, Sangita Sahana, and Biswanath Roy. *Performance analysis of fluorescent and led lamp system*. Conference Paper: ICCECE. December .2016.
- [14] Anonim. *Lampu Fluorescen*. Majalah Elektro Indonesia, Nomor 1, Bandung, 1994.
- [15] Lee AHW. *Verification of electricity savings for lighting using short-term and long-term monitoring*. Energy Conversion and Management. 41 (18), pp. 1999–2008, 2000.
- [16] Anonim. *Ballast Elektronik dan Ballast Konvensional*. Majalah Elektro Indonesia No. 11 Th. III, Juni/Juli, 1996.
- [17] Sudirman dan Sri Kurniati. *Studi Penggunaan Lampu Hemat Energi Pada Sektor Penerangan*. Laporan Penelitian Dosen Muda, Lembaga penelitian, Undana, Kupang, 1999.
- [18] Sudirman dan Sri Kurniati. *Analisis Penggunaan Lampu Hemat Energi dan Ballast Elektronik Di Kelurahan Oesapa Kecamatan Kelapa Lima Kotamadya Kupang*. Laporan Penelitian Dosen Muda Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Nusa Cendana, Kupang, 2000.

PENERAPAN MODIFIKASI VIGENERE CIPHER PADA LEAST SIGNIFICANT BIT STEGANOGRAPHY MENGGUNAKAN PENDEKATAN MIDPOINT CYRCLE

Lipantri Mashur Gultom¹, Supria², Muhamad Nasir³, Sarimuddin⁴

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Riau, Indonesia

⁴ Program Studi Sistem Informasi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka, Sulawesi Tenggara, Indonesia

¹lipantri@polbeng.ac.id

²phiya@polbeng.ac.id

³nasir@polbeng.ac.id

⁴sarimuddin@usn.ac.id

Abstract— In the development of information technology is growing over time. With existing information technology has been widely used by people to exchange information, whether the information is confidential and non-confidential information. Such information requires strong security, particularly security in the delivery of information, because many hackers who always want to know the secrets of the information sent. Vigenere cipher is one of the methods of cryptography which is a method of encrypting a message from plain text into cipher text using a key that is intended that the message can't be read by unauthorized parties. Vigenere cipher has a weakness against cryptanalysis, one of which is a method kasiski. Least Significant Bit (LSB) is a method used to insert a message on low bit or bits of the far right, but the method is vulnerable to steganalysis. In this paper, the researchers used a modified process in cryptography to encrypt the message using the key (key) and then the encrypted message is inserted in a multimedia file with the method of least significant bits steganography. So that the proposed method will further enhance the security of the message, reduce vulnerability to cryptanalysis and steganalysis. The results of this study indicate that the hidden message can't be described well by steganalysis, due to modifications in vigenere cipher that uses the private key can only be described with the same private key.

Keywords— cryptography, the least significant bit, modification, private key, steganography.

Intisari— Dalam perkembangan teknologi informasi yang semakin berkembang seiring dengan berjalannya waktu. Dengan teknologi informasi yang ada telah banyak digunakan orang untuk saling bertukar informasi, baik informasi yang bersifat rahasia dan informasi yang tidak bersifat rahasia. Informasi tersebut memerlukan keamanan yang kuat, khususnya keamanan dalam pengiriman informasi, karena banyak para hacker yang selalu ingin mengetahui rahasia pada informasi yang dikirim. Vigenere cipher salah satu dari metode cryptography yang merupakan metode enkripsi pesan dari plain text menjadi cipher text dengan menggunakan key yang bertujuan agar pesan tidak bisa dibaca oleh pihak yang tidak berwenang. Vigenere cipher memiliki kelemahan terhadap cryptanalysis, salah satunya adalah metode kasiski. Least Significant Bit (LSB) adalah sebuah metode yang digunakan untuk menyisipkan pesan pada bit rendah atau bit yang paling kanan, namun metode rentan terhadap steganalysis. Pada makalah ini, peneliti menggunakan proses modifikasi pada criptography untuk mengenkripsi pesan dengan menggunakan kunci

(key) kemudian pesan yang dienkripsi disisipkan pada file multimedia dengan metode least significant bit steganography. Sehingga metode yang diusulkan ini akan lebih meningkatkan keamanan pesan, mengurangi kerentanan terhadap cryptanalysis dan steganalysis. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pesan yang disembunyikan tidak akan bisa dideskripsi maupun dengan steganalysis, karena dengan modifikasi pada vigenere cipher yang menggunakan kunci pribadi hanya dapat dideskripsi dengan kunci pribadi yang sama.

Kata Kunci— cryptography, the least significant bit, modification, key, Steganography, vigenere cipher.

I. PENDAHULUAN

Teknologi informasi akan terus berkembang seiring dengan berjalannya waktu. Banyak orang yang menggunakan teknologi informasi tersebut untuk proses pertukaran informasi, seperti email, chatting dan banyak lagi. Informasi yang dikirim merupakan informasi yang bersifat rahasia dan informasi yang bersifat tidak rahasia. Pada pengiriman informasi yang bersifat rahasia tentunya banyak hacker yang memiliki niat jahat, sehingga hacker melakukan berbagai cara untuk mengetahui isi pesan yang bersifat rahasia tersebut.

Vigenere cipher salah satu metode dari cryptography yang merupakan metode untuk mengenkripsi pesan dari plain-text menjadi cipher-text, yang bertujuan untuk mengamankan pesan agar tidak bisa dibaca oleh pihak yang tidak berwenang. Vigenere cipher menggunakan kunci (key) dalam mengenkripsi plain-text menjadi cipher-text, tetapi vigenere cipher memiliki kelemahan terhadap metode kasiski yang merupakan salah satu metode dari criptanalysis. Metode kasiski memanfaatkan kelemahan Vigenere cipher yang menggunakan kunci yang sama berulang kali dalam pengkodean karakternya. Walaupun begitu, masih ada teknik-teknik tertentu yang dapat dilakukan untuk memperkuat Vigenere cipher sekaligus menggagalkan metode Kasiski tersebut, yaitu dengan melakukan modifikasi pada vigenere cipher[1]. Modifikasi dilakukan dengan menerapkan enkripsi Caesar Cipher yang dibangun dari kunci dan teknik pembangkitkan kunci berikutnya dengan menggunakan enkripsi Vigenere berlanjut sehingga kunci yang

digunakan untuk pengkodeannya akan berbeda dengan kunci yang digunakan sebelumnya. Dengan penggunaan metode ini, keterhubungan antara *plain text* dan *cipher text* akan menjadi semakin berkurang dan semakin sulit untuk dipecahkan kriptanalisis [1].

Least significant bit steganography adalah metode yang sering dipakai untuk menyembunyikan pesan pada file multimedia seperti gambar, audio, video dan media lainnya [2][3]. Tetapi enkripsi pesan dengan menggunakan metode *least significant bit steganography* akan rentan terhadap *steganalysis* [4][5]. Sebuah metode seleksi fitur *steganalysis* berdasarkan kriteria *Fisher* digunakan dalam pengenalan pola sehingga dapat melakukan *steganalysis* terhadap *least significant bit* [6]. Pada penelitian makalah tahun 2014 oleh Vikas Verma, Poonam, Rishma Chawla [7], membuat penelitian tentang peningkatan metode *least significant bit steganography* dengan menggunakan pendekatan lingkaran *midpoint* sehingga dapat meningkatkan keamanan pesan. Metode ini akan mengurangi kerentanan terhadap *steganalysis* tetapi tidak pada *cryptanalysis* karena tidak dilakukan enkripsi terlebih dahulu sebelum pesan disisipkan dengan metode *least significant bit steganography*.

Pada makalah ini, untuk lebih meningkatkan keamanan pesan tersebut diatas, peneliti akan menambahkan modifikasi *vigenere cipher* untuk mengenkripsi pesan atau *plain-text* menjadi *cipher-text*, kemudian hasil *cipher-text* disisipkan pada *image* menggunakan dengan metode *least significant bit steganography*. Hasil dari penelitian ini nantinya akan memperkuat penyembunyian pesan, sehingga pesan yang dikirimkan tidak akan bisa dibaca oleh pihak yang tidak berwenang.

II. LANDASAN TEORI

A. Teknik Modifikasi *Least Significant Bit*

Untuk meningkatkan keamanan pesan pada *steganography* sehingga dapat mengurangi kerentanan terhadap *steganalysis* maka solusinya adalah memodifikasi proses penyembunyian pesan pada *cover image* dengan menggunakan pendekatan *midpoint circle*. *Least significant bit* digunakan untuk menyisipkan pesan pada bit yang bernilai rendah atau bit yang paling kanan, karena penggantian bit yang bernilai rendah tidak akan terlalu mempengaruhi tingkat warna. Pada sebuah gambar pada ruang warna RGB terdapat 3 warna *Red*, *Green* dan *Blue*, dan terdapat 24 bit setiap pixelnya yaitu 8 bit untuk warna merah, 8 bit untuk warna hijau dan 8 bit untuk warna biru. Jadi, pesan akan disisipkan disetiap bit ke 8 (bit paling kanan) pada setiap warna, sehingga 1 pixel gambar dapat disisipkan pesan sebesar 3 bit.

Contoh 1 :

- Sebuah pesan “tes” jika dikonversi ke biner menjadi 1110100 1100101 1110011
- Gambar dengan ukuran 2 x 5 pixel(px), jika dikonversi ke biner menjadi :

```

11001101 10010011 11100110 10001100 10000011 10001100
11001101 10010011 11100110 10001100 10000011 10101101
11001101 10010011 11100110 10001100 10000011 11001100
11001101 10010011 11100110 10001100 10000011 10011101
11001101 10010011 11100110 10001100 10000011 10101100

```

Gambar 1. Gambar 2x5 pixel dengan Nilai Biner

- Dengan melakukan penyisipan pesan ke gambar sehingga menjadi :

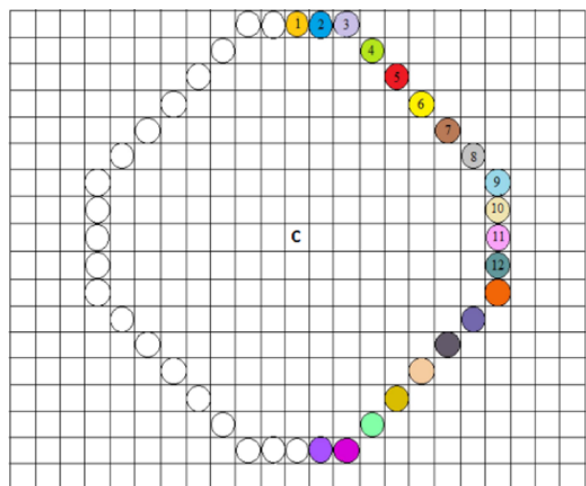
```

11001101 10010011 11100110 10001100 10000011 10001100
11001101 10010011 11100110 10001100 10000011 10101101
11001101 10010011 11100110 10001100 10000011 11001100
11001101 10010011 11100110 10001100 10000011 10011101
11001101 10010011 11100110 10001100 10000011 10101100
Ket:   =t   =e   =s

```

Gambar 2. Pesan ‘tes’ Disisipkan Pada Gambar 2x5 pixel

Jadi, nilai yang ditandai 7 warna merah adalah 7 bit biner dari huruf “t”, biru adalah 7 bit biner dari huruf “e” dan hijau adalah 7 bit biner dari huruf “s”. Sehingga untuk menyisipkan kata “tes” memerlukan 7 pixel dari gambar. Pada penelitian makalah *international communication and signal processing*, tahun 2014 oleh Vikas Verma, Poonam, Rishma Chawla, India[7]. Membuat penelitian tentang peningkatan keamanan pada metode *least significant bit steganography* dengan menggunakan pendekatan lingkaran *midpoint* sehingga dapat meningkatkan keamanan dengan mengurangi kerentanan terhadap *steganalysis*.

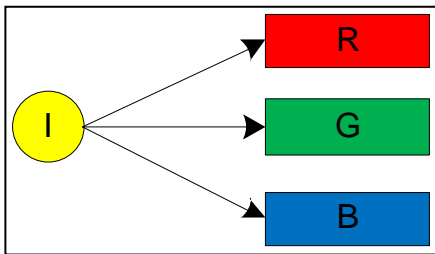


Gambar 3. Pemilihan Pixel Menggunakan Pendekatan *Mid-Point Circle*[7]

Algoritma pendekatan pada *mid-point circle* [7] adalah sebagai berikut :

- Mengkonversi pesan atau gambar kedalam bentuk bilangan biner, kemudian disisipkan ke dalam setiap

- bit paling kanan pada setiap bit warna *Red*, *Green* dan *Blue* seperti pada contoh 1 diatas.
- Menggunakan dimensi (lebar dan tinggi) dari *cover* gambar dan temukan titik (pixel) tengah yang akan digunakan untuk menyembunyikan pesan.
 - Menghitung panjang jari-jari dengan dasar lebar atau tinggi dari *cover* gambar yang minimal. Kemudian ambil pilih salah satu radius (lebar - 1) atau (tinggi - 1).
 - Seperti ditunjukkan pada Gambar.1, terus cari dan menyimpan pixel dalam sebuah array dengan searah jarum jam yang terletak pada keliling lingkaran dari pusat dan jari-jari lingkaran dengan pendekatan lingkaran titik tengah.
 - Gambar. 2 menunjukkan penyisipan pesan kedalam tiga komponen warna R, G dan B. Dalam satu pixel dapat menyimpan 3 bit pesan. Jika kita memiliki n pixel pada lingkaran, maka banyaknya array $3 * n$ byte.



Gambar 4. Penyisipan Pesan Kedalam 3 Komponen Warna R, G dan B

- Ganti 1-bit setiap *byte* pada komponen warna dengan pesan.
- Untuk mendapatkan kembali pesan yang tersembunyi pada gambar, maka proses yang sama diulang dengan menemukan pixel pada lingkaran yang berisi informasi yang tersembunyi, ekstrak bit yang paling significant dari tiga byte pada setiap pixel. Mengambil secara urutan untuk menemukan kembali pesan yang tersembunyi.

Proses modifikasi pada *least significant bit* diatas adalah penyembunyian pesan pada pixel gambar dengan membentuk sebuah lingkaran. Modifikasi ini akan mempersulit untuk menemukan pesan yang tersembunyi pada pixel sehingga kurang rentan terhadap *steganalysis*. Kekurangan dari modifikasi ini adalah tidak semua pixel dipakai untuk menyembunyikan pesan karena pemilihan pixel membentuk sebuah lingkaran besar dan sampai lingkaran paling kecil, jadi pixel yang berada diluar lingkaran besar tidak akan dipakai untuk menyembunyikan pesan.

B. *Steganalysis* Dan *Cryptanalysis*

Steganografi adalah satu-satunya jawaban untuk komunikasi yang aman dan rahasia. Metode yang ada dalam gambar *steganography* fokus pada peningkatan kapasitas embedding data rahasia[8]. *Steganalysis* merupakan metode yang digunakan untuk mempelajari karakteristik penyembunyian suatu data pada media (*steganography*) dan bagaimana cara untuk mendeteksi

bahkan sampai membongkar data tersembunyi tersebut. Metode *steganalysis* berdasarkan pada *Pixel Mesh Markov Transition Matrix* (PMMTM) [9] yang merupakan metode pengembangan baru yang digunakan untuk mendeteksi biner pada gambar dalam ruang domain *steganography*. Ada juga yang menggunakan statistik citra untuk mendeteksi dua kasus ketika gambar tersembunyi disimpan sebagai salah satu potongan besar (Simple Mode) atau tersebar (Shuffle Mode)[10].

Cryptanalysis merupakan salah satu teknik untuk mencoba memecahkan enkripsi data, biasanya dengan mencari kunci enkripsi. Metode Kasiski merupakan metode pemecahan algoritma *Vigenere cipher* yang dikemukakan pertama kali oleh Friedrich Kasiski ketika dia berhasil memecahkan kriptogram *Vigenere cipher* pada tahun 1863. Namun sebenarnya telah ditemukan sendiri oleh Charles Babbage pada tahun 1846. Metode Kasiski memanfaatkan kelemahan *Vigenere cipher* yang menggunakan kunci yang sama berulang-ulang sehingga menghasilkan potongan *cipher text* yang sama untuk *plain text* yang sama [1].

C. Teknik Modifikasi *Vigenere Cipher*

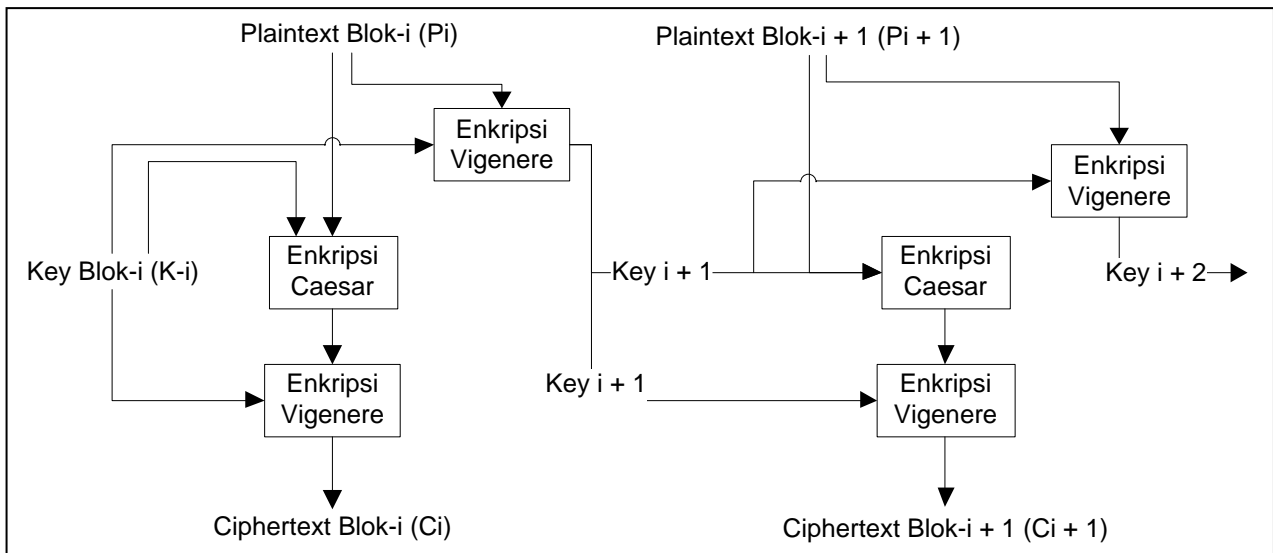
Vigenere cipher merupakan metode enkripsi data *plain text* menjadi *cipher text* dengan menggunakan *key*. Dengan metode kasiski yang sudah dijelaskan pada bagian sebelumnya telah dijelaskan bagaimana cara memecahkan *cipher* yang menggunakan *Vigenere cipher*. Namun, bukan berarti tidak ada hal yang bisa dilakukan untuk memperkuat *Vigenere Cipher* dari serangan *cryptanalysis*. Dapat dilakukan teknik-teknik modifikasi tertentu untuk menyamarkan keterhubungan antara *plain text* dan *ciphertext*-nya. Modifikasi yang dilakukan harus dapat mengurangi kemunculan *key* yang berulang atau bahkan menggunakan pendekatan *One-Pad* kriptografi yang mana panjang *key* adalah sama dengan panjang *plaintext* yang digunakan dimana *key* akan digenerate berbeda dengan *key* yang digunakan sebelumnya[1].

Pada penelitian oleh Fatardhi Rizky Andhika, STEI ITB [1], Modifikasi *Vigenere Cipher* dengan Menggunakan *Caesar Cipher* dan Enkripsi Berlanjut untuk Pembentukan *Key*-nya.

- Modifikasi dilakukan dengan menerapkan enkripsi *Caesar Cipher* yang dibangkitkan dari kunci dan teknik pembangkitkan kunci berikutnya dengan menggunakan enkripsi *Vigenere* berlanjut sehingga kunci yang digunakan untuk pengkodeannya akan berbeda dengan kunci yang digunakan sebelumnya.
- Dengan penggunaan metode ini, keterhubungan antara *plain text* dan *cipher text* akan akan menjadi semakin berkurang dan semakin sulit untuk dipecahkan kriptanalisis.

Modifikasi *Vigenere Cipher* yang dilakukan disini adalah bukan modifikasi pada algoritma utamanya. Bentuk modifikasi yang dilakukan untuk proses enkripsi adalah[1]:

- Plain text* dibagi menjadi beberapa blok dengan panjang blok adalah panjang *key* yang digunakan;



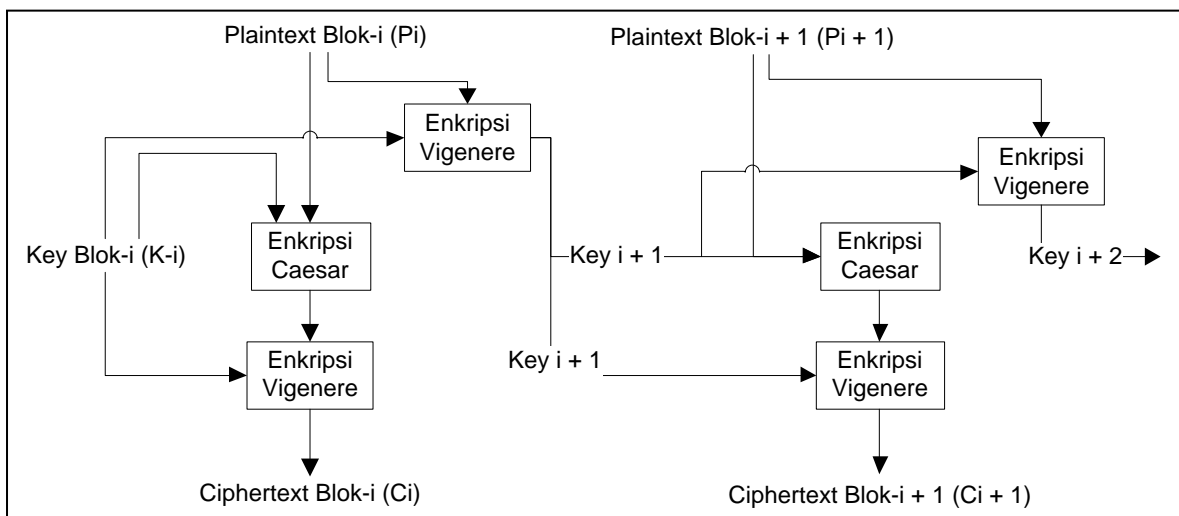
Gambar 5. Skema Enkripsi Modifikasi *Vigenere Cipher*

- 2) Setiap pemrosesan blok-i akan memiliki key K_i masing-masing yang dibangkitkan berdasarkan blok $i-1$ sebelumnya. Key K_i merupakan hasil *Vigenere cipher plain text* blok sebelumnya (*plain text* P_{i-1}) dengan menggunakan key K_{i-1} . Khusus untuk blok pertama, *key*-nya adalah *key* masukan pengguna;
- 3) Setiap blok plaintexts- i (P_i) akan di-enkripsi terlebih dahulu dengan menggunakan algoritma *Caesar Cipher*. Besar pergeseran *caesar cipher*-nya ditentukan berdasarkan *key* masing-masing blok (K_i) dengan fungsi generatannya adalah : Nilai Caesar = $(K_i \text{ karakter}_1 + K_i \text{ karakter}_2 + \dots + K_i \text{ karakter}_n) \bmod 26$;
- 4) Hasil enkripsi P_i tadi akan dienkripsi menggunakan *vigenere cipher* untuk membentuk *Cipher text* blok- i (C_i), *key* yang digunakan adalah K_i .

Dekripsi *vigenere cipher* yang merupakan cara untuk mengembalikan pesan yang dienkripsi menjadi pesan asli atau disebut juga dengan dekripsi *cipher text* menjadi *plain text*. Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa dilakukan modifikasi pada enkripsi *vigenere cipher* maka dilakukan juga modifikasi pada proses dekripsi *vigenere cipher*.

Bentuk modifikasi yang dilakukan untuk proses dekripsi adalah sebagai berikut :

- 1) *Ciphertext* dibagi menjadi blok-blok dengan panjang blok adalah panjang *key* yang digunakan;
- 2) Setiap pemrosesan blok- i akan memiliki *key* K_i masing-masing yang dibangkitkan berdasarkan blok $i-1$ sebelumnya. *Key* K_i merupakan hasil *Vigenere cipher plain text* blok sebelumnya (*plain text* P_{i-1}) dengan menggunakan *key* K_{i-1} . Khusus untuk blok pertama, *key*-nya adalah *key* masukan pengguna;
- 3) Setiap *cipher text* blok- i (C_i) akan didekripsi menggunakan *vigenere cipher*, *key* yang digunakan adalah K_i ;



Gambar 6. Skema Dekripsi Modifikasi *Vigenere Cipher*

- 4) Hasil dekripsi yang diperoleh di langkah-3 akan didekripsikan *Caesar Ciphernya* dengan nilai *Caesar Ciphernya* adalah sama dengan pada fungsi enkripsi yang pada akhir langkah ini akan terbentuk blok plainteks-i (Pi).

III. METODE PENELITIAN

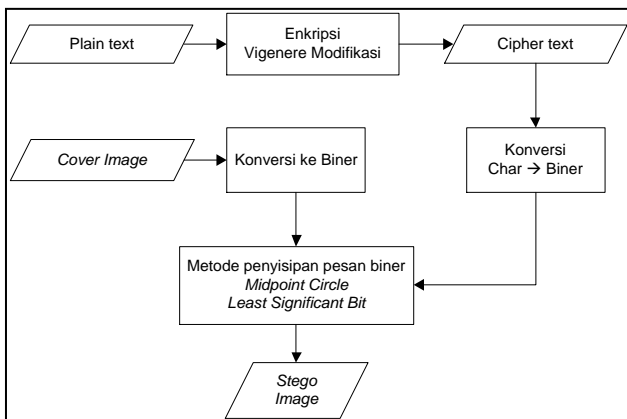
A. Proses Enkripsi Pesan Kedalam *Stego Image*

Proses penyisipan teks ke dalam gambar yang telah dipilih (*cover image*) untuk dikonversi ke dalam format biner, dari nilai pixel tersebut terdiri dari 3 layar RGB (24 bit). Kemudian menggunakan dimensi (panjang dan lebar) pada *cover image* untuk menentukan titik tengah pixel, setelah nilai tengah sudah ditemukan maka proses penyisipan *plaint text*.

Plain text yang akan disisipkan terlebih dahulu di lakukan proses enkripsi pesan dengan menggunakan modifikasi *vigenere cipher* seperti pada Gambar 5 untuk dijadikan sebagai *chiper text*. Dari hasil enkripsi, *chiper text* tersebut dikonversi ke dalam ASCII kemudian konversi kebiner. proses penyisipan teks dimulai dari tengah atas dan membentuk sebuah lingkaran. Apabila lingkaran tersebut sudah penuh maka lakukan pergeseran pixel dengan menggeser (lebar-1) dan (panjang-1) lihat gambar 3.

Algoritma proses penyembunyian (enkripsi) pesan kedalam *stego image* adalah sebagai berikut :

- 1) Pertama pesan dienkripsi dengan menggunakan modifikasi *vigenere cipher*, seperti ditunjukkan pada penjelasan sebelumnya atau dapat dilihat pada Gambar 5 Sehingga pesan akan menjadi *cipher text*;
- 2) Hasil *cipher text* pada no.1 dikonversi kedalam bentuk biner;
- 3) Sediakan *cover image*, kemudian *cover image* tersebut dikonversi kedalam bentuk biner;
- 4) Sisipkan setiap bit hasil biner dari pesan kesetiap bit *cover image* dengan menggunakan metode penyisipan pesan *embedding least significant bit*, penggunaan bit untuk penyisipan pesan membentuk sebuah lingkaran seperti dibahas sebelumnya atau dapat dilihat pada Gambar. 1;
- 5) Sampai hasilnya menjadi dalam bentuk *stego image*.

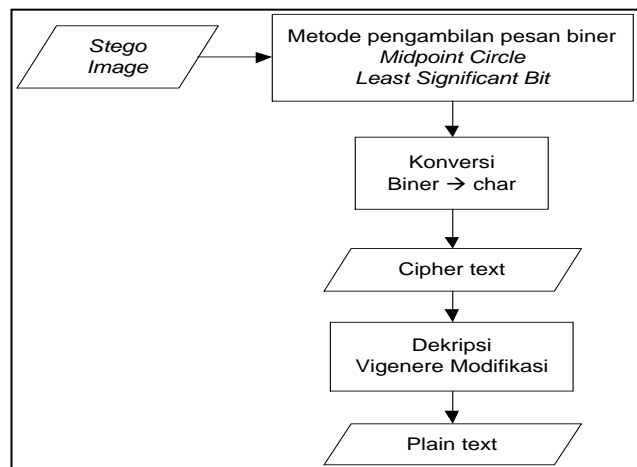


Gambar 7. Proses Enkripsi Pesan Ke *Stego Image*

B. Proses Dekripsi Pesan Dari *Stego Image*

Proses dekripsi pesan dilakukan dengan mengambil pesan yang disimpan *cover image* untuk dikembalikan menjadi pesan asli. Proses algoritma dekripsi pesan dari *stego image* adalah sebagai berikut :

- 1) *Image stego* dikonversi ke dalam format biner;
- 2) Dari nilai pixel tersebut ditentukan nilai tengahnya untuk mengambil kembali *chiper text* yang disembunyikan;
- 3) Setelah nilai tengah sudah ditemukan bit terakhir pada LSB diambil mulai dari posisi tengah atas yang membentuk sebuah lingkaran;
- 4) Bit yang telah diambil di konversi dalam bentuk *chiper text* yang masih dalam bentuk enkripsi;
- 5) Gambar. 6 untuk proses deskripsi teks untuk menemukan *plaint text* yang yang sesungguhnya.



Gambar 8. Proses Deskripsi Pesan Dari *Image Stego*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, implementasi dilakukan dengan membuat program enkripsi menggunakan bahasa pemrograman VB 2019. Dalam uji coba kasus ini akan dengan dicoba dengan data sebagai berikut :

Plainteks : BILA SAYA BILANG SUKA

Key : MANA

Key digunakan tersebut akan terus *looping* sejumlah teks yang digunakan Pada plainteks. Blok-i huruf tersebut dienkripsi dengan menggunakan enkripsi *caesar chiper + key* kemudian dari hasil dilakukan kembali proses enkripsi dengan *enkripsi vigenere + key* untuk dijadikan *cipherteks*. Kemudian berlanjut pada blok i+1 berikutnya sampai i = jumlah panjang karakter dari *plain text*. dari key diatas akan membentuk kata sepeti :

Plaintext : BILA SAYA BILANG SUKA

Key : MANA MANA MANA MANA MA

Ciphertext : MHXZ YBPT PZQJ WZCX LE



Gambar 9. Implementasi Enkripsi Menggunakan VB.

Dari hasil implementasi *cover image* dimasukan terlebih dahulu kemudian memasukan pesan “BILA SAYA BILANG SUKA” dan *key* “MANA”. Sebelum pesan tersebut disembuyikan kedalam *cover image* dilakukan enkripsi menggunakan modifikasi *vigere chiper*. Dari hasil enkripsi data tersebut dikonversi ke dalam biner kemudian disisipkan pada bit terendah yang ada pada *cover image* dengan metode *least significant bit steganography* dengan menggunakan pendekatan lingkaran *midpoint* sehingga dapat meningkatkan keamanan dengan mengurangi kerentanan terhadap *steganalysis*.

Jumlah karakter yang ada pada *key* akan mengikuti jumlah panjang karakter pesan. Apabila jumlah karakter yang ada pada *key* lebih kecil maka *key* akan terus berulang sejumlah teks yang ada pada pesan. Hal ini meningkatkan keamanan data yang akan dienkripsi pada karakter selanjutnya. Pada proses deskripsi *key* yang dimasukan harus sesuai kata pada proses enkripsi. Apabila kata yang dimasukan tidak sesuai akan menghasilkan data acak karena proses deskripsi tidak sesuai dengan *key* sebelumnya.

Hasil pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan :

- 1) Laptop lenovo AMD A8
- 2) Bahasa pemrograman VB 2019

Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa *cover image* dengan format BMP dan JPG. hasil ditunjukkan pada Tabel 1. Dari hasil eksperimen yang kami lakukan terlihat bahwa penggunaan *least significant bit* dengan menggunakan pendekatan *midpoint cyrle* lebih mendukung pada format “BMP”, karena bitmap terdiri dari susunan titik (pixel) yang pada setiap titiknya diawali satu bit data dan memiliki resolusi yang tinggi sedangkan JPG memiliki media penyimpanan yang terbatas. Perbandingan dari ukuran ke BMP dapat turun menjadi seper sepuluh setelah dikonversi ke JPG. Dari rendahnya pixel tersebut *midpoint cyrle* mengakibatkan

JPG yang akan disisipkan pesan akan mengalami peningkatan kapasitas gambar.

TABEL I
PENGUJIAN DENGAN FORMAT FILE BMP DAN JPG

Cover Image Size (Kb)	Plain text (Karakter)	Stego Image Size (Kb)	Format
558	22	558	BMP
665	60	664	BMP
331	100	334	BMP
8.31	22	148	JPG
11	22	147	JPG
17.1	22	147	JPG

V. KESIMPULAN

Metode *least significant bit steganography* yaitu teknik penyembunyian pesan pada gambar dimana pada penelitian ini menggunakan dua modifikasi yaitu dengan metode *midpoint circle approach* adalah teknik menyembunyikan pesan dalam bentuk lingkaran dan modifikasi enkripsi *vigenere cipher* adalah teknik menyembunyikan pesan sebelum dimasukan pada *cover image*. Hasil dari penggabungan dua metode tersebut dapat diimplementasikan dengan baik namun terdapat kekurangan yaitu pada *midpoint circle approach*, tidak semua pixel pada *cover image* terpakai secara keseluruhan karena metode tersebut membentuk sebuah lingkaran yang mana pixel pada luar lingkaran tersebut tidak digunakan dan terjadi peningkatan ukuran gambar walau tidak signifikan.

REFERENSI

- [1] F. R. Andhika, “Modifikasi Vigenere Cipher Dengan Menggunakan Caesar Cipher Dan Enkripsi Berlanjut Untuk Pembentukan Key-Nya” Diakses Pada Makalah IF3058 Kriptografi – Sem. II Tahun 2010/2011.
- [2] Azlansyah. M dan Setiyono, B, “Penyisipan Pesan Pada Citra Digital Menggunakan Metode Least Significant Bit”, Jurnal Sains Dan Seni ITS Vol. 8, No. 1 (2019).
- [3] Hafiz, A, “Steganografi Berbasis Citra Digital Untuk Menyembunyikan Data Menggunakan Metode Least Significant Bit (LSB)”, Jurnal Cendikia Vol. XVII Cendikia. 2019.
- [4] Rachael, O et al, “Image Steganography and Steganalysis Based On Least Significant Bit (LSB)”, Proceedings of ICETIT 2019. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 605. Springer, Cham, 2019.
- [5] Sharma, P.K and Rajni, “Information Security Through Image Watermarking Using Least Significant Bit Algorithm”, Computer Science & Information Technology (CS & IT) pp. 61–67, 2012.
- [6] J. Lu, F. Liu, and X. Luo, “Selection Of Image Features For Steganalysis Based On The Fisher Criterion”, Digit. Investig., vol. 11, no. 1, pp. 57–66, Mar. 2014.
- [7] Verma and R. Chawla, “An Enhanced Least Significant Bit Steganography Method Using Midpoint Circle Approach”, International Conference on Communication and Signal Processing, pp. 105–108, 2014.
- [8] V. Nagaraj, V. Vijayalakshmi, and G. Zayaraz, “Color Image Steganography Based On Pixel Value Modification

Method Using Modulus Function”, IERI Procedia, vol. 4, pp. 17–24, 2013.

- [9] B. Feng, W. Lu, and W. Sun, “Binary Image Steganalysis Based On Pixel Mesh Markov Transition Matrix”, J. Vis. Commun. Image Represent., Oct. 2014.
- [10] A. Gupta and R. Garg, “Detecting LSB Steganography In Images”, Diakses Pada <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.26.2123>

BATERAI AIR LAUT SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK UNTUK PEMUKIMAN PESISIR DAN BUDIDAYA PERIKANAN

Eko Budi Santoso¹, Mulyadi^{1,2}

¹.Jurusan Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

². Divisi Teknologi Science Techno Park Kaltara, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

¹e-mail.ekob873@gmail.com

²e-mail.mulyadi@borneo.ac.id

Abstract—Most of the needs of coastal communities and cultivators for electricity have not been served by electricity infrastructure providers. This paper aims to offer alternative solutions to overcome these problems through the use of seawater as a source of electrical energy that can be applied to small-scale applications in households in coastal areas and surrounding economic activities. This research has implemented a seawater battery with a combination of copper and magnesium electrodes and a DC-DC boost converter to increase the output voltage level. From the experimental results it is known that voltaic cells arranged in series give a series cell current density of 2.96A/m^2 while parallel cell current density is only 0.0052A/m^2 . Similarly, the series cell power density was obtained at 24.57W/m^2 while the parallel cell power density was only 0.396W/m^2 . The output voltage of each cell is 1.46V and the maximum current is 183.2mA , each cell is capable of producing electrical power of $2.67 \times 10^{-3}\text{W}$. Ten cells arranged in series can produce a voltage of 13V . The converter produces unloaded voltage of 27.19V but on the measurement of the voltage-loaded it decreases to only 8.1V . Voltaic cell power can last for 5 days in a unload condition and 8 hours if using a load.

Keywords—Sea water, battery, electricity, coastal.

Intisari—Kebutuhan masyarakat pesisir dan pembudidaya terhadap energi listrik sebagian besar belum dapat terlayani oleh penyedia infrastruktur kelistrikan. Makalah ini bertujuan menawarkan solusi alternatif untuk mengatasi persoalan tersebut melalui pemanfaatan air laut sebagai sumber energi listrik yang dapat diterapkan pada aplikasi skala kecil di rumah tangga kawasan pesisir maupun kegiatan ekonomi di sekitarnya. Penelitian ini telah menerapkan baterai air laut dengan kombinasi elektroda tembaga dan magnesium serta DC-DC boost converter untuk menaikkan level tegangan keluarannya. Dari hasil eksperimen diketahui bahwa sel volta yang disusun secara seri memberikan rapat arus sel seri sebesar $2,96\text{A/m}^2$ sedangkan rapat arus sel paralel hanya sebesar $0,0052\text{A/m}^2$. Demikian pula rapat daya sel seri diperoleh sebesar $24,57\text{W/m}^2$ sedangkan rapat daya sel paralel hanya sebesar $0,396\text{W/m}^2$. Beda potensial setiap sel sebesar $1,46\text{V}$ dan arus maksimum sebesar $183,2\text{mA}$, setiap sel mampu menghasilkan daya listrik sebesar $2,67 \times 10^{-3}\text{W}$. Sepuluh sel yang disusun seri mampu menghasilkan tegangan sebesar 13V . Hasil perancangan konverter menghasilkan tegangan tanpa beban sebesar $27,19\text{V}$ namun pada pengukuran tegangan berbeban tegangan konverter menurun menjadi hanya $8,1\text{V}$. Daya sel volta mampu bertahan selama 5 hari pada kondisi tanpa beban dan 8 jam jika menggunakan beban.

Kata Kunci—Air laut, baterai, listrik, pesisir.

I. PENDAHULUAN

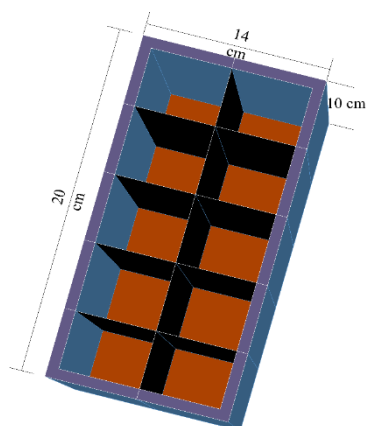
Ketersediaan yang makin menipis serta isu kerusakan lingkungan [1-3] mendorong berbagai upaya untuk mencari sumber energi alternatif yang diharapkan mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Saat ini upaya pencegahan pemanasan global akibat emisi CO_2 yang berasal dari bahan bakar fosil juga menjadi pertimbangan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil [4-7]. Salah satu alternatif yang terus dikembangkan oleh para peneliti adalah pemanfaatan air laut sebagai sel bahan bakar untuk membangkitkan tenaga listrik yang ramah lingkungan [8-11]. Penggunaan air laut sebagai sumber energi listrik belum dimanfaatkan secara optimal. Keberadaan listrik yang bersumber dari air laut merupakan solusi potensial dan murah untuk kebutuhan penerangan di sekitar pantai di mana listrik pemerintah sulit diakses. Namun, energi listrik yang dihasilkan dari sumber energi terbarukan selalu lebih sedikit dibandingkan dengan energi yang dihasilkan dari sumber tidak terbarukan. Masalah ini perlu diatasi jika energi terbarukan diharapkan untuk mensubsitusi energi konvensional. Mekanisme ekstraksi portabel untuk menghasilkan listrik perlu diteliti, terutama pengembangan purwarupa pemanenan energi dari air laut. Teknologi pemanfaatan atau pemanenan energi saat ini semakin mendapatkan perhatian untuk energi bersih dan berkelanjutan, terutama untuk aplikasi seperti internet, perangkat seluler, implan biomedis dan jaringan sensor nirkabel [12]. Dibandingkan dengan sistem energi terbarukan yang menggunakan energi skala besar seperti energi matahari, angin, pasang surut, dan geo-termal, teknologi pemanenan energi mengekstraksi secara signifikan daya dan energi kecil dari sumber-sumber sekitar yang sebagian besar telah terbuang seperti, energi panas tingkat rendah dari panas yang terbuang [13], energi mekanik dari getaran struktural [14], energi magnetik dari gelombang frekuensi radio [15] atau saluran transmisi AC [16], energi elektrostatik dari kapasitor yang tergantung getaran [17], energi cahaya dari komunikasi cahaya tampak [18] dan energi kimia dari air limbah. Upaya memanfaatkan energi yang dipanen dari sumber sekitar menjadi lebih dimungkinkan karena perangkat elektrik portabel dan sensor-sensor saat ini kebanyakan dirancang hanya membutuhkan arus listrik yang rendah. Berbagai perangkat yang mengubah energi dari sumber sekitar tersebut secara langsung menjadi listrik telah dikembangkan seperti generator termoelektrik

menggunakan gradien termal [19], perangkat piezoelektrik menggunakan deformasi mekanik [20], rectenna dengan dioda RF [21], bahan electret [22], sel bahan bakar mikroba untuk proses respirasi bakteri [23]. Sumber energi ini umumnya memiliki kerapatan daya yang sangat rendah di kisaran 10-100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ [24], sehingga diperlukan pemanenan energi yang mampu meningkatkan tegangan ke level yang lebih tinggi agar dapat dengan mudah berinteraksi dengan perangkat elektronik yang umum digunakan oleh masyarakat. Secara keseluruhan, ada lonjakan minat dalam pemanenan energi dari air laut karena potensinya yang sangat besar. Namun karena kurangnya informasi dan teknologi yang belum tersedia, penelitian di bidang ini perlu mendapat perhatian lebih seksama. Makalah ini bertujuan untuk meninjau proses produksi listrik dari air laut serta untuk mengidentifikasi kemungkinan implementasi pada masyarakat pesisir dan pembudidaya untuk mendorong terwujudnya budidaya yang ramah lingkungan.

II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sel Volta

Sebanyak 10 sel volta dipersiapkan untuk mendukung eksperimen, sel volta tersebut di isi dengan suatu cairan dengan komposisi terdiri dari aquades sebanyak 2000 ml yang dicampur dengan garam sebanyak 175 gram. Cairan ini akan berfungsi sebagai larutan elektrolit. Pada setiap sel ditempatkan sepasang elektroda logam berupa pelat tembaga (Cu) dan pelat magnesium (Mg) dengan spesifikasi penampang setiap elektroda memiliki panjang 7 cm dan lebar 3 cm. Sel-sel ini akan terintegrasi pada suatu wadah yang memiliki dimensi panjang sebesar 20 cm dan lebar sebesar 14 cm. Ilustrasi rancangan sel volta ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Penampang wadah sel volta

B. Spesifikasi Perancangan

Perancangan didasarkan pada sumber daya pada sel volta. Beda potensial listrik minimal sebesar 0,8 Volt dan tertinggi sekitar 1 Volt. Beda potensial listrik dan arus keluaran di harapkan dapat mencapai daya 3 W, sehingga dapat menyalurkan beban sebesar 48Ω . *Duty cycle* sebesar 0,953 sedangkan penguatan konverter sebesar 14,89 Volt. Estimasi induktor sebesar $7,624\mu\text{H}$. Pada penelitian ini

menggunakan toroid dengan spesifikasi T157-2 maka jumlah lilitan sekitar 23 lilitan. Hasil perancangan konverter menghasilkan tegangan tanpa beban sebesar 27,19 V, namun pada pengukuran tegangan menggunakan beban tegangan konverter menurun menjadi 8,1 V.

Tabel I.
Spesifikasi perancangan konverter

V_{in} (Min)	0,7 Volt
V_{in} (Max)	1 Volt
V_{out}	12 Volt
I_{out}	0,25 Ampere

C. Pengujian Perangkat

Sel volta yang telah dibuat, kemudian dihubungkan dengan perangkat konverter yang akan diukur daya keluaran besaran listrik untuk sel volta yang disusun seri dan paralel, serta besaran listrik pada saat perangkat diberi beban dan tanpa beban.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Pada Sel Volta

Hasil pengujian sel volta, dicantumkan pada Tabel II

Tabel II
Hasil pengukuran pada sel volta

Parameter	Seri	Paralel
Arus <i>input</i>	64,7 mA	7,1 mA
Tegangan <i>input</i>	1,36 V	0,506 V
Arus <i>output</i>	6,22 mA	0,11 mA
Tegangan <i>output</i>	8,3 V	7,56 V
Daya <i>Output</i>	0,0516 W	0,8316 mW

Dari Tabel II dapat diketahui perbandingan nilai tegangan dan arus yang dihasilkan 10 sel volta yang disusun seri dan paralel, beda potensial tiap sel volta sebesar 1,46 Volt. Daya luaran yang dihasilkan oleh sel volta tersusun seri sebesar 0,0516 W sedangkan daya luaran yang dihasilkan oleh sel volta yang tersusun paralel sebesar 0,8316 mW. Dari tabel tersebut terlihat bahwa sel volta yang disusun seri memiliki nilai tegangan dan arus yang lebih besar dibandingkan sel volta yang disusun paralel, hal ini karena pada sel volta paralel tidak mampu menyalakan beban sehingga arus yang terukur lebih kecil dibandingkan sel volta yang tersusun seri.

B. Hasil Perhitungan Rapat Daya dan Rapat Arus

Hasil perhitungan rapat arus sel seri
 Rapat arus = I/A ;
 $= 0,000622 / 0,0021$; $= 2,96 \text{ A}/\text{m}^2$
 Hasil perhitungan rapat arus sel paralel
 Rapat arus = I/A ;
 $= 0,00011 / 0,0021$; $= 0,0052 \text{ A}/\text{m}^2$
 Hasil perhitungan rapat daya sel seri
 Rapat daya = I/A ;
 $= 0,0516 / 0,0021$; $= 24,57 \text{ W}/\text{m}^2$

Hasil perhitungan rapat daya sel paralel
 Rapat daya = I/A ;
 = $0,0008316 / 0,0021$; = $0,396 \text{ W/m}^2$

C. Hasil Perhitungan Konverter

Hasil perhitungan konverter ditunjukkan pada tabel III

Tabel III
 Hasil Perhitungan Konverter

Parameter	Seri	Paralel
Tahanan beban	1334,4 Ω	68727,2 Ω
Duty cycle	0,868	0,946
Daya	0,0516 W	0,8316 mW

Kapasitas daya tiap sel memiliki beda potensial sebesar 1,46 V dan arus maksimum sebesar 183,2 mA, sehingga daya yang dihasilkan tiap sel adalah sebagai berikut.

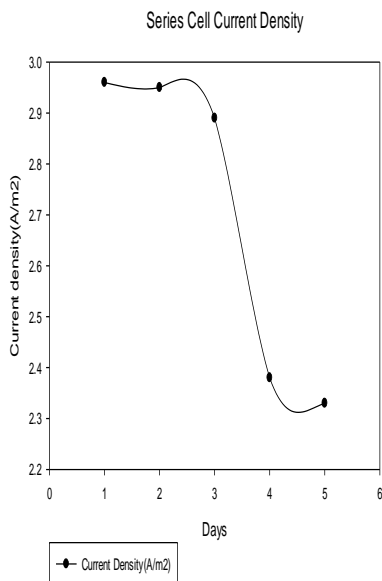
$$P = V \times I$$

$$= 1,46 \times 0,8132$$

$$= 0,267 \text{ mW}$$

D. Daya Tahan Sel Volta

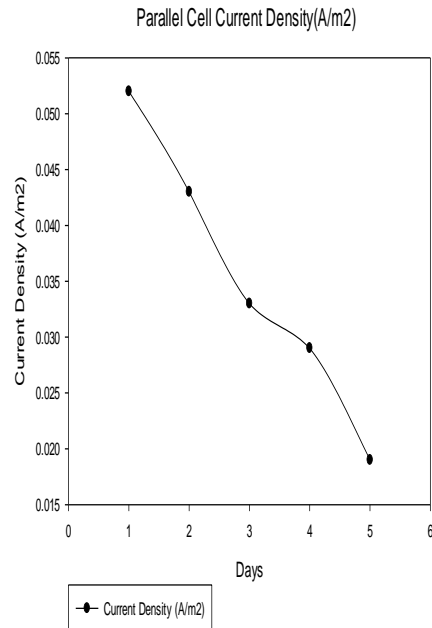
Sel volta memiliki ketahanan terbatas, elektroda akan terkorosi karena pengaruh ion garam. Magnesium akan melepaskan elektron sehingga magnesium akan meluruh dan larut dengan sendirinya, sedangkan elektroda tembaga akan menerima elektron sehingga elektroda tembaga akan mengalami korosi. Dari pengamatan pada saat eksperimen diketahui bahwa daya tahan sel volta yang disusun seri dan paralel adalah 5 hari, sedangkan jika menggunakan pembebanan maka sel hanya mampu bertahan selama 8 jam. Sepuluh sel yang disusun seri mampu menghasilkan tegangan sebesar 13 V, semakin banyak sel yang disusun seri, maka semakin besar tegangan yang dihasilkan. Berikut adalah kurva rapat arus dan rapat daya yang dihasilkan oleh sel volta pada eksperimen.



Gambar 2. Kurva rapat arus sel seri

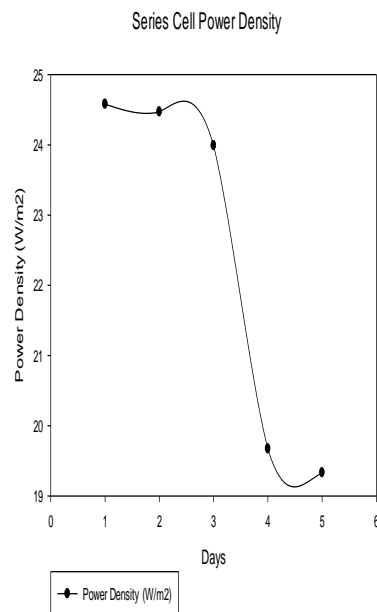
Pada gambar 2 ditunjukkan bahwa pada hari ke-1 sel volta mampu menghasilkan rapat arus sebesar $2,96 \text{ A/m}^2$ yang kemudian mengalami sedikit penurunan pada hari ke-2 menjadi $2,95 \text{ A/m}^2$

selanjutnya menjadi $2,89 \text{ A/m}^2$ pada hari ke-3 lalu menurun menjadi $2,38 \text{ A/m}^2$ pada hari ke-4 hingga akhirnya menjadi $2,33 \text{ A/m}^2$ pada hari ke-5.



Gambar 3. Kurva rapat arus sel paralel

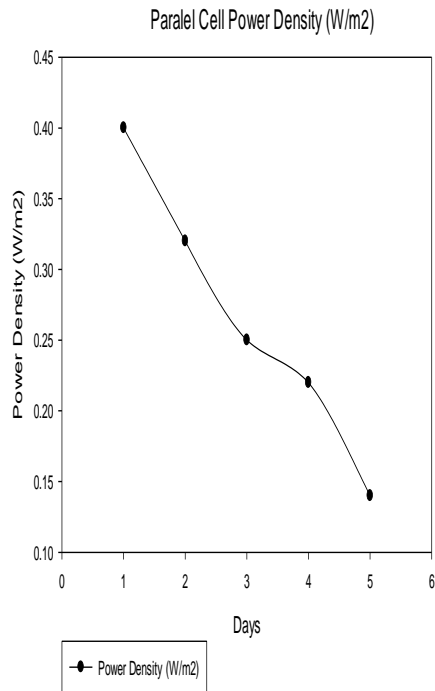
Sel volta juga disusun dengan konfigurasi paralel. Gambar 3 menunjukkan kurva hasil pengukuran rapat arus yang diperoleh. Hari ke-1 tercatat rapat arus yang dihasilkan sebesar $0,052 \text{ A/m}^2$ yang kemudian juga mengalami penurunan berturut-turut sejak hari ke-2 menjadi $0,043 \text{ A/m}^2$ kemudian menurun menjadi $0,033 \text{ A/m}^2$ untuk hari ke-3 lalu pada hari ke-4 turun menjadi sebesar $0,029 \text{ A/m}^2$ hingga pada hari ke-5 tercatat sebesar $0,019 \text{ A/m}^2$.



Gambar 4. Kurva rapat daya sel seri

Gambar 4 menampilkan kurva nilai rapat daya sel volta yang tersusun seri sejak hari ke-1 sebesar $24,58 \text{ W/m}^2$ sedikit menurun menjadi $24,47 \text{ W/m}^2$ pada hari ke-2 lalu menjadi $23,99 \text{ W/m}^2$ pada hari ke-3 selanjutnya

kembali menurun menjadi sebesar $19,76\text{W/m}^2$ pada hari ke-4 hingga akhirnya tercatat sebesar $19,33\text{W/m}^2$ pada hari ke-5.



Gambar 5. Kurva rapat daya sel paralel

Hasil pengukuran rapat daya sel volta tersusun paralel disajikan oleh Gambar 5 yang juga menunjukkan kecenderungan penurunan setelah pada hari ke-1 tercatat sebesar $0,40\text{W/m}^2$ maka pada hari ke-2 menurun menjadi $0,32\text{W/m}^2$ lalu menurun kembali menjadi $0,25\text{W/m}^2$ pada hari ke-3, selanjutnya mengalami penurunan kembali pada hari ke-4 menjadi sebesar $0,22\text{W/m}^2$ hingga akhirnya tercatat pada hari ke-5 nilai rapat daya sebesar $0,14\text{W/m}^2$.

IV. KESIMPULAN

Pengamatan dari implementasi sel volta yang tersusun secara seri dan paralel pada sistem baterai air laut ini diantaranya adalah rangkaian konverter yang telah dibuat lebih cocok digunakan pada sel volta yang tersusun secara seri, hal ini tampak dari pengujian sel volta yang disusun secara seri memberikan rapat arus sel sebesar $2,96\text{ A/m}^2$ sedangkan rapat arus sel paralel hanya $0,0052\text{ A/m}^2$. Demikian pula rapat daya sel seri diperoleh sebesar $24,57\text{ W/m}^2$ sedangkan rapat daya sel paralel hanya $0,396\text{ W/m}^2$ sehingga menghasilkan cahaya LED yang lebih terang daripada sel volta yang tersusun secara paralel. Desain konverter sesuai untuk menguji konverter tanpa beban, dengan beda potensial setiap sel sebesar $1,46\text{ V}$ dan arus maksimum sebesar $183,2\text{ mA}$, maka setiap sel mampu menghasilkan daya sebesar $2,67 \times 10^{-3}\text{ W}$. Sepuluh sel yang disusun seri mampu menghasilkan tegangan sebesar 13 V , namun tegangan keluaran konverter akan menurun secara eksponensial ketika dibebani, sehingga daya tahan sel seri dan paralel adalah 5 hari dalam kondisi tanpa beban dan jika mendapat pembebanan maka sel volta dapat bertahan hingga 8 jam sebelum elektroda terkorosi dan mengalami peluruhan massa, walaupun demikian kombinasi elektroda

tembaga dan magnesium terbukti mampu menghasilkan energi listrik lebih besar daripada elektroda jenis lain. Penyesuaian rancangan rangkaian konverter daya dan sel baterai diperlukan untuk mendapatkan hasil optimal yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Ibu Rika Wahyuni Arsianti, S.T., M.T dan Ibu Raudhah, S.T., Sp.d yang telah memfasilitasi penyelesaian penelitian ini sejak proses penyusunan proposal hingga akuisisi data dan penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- [1] Alamaro M Nature. 514 7. 2014.
- [2] Schiermeier O Nature. 514 10–11. 2014.
- [3] Hartmann A, Gleeson T, Wada Y, Wagener T Proc. Natl. Acad. Sci. 114 2842-2847. 2017.
- [4] Kamat P V Acc. Chem. Res. 50 527–531. 2017
- [5] Yuan Y J, Yu Z T, Chen D Q, Zou Z G Chem. Soc. Rev. 46 603–631. 2017
- [6] Christoforidis K C, Fornasiero P Chem.Cat.Chem. 9 1523–1544. 2017
- [7] Bae D, Seger B, Vesborg P C K, Hansen O, Chorkendorff I Chem. Soc. Rev. 46 1933–1954. 2017.
- [8] Wilcock W, Kaufman P, Development of seawater battery for deep-Water applications J. Power Sources. 66 71. 1997
- [9] Park S, B Senthil Kumar, K Kim, SM Hwang and Y Kim. Saltwater as The Energy Source for Low Cost, Safe Rechargeable Batteries. Journal Material Chemistry A. 4 (19):7207-7213. 2016.
- [10] Chu J The power of salt. MIT Study investigates power generation from the meeting of river water and seawater. 2014.
- [11] Tedesco M, Cipollina A, Tamburini A and Micale G Towards 1kW power production in a reverse electro dialysis pilot plant with saline waters and concentrated brines Journal of Membrane Sci 2017. vol 522 pp 226.
- [12] J.A. Paradiso, T. Starner, Energy scavenging for mobile IEEE Pervasive Computing 4 (1) (Jan 2005) 18–27.
- [13] M. Reznikov, P. Wilkinson, Electric power generation at low temperature gradients, IEEE Trans. Ind. Appl. 50 (6) (Nov 2014) 4233–4238.
- [14] R. Dayal, S. Dwari, L. Parsa, Design and implementation of a direct AC-DC boost converter for low-voltage energy harvesting, IEEE Trans. Ind. Electron. 58 (6) (June 2011) 2387–2396.
- [15] J. Liu, K. Xiong, P. Fan, Z. Zhong, RF energy harvesting wireless powered sensor networks for smart cities, IEEE Access 5 (May 2017) 9348–9358.
- [16] T. Hosseinimehr, A. Tabesh, Magnetic field energy harvesting from AC lines for powering wireless sensor nodes in smart grids, IEEE Trans. Ind. Electron. 63 (8) (Aug 2016) 4947–4954.
- [17] E.O. Torres, G.A. Rincon-Mora, Electrostatic energy-harvesting and battery-charging CMOS system prototype, IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers 56 (9) (Sept 2009) 1938–1948.
- [18] T. Rakia, H.C. Yang, F. Gebali, M.S. Alouini, Optimal design of dual-hop VLC/RF communication system with energy harvesting, IEEE Commun. Lett. 20 (10) (Oct 2016) 1979–1982.
- [19] M. Bond, J.D. Park, Current-sensorless power estimation and MPPT implementation for thermoelectric generators, IEEE Trans. Ind. Electron. 62 (9) (Sept 2015) 5539–5548.
- [20] G.K. Ottman, H.F. Hofmann, A.C. Bhatt, G.A. Lesieutre, Adaptive piezoelectric energy harvesting circuit for

wireless remote power supply, *IEEE Trans. Power Electron.* 17 (5) (Sep 2002) 669–676.

- [21] C. Song, Y. Huang, J. Zhou, P. Carter, S. Yuan, Q. Xu, Z. Fei, Matching network elimination in broadband rectennas for high-efficiency wireless power transfer and energy harvesting. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 64 (5) (May 2017) 3950–3961.
- [22] E.R. Westby, E. Halvorsen. Design and modeling of a patterned-electret-based energy harvester for tire pressure monitoring systems. *IEEE ASME Trans. Mechatron.* 17 (5) (Oct 2012) 995–1005.
- [23] Mulyadi and R. W. Arsianti, "Low Power Electrical Generator from Soil Microbial Fuel Cell," 2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS), Batu, East Java, Indonesia, 2018, pp. 85-89, doi: 10.1109/EECCIS.2018.8692948.
- [24] S. Boisseau, G. Despesse, B.A. Seddik, Electrostatic conversion for vibration energyharvesting, in: M. Lallart (Ed.), *Small-Scale Energy Harvesting*, Intech, 2012.

SISTEM KRAN AIR OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR *INFRARED ADJUSTABLE*

Muhammad Faisal¹, Rika Wahyuni Arsianti²

¹Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

² Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia
rkwahyuni@gmail.com

Abstract— *Water is a natural resource that must be protected. The greater the population, the need for water also increases. The amount of water reserves cannot serve the water needs of the community during the dry season. Therefore, one way to overcome this situation is to optimize the use of water. The purpose of this research is to make an automatic faucet to save water usage. This research uses an infrared adjustable sensor to detect objects to open and close water faucets. This automatic water tap system will be tested on ablution water collection to determine the amount of water savings that can be achieved. The number of samples in this study is 10 subjects where each sample will perform ablution with ordinary faucets and using automatic water faucets. The data from two types of faucets will be compare to measure the efficiency of water use. The results show that the average water use for ablution is 10 liters of water and 7.2 liters of water for automatic faucet systems. Automatic water faucet system can save water usage by 30%. This shows that the use of an automatic water tap system works well to save water usage. If the use of an automatic water tap system is carried out on a larger scale, this can certainly save greater water needs. This automatic water faucet system is able to be one of the solutions of local governments in efforts to meet the water needs of the community.*

Keywords—*arduino, infrared adjustable, selenoid valve, water*

Intisari—Air merupakan sumber daya alam yang harus dijaga. Kebutuhan air semakin meningkat seiring dengan jumlah penduduk yang semakin besar. Sehingga ketika musim kemarau tiba cadangan air menjadi tidak sesuai dengan jumlah kebutuhan air. Oleh karena itu salah satu cara untuk mengatasi keadaan tersebut adalah mengoptimalkan pemakaian air. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat kran otomatis untuk menghemat pemakaian air. Penelitian ini menggunakan sensor *infrared adjustable* untuk mendeteksi objek untuk mengatur kran air. Sistem kran air otomatis ini akan diujicobakan pada pengambilan air wudhu untuk diketahui jumlah penghematan air yang dapat dicapai. Jumlah sampel pada penelitian ini sebanyak 10 orang dimana tiap sampel akan melakukan intervensi wudhu dengan kran biasa dan wudhu menggunakan kran air otomatis untuk dilihat efisiensi penggunaan air. Dari hasil penelitian rata-rata penggunaan air untuk berwudhu adalah 2 liter air. Sedangkan rata-rata penggunaan air untuk 10 sample adalah 7.2 liter air. Sistem kran air otomatis dapat menghemat penggunaan air sebesar 30%. Ini menunjukkan penggunaan sistem bekerja dengan baik untuk menghemat penggunaan air. Jika penggunaan sistem kran air otomatis dilakukan dalam skala yang lebih besar tentu dapat menghemat kebutuhan air yang semakin besar. Sistem kran air otomatis mampu menjadi salah satu solusi pemerintah daerah dalam upaya pemenuhan kebutuhan air masyarakat.

Kata Kunci—*air, arduino, infrared adjustable, selenoid valve*

I. PENDAHULUAN

Tingginya tingkat kebutuhan manusia terhadap air tidaklah sebanding dengan ketersediaan air di bumi, karena dari seluruh air yang ada di bumi 97% adalah air laut, 3% sisanya adalah air tawar dan hanya 1% saja yang tersedia untuk digunakan seluruh manusia. Banyaknya pemborosan penggunaan air menyebabkan terjadinya pemborosan pemakaian air. Hingga saat ini tingkat kebutuhan air semakin tinggi seiring dengan semakin tingginya tingkat pertumbuhan penduduk dunia. UNESCO memprediksikan bahwa pada tahun 2020 dunia akan mengalami krisis air global.

Kota Tarakan dengan jumlah penduduk 200.000 jiwa memiliki 5 embung yakni Embung Persemayam dengan kapasitas 250.000 m³, Embung Binalatung dengan kapasitas 450.00 m³, Embung Bengawan 148.00 m³, Embung Rawasari 112.00 m³ dan Embung Indalung 123.00 m³ [1]. Debit pengambilan sebesar 250 liter per detik, utamanya untuk memenuhi kebutuhan air baku domestik dan industri, kebutuhan air penduduk Tarakan yaitu 900 liter per detik yang diperuntukkan bagi 200.000 jiwa masyarakat. Sementara, kebutuhan yang baru dapat terpenuhi yakni 400 liter per detik [2]. Penggunaan air dalam jumlah tersebut tidaklah sesuai dengan ketersediaan air [3]. Sehingga dibutuhkan cara untuk penghematan penggunaan air

Tujuan penelitian ini adalah mengontrol penggunaan air menggunakan sensor *infrared adjustable* berbasis mikrokontroler. Pada penelitian ini penghematan air dilakukan pada kegiatan wudhu.

Beberapa penelitian tentang penggunaan kran otomatis untuk penghematan air dilakukan oleh Suhardi menggunakan sensor ultrasonic [4] yang diterapkan pada kran bak mandi. Penelitian tentang kran otomatis juga dilakukan untuk kegiatan wudhu menggunakan sensor ultrasonic [5,6,7,8]. Basari pada penelitiannya menggunakan sensor kamera untuk mengontrol kran untuk berwudhu [9].

Namun penelitian sebelumnya tidak menghitung berapa penghematan air yang diperoleh. Pada penelitian ini digunakan sensor *infrared adjustable* sebagai pengatur kran dan menghitung penghematan dalam penggunaan air dalam kegiatan berwudhu.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Sensor *Infrared Adjustable*

Sensor *infrared adjustable* merupakan salah satu sensor infra merah yang mana keadaannya berupa nilai digital yaitu *high* dan *low*. Sensor ini dapat dikatakan

bekerja apabila keadaannya *low*. Jika objek mendekati sensor maka output sensor akan bernilai *low*. Pada dasarnya sensor ini sebenarnya sama dengan sensor infra merah yang lain. walaupun cahaya infra merah mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetapi tetap tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewatkan cahaya yang nampak, sehingga cahaya infra merah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata.

Sensor inframerah digunakan sebagai sensor pengukur jarak, dimana nilai akurasi lebih tinggi jika jarak objek pada range $20\text{ cm} \leq x \leq 150\text{ cm}$ [10]. Penelitian tentang sensor infrared sebagai pengukur jarak juga menghasilkan kesimpulan bahwa sensor infrared mampu mendeteksi objek pada jarak lebih dari 1 meter [11].

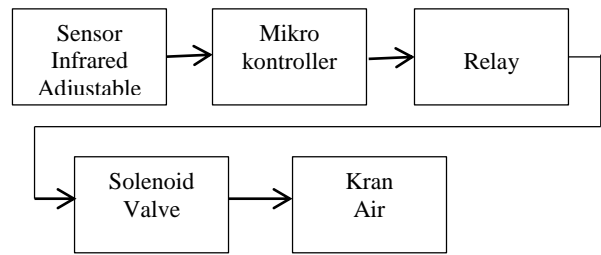
2.2 Solenoid Valve

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan / selenoida. Solenoid valve ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida seperti pada tendon air yang membutuhkan solenoid valve sebagai pengatur pengisian air, sehingga tandon tersebut tidak sampai kosong. solenoid valve ini di desain sesuai dari kegunaannya. Pada penelitian ini *solenoid valve* yang digunakan yaitu *solenoid valve 2* saluran yang sering disebut katup kontrol arah. Jadi fungsinya hanya membuka dan menutup saluran karena hanya memiliki 1 lubang *inlet* dan *outlet*. *Inlet* berfungsi sebagai masuknya fluida dan *outlet* berfungsi sebagai keluaran fluida dan *exhaust* berfungsi sebagai saluran pembuangan fluida yang terjebak.

Solenoid valve AC digunakan untuk system kran air otomatis dengan sensor *floatless* [12]. Pada system yang membutuhkan respon system yang cepat solenoid yang digunakan adalah solenoid valve AC dimana waktu respon nya sekitar 5 - 8 μs sedangkan solenoid valve dc memiliki respon waktu 30-40 μs .

III. METODE PENELITIAN

Diagram blok kran air otomatis dapat dilihat pada gambar 1. Sensor *infrared adjustable* akan mengirimkan data ke mikrokontroler jika terdapat objek yang terdeteksi. Sudut kerja sensor diatur sebesar 15° untuk membatasi objek yang akan dideteksi oleh sensor. Hal ini dimaksudkan agar tidak semua benda yang berada disekitar sensor dideteksi. Hanya yang berada pada sudut 15° yang akan dideteksi. Pada penelitian ini kran air otomatis di implementasikan pada kran air wudhu. Sehingga pengaturan jarak objek yang dapat di deteksi oleh sensor diatur pada jarak 45 cm. Jika jarak objek yang dideteksi $< 45\text{ cm}$ maka mikrokontroler akan mengaktifkan relay untuk menggerakkan solenoid valve membuka katup kran. Jika jarak objek yang dideteksi $> 45\text{ cm}$ maka sensor tidak mengirimkan data dan mikrokontroler akan kembali pada proses inisiasi.



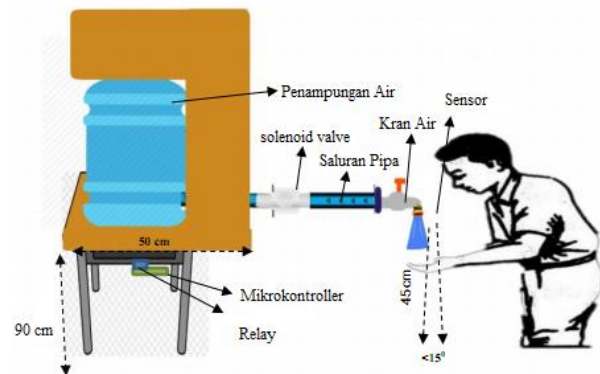
Gambar 3.1 Diagram blok kran air otomatis

Adapun prinsip kerja sistem kran otomatis sebagai berikut:

- Apabila tangan sudah berada tepat pada sensor maksimal 45 cm maka air kran akan mengalir. Namun apabila tangan tidak berada tepat pada sensor serta pada jarak melebihi 45 cm maka sensor tidak biasa mendeteksi dan kran tidak akan mengalir
- Selama tangan berada tepat dibawa sensor maka sensor akan terus mendeteksi dan secara terus menerus air juga akan selalu mengalir.

3.1 Desain Mekanik Kran Air Otomatis

Desain perancangan mekanik kran air otomatis dapat dilihat pada gambar 3.2. Tinggi penampungan air dari lantai adalah 90 cm. Sensor dirancang bekerja dengan jarak maksimal 45 cm yang disesuaikan dengan kebutuhan pengambilan air wudhu.



Gambar 3.2 Desain Mekanik Kran Air

3.2 Experimental Set-Up

Jumlah sampel pada penelitian ini sebanyak 10 orang. Pada eksperimen pertama subjek akan melakukan pengambilan air wudhu dengan kran manual. Data penggunaan volume air wudhu akan dicatat. Setelah itu subjek akan melakukan pengambilan air wudhu pada kran air otomatis. Dan akan dicatat jumlah penggunaan air. Data penggunaan air dengan menggunakan kran air manual dan otomatis akan dibandingkan untuk melihat efisiensi yang dapat diperoleh. Persamaan efisiensi penggunaan air wudhu diperoleh melalui persamaan (1).

$$t = 100 - \left(\frac{K_O}{K_M} \times 100\% \right) \quad (1)$$

dimana

t = efisiensi penggunaan air

K_O = kran air menggunakan sensor

K_M = kran air tanpa sensor

Tata cara berwudhu pada penelitian ini dilakukan dengan urutan membasuh telapak tangan, membersihkan mulut (kumur-kumur), membasuh hidung kemudian wajah, tangan hingga siku, mengusap bagian depan kepala, membasuh telinga dan menyiram kaki. Dengan tiap gerakan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

Untuk setiap pengambilan data penggunaan air untuk berwudhu dilakukan dengan cara memberi level air pada wadah. Pada penelitian ini wadah air yang digunakan memiliki kapasitas 10 liter air. Untuk setiap percobaan wadah air diisi sebesar 5 liter air. Setelah subjek berwudhu maka akan dihitung volume air yang tersisa pada wadah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor

Sensor infrared adjustable akan bekerja dan mendeteksi ketika objek berada tepat pada sensor sejajar horizontal dengan jarak yang telah ditentukan sesuai perancangan 5 cm – 45 cm. Ketika sensor mendeteksi objek maka arduino akan mengaktifkan modul relay dan solenoid valve akan aktif. Jika objek melebihi dari batas jarak 45 cm maka sensor tidak akan bekerja. Hasil pengujian tegangan keluaran sensor dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel I. Data pengujian tegangan sensor

No	Tegangan (V)	
	Sensor Bekerja	Sensor Tidak Bekerja
1	0.688	3.480
2	0.687	3.480
3	0.688	3.490
4	0.688	3.480
5	0.688	3.480

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa sensor bekerja pada tegangan 0.68 V (kondisi *Low*) dan tegangan keluaran saat sensor tidak bekerja adalah 3.48 V. Pengukuran tegangan keluaran sensor ini dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali. Hasilnya menunjukkan bahwa tegangan sensor tetap stabil pada tegangan 0.68 V yang artinya telah sesuai dengan spesifikasi cara kerja sensor. Langkah selanjutnya adalah menguji coba sensor berdasarkan jarak deteksi. Jarak deteksi objek yaitu 5 cm hingga 45 cm seperti yang ditunjukkan pada tabel II.

Tabel II. Pengujian jangkauan sensor

Jarak sensor (cm)	Solenoid Valve
5	Terbuka
10	Terbuka
25	Terbuka
30	Terbuka
40	Terbuka
45	Tertutup
50	Tertutup
70	Tertutup
90	Tertutup

Tabel II menunjukkan bahwa sensor telah bekerja sesuai jarak yang ditentukan. Jarak 5 cm – 45 cm katup terbuka dan pada jarak > 50 cm katup tertutup. Pada jarak sensor 5 cm – 45 cm sensor memberikan data “Low” pada

mikrokontroler sebesar 0.68 V sehingga katup akan membuka. Pada jarak sensor > 45 cm sensor akan memberikan data “High” sebesar 3.49 V ke mikrokontroler. Pada level tegangan ini mikro tidak memerintahkan relay bekerja sehingga katup tertutup.

B. Pengujian Solenoid Valve

Pengujian Solenoid Valve dengan catu daya 12 V untuk membuka (ON) dan menutup (OFF) katup. Tegangan keluaran solenoid valve saat membuka dan menutup katup dapat dilihat pada gambar 3 dan 4. Tegangan saat Solenoid Valve On adalah 11.05 Volt sedangkan pada saat Off 0 Volt.



Gambar 3. Tegangan Solenoid Valve saat ON



Gambar 4. Tegangan Solenoid Valve saat Off

C. Pengujian Modul Relay

Mikrokontroler akan memberikan tegangan ke relay untuk mengaktifkan relay. Data tegangan relay dapat dilihat pada tabel III.

Tabel III. Pengukuran tegangan relay

No	Tegangan (V)	
	Relay Aktif	Relay Tidak Aktif
1	0.67	4.82
2	0.67	4.80
3	0.68	4.78
4	0.67	4.82
5	0.67	4.80

Prinsip kerja relay yaitu apabila kumparan diberi energi listrik, maka akan muncul gaya elektromagnetik yang dapat menarik armature sehingga dapat berpindah dari posisi sebelumnya *Normaly Open* (NO) menjadi posisi baru yakni *Normaly Close* (NC). Ketika Arduino memberikan perintah *high* maka relay akan memicu

kontakor dengan tegangan kerja 4,78V dan otomatis akan mengaktifkan solenoid valve, dan ketika Arduino memberikan perintah *low* maka relay tidak mendapatkan tegangan dan tidak bisa memicu kontakor yang hanya mendapatkan tegangan 0,67 V dan tidak dapat mengaktifkan solenoid valve.

D. Pengujian Sistem Kran Air Otomatis

Untuk mengetahui kinerja sistem kran air otomatis dengan sensor infrared adjustable maka 10 sampel melakukan wudhu dengan kran manual dan kran air otomatis. Hasil penggunaan air wudhu dengan dua jenis kran air dapat dilihat pada tabel IV.

Tabel IV. Data penggunaan air wudhu

Kran tanpa Sensor		Kran dengan Sensor	
Subjek	Volume (L)	Subjek	Volume (L)
1	2.2	1	1.5
2	2.2	2	1.7
3	2.1	3	1.5
4	2.0	4	1.6
5	2.2	5	1.2
6	2.2	6	1.2
7	2.1	7	1.4
8	2.0	8	1.5
9	1.8	9	1.4
10	2.1	10	1.5
Total	2.09	Total	1.45

Dari table IV dapat dihitung penghematan air yang dapat dilakukan dengan menggunakan sensor *infrared adjustable* menggunakan persamaan (1).

$$t = 100 - \left(\frac{K_o}{K_M} \times 100\% \right)$$

$$t = 100 - \left(\frac{1.45}{2.09} \times 100\% \right)$$

$$t = 30.62\%$$

Hasil penghematan penggunaan air untuk kegiatan wudhu dengan dan tanpa sensor dapat dilihat pada gambar 5. Volume penggunaan air untuk wudhu untuk kran tanpa sensor membutuhkan 2.09 Liter air sedangkan dengan menggunakan kran dengan sensor turun menjadi 1.45 liter air. Penghematan air liter sebanyak 0.64 liter air untuk satu waktu sholat. Proses penghematan air saat wudhu terjadi saat subjek sedang melakukan kumur-kumur dan membasuh anggota tubuh. Umat muslim melaksanakan sholat wajib sebanyak 5 waktu. Sehingga dalam melaksanakan wudhu untuk sholat wajib dari 10 subjek dapat menghemat air sebanyak 3.2 liter air.

Penelitian yang dilakukan oleh R Saputra menggunakan sensor ultrasonic pada sistem kran air otomatis membandingkan ketelitian sistem dalam membaca jarak objek yang di deteksi. [4]. Pada penelitiannya jarak maksimum yang dideteksi sensor adalah 30 cm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *error* yang diperoleh sebesar 3.14%.

Penelitian sejenis juga dilakukan oleh Hulukati yang menggunakan sensor ultrasonic ping. Hasilnya menunjukkan katup dan membuka dan menutup kran air jika terdapat objek yang dideteksi [5]. Namun tidak

menunjukkan penghematan air yang dapat diperoleh melalui sistem kran air otomatis.

Penggunaan kran air otomatis pada bak mandi menggunakan sensor ultrasonic juga telah dilakukan untuk menghemat penggunaan air di rumah tangga [6]. Penelitian ini menggunakan motor servo untuk membuka dan menutup kran. Besari membuat system kran air otomatis menggunakan sensor kamera [7]. Jika kamera mendeteksi ada objek maka kran akan terbuka. Namun penelitian ini tidak menghitung jumlah air yang dapat dihemat.

Penggunaan kran air otomatis juga digunakan pada system penyiram tanaman dengan menggunakan sensor suhu dan kelembaban. [13], pada ketinggian level air [14] yang semuanya penelitian tersebut bertujuan untuk mencegah pemborosan air.

Kran air otomatis dengan sensor infrared pada penelitian ini telah berhasil menghemat air sebesar 30 %. Jika sistem kran air ini dipasang pada masjid-mesjid maka penghematan air yang diperoleh tentu akan lebih besar. Penggunaan system ini juga menghindari pemborosan air yang disebabkan kelalaian pengguna kran untuk menutup kembali kran setelah digunakan, harganya relative murah dan mudah dalam pemasangan system kran air otomatis. Keuntungan lain dari penggunaan system kran air otomatis adalah menghindari rusaknya kran karena sering dibuka dan ditutup.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem kran air otomatis dengan sensor infrared telah berhasil melakukan penghematan penggunaan air wudhu sebesar 30%. Selain untuk berwudhu sistem kran air otomatis ini juga dapat diterapkan pada rumah tangga untuk memperoleh penghematan penggunaan air dalam skala yang lebih besar. Penggunaan daya listrik pada sistem ini tidak besar sehingga dapat diterapkan pada masjid-mesjid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya pada partisipan yang telah bersedia membantu pada pengambilan data. Terutama kepada kedua orangtua yang telah mendukung selesainya proyek ini.

REFERENSI

- [1] www.pu.go.id 2017
- [2] Dani, Prabowo. 2017. "Penuhi Kebutuhan Air, Pemerintah Bangun Dua Embung Di Tarakan." *www.kompas.com*.
- [3] Astari, Sutris, Rozeff Pramana, and Deny Nusyirwan. 2013. "Kran Air Wudhu' Otomatis Berbasis Arduino Atmega 328." (0071).
- [4] Suhardi, 2019. Keran Air Otomatis Pada Bak Mandi Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Ultrasonic. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika Vol 3 (1)*.
- [5] Shaputra, R., 2019. KRAN AIR OTOMATIS PADA TEMPAT BERWUDHU MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO UNO. *SIGMA TEKNIKA*, 2(2).
- [6] Hulukaati SA, 2018. RANCANG BANGUN ALAT WUDHU OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO DI MESJID AL – ICHSAN GORONTALO
- [7] Haryanto, D.P. and Cuswanto, A., 2010. Otomatisasi Pengisian Penampung Air Berbasis Mikrokontroler AT8535. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika STMIK AMIKOM Yogyakarta*.

- [8] Muchlis, M., 2012. Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengisi Air Minum Otomatis Dengan Menggunakan Mikrokontroler.
- [9] Besari, A.R.A., Zamri, R., Yusaeri, A., Palil, M.D.M. and Prabuwno, A.S., 2009, October. Automatic ablution machine using vision sensor. In *2009 IEEE Symposium on Industrial Electronics & Applications* (Vol. 1, pp. 506-509). IEEE.
- [10] Yunardi, R.T., 2017. Analisa Kinerja Sensor Inframerah dan Ultrasonik untuk Sistem Pengukuran Jarak pada Mobile Robot Inspection. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 6(1), pp.33-41.
- [11] Benet, G., Blanes, F., Simó, J.E. and Pérez, P., 2002. Using infrared sensors for distance measurement in mobile robots. *Robotics and autonomous systems*, 40(4), pp.255-266.
- [12] Rahman, S.M., Al Mamun, M.A., Ahamed, N.U., Ahmed, N., Ali, M.S. and Islam, M.M., 2014, December. Design of automatic controlling system for tap-water using floatless level sensor. In *2014 IEEE International Symposium on Robotics and Manufacturing Automation (ROMA)* (pp. 18-21). IEEE.
- [13] Gunturi, V.N.R., 2013. Micro controller based automatic plant irrigation system. *International Journal of Advancements in Research & Technology*, 2(4), pp.194-198.
- [14] Reza, S.K., Tariq, S.A.M. and Reza, S.M., 2010, October. Microcontroller based automated water level sensing and controlling: design and implementation issue. In *Proceedings of the world congress on engineering and computer science* (Vol. 1, pp. 20-22).

SISTEM MONITORING AKUARIUM BERBASIS MIKROKONTROLER DAN DJANGO WEB FRAMEWORK

Muhamad Nasir¹, Novia Natasya²

^{1,2}Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Riau, Indonesia

¹nasir@polbeng.ac.id

²novianatasya.2298@gmail.com

Abstract— Currently aquarium monitoring is still done manually, that is still monitored by having to look directly at the aquarium continuously. If the monitoring system is replaced by using a more modern system it will greatly facilitate the fish keepers themselves. One of the systems proposed to overcome these problems is the realtime aquarium monitoring system base on microcontroller. This system uses turbidity sensors, ultrasonic sensors, pH sensors and LM35 sensors that function to measure water turbidity, water level, water acidity and also water temperature connected to the website to monitor the aquarium. This system makes it easy for fish keepers to monitor the aquarium without having to look at the aquarium directly. The System is created using the django base python and SQLite framework as its database. This system was tested at Bengkalis State Polytechnic, using a mini aquarium. This research succeeded well by displaying data on the level of turbidity of water, water level, water acidity and water temperature. The data obtained is displayed on the website in the form of graphics and numbers.

Keywords—Monitoring System, Aquarium, Realtime, website.

Intisari—Saat ini pemantauan akuarium masih dilakukan secara manual yakni masih dipantau dengan cara harus melihat langsung secara terus menerus di akuarium. Jika sistem pemantauan tersebut digantikan dengan menggunakan sistem yang lebih modern akan sangat memudahkan para pemelihara ikan itu sendiri. Salah satu sistem yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah Sistem monitoring akuarium secara realtime berbasis mikrokontroler. Sistem ini menggunakan sensor turbidity, sensor ultrasonik, sensor pH dan sensor LM35 yang berfungsi untuk mengukur tingkat kekeruhan air, ketinggian air, keasaman air dan juga suhu air yang terhubung dengan website monitoring akuarium. Sistem ini memudahkan untuk pemelihara ikan dalam memonitoring akuarium tanpa harus melihat akuarium secara langsung. Sistem yang dibuat menggunakan framework django base python dan SQLite sebagai databasenya. Sistem ini diuji di Politeknik Negeri Bengkalis, menggunakan akuarium mini. Sistem ini berhasil dengan baik dengan menampilkan data tingkat kekeruhan air, ketinggian air, keasaman air dan juga suhu air. Data yang didapatkan ditampilkan di website dalam bentuk grafik dan angka.

Kata Kunci—Sistem Monitoring, Akuarium, Realtime, website, Django Framework.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan air untuk ikan pada akuarium, harus selalu dijaga tingkat kekeruhan dan ketinggian airnya.

Dampak air yang keruh dapat menyebabkan terganggunya fisik ikan tersebut bahkan kematian. Terlebih pada ikan tertentu seperti ikan air tawar, dimana pada jenis ikan tersebut harus dijaga tingkat kekeruhan dan ketinggian airnya agar tidak mempengaruhi kehidupan dari ikan tersebut. Selain itu, kondisi temperatur dan pH air dalam akuarium harus dijaga karena apabila temperatur melebihi batas ideal yang telah ditentukan dapat mempengaruhi metabolisme ikan dan juga organisme lainnya begitupun dengan pH air nya[1],[2],[3],[4].

Pemantauan akuarium saat ini masih dilakukan dengan cara manual, dalam arti kata masih dipantau secara langsung dalam waktu berkala. Banyak orang yang hobi memelihara ikan kebingungan jika mereka bepergian jauh dengan jangka waktu yang lama pasti nantinya akan menimbulkan keresahan terhadap akuarium yang akan ditinggalkan. Hal ini dimungkinkan karena tidak ada yang memelihara ikannya dengan baik. Dengan permasalahan diatas, maka diusulkan sistem untuk membantu menyelesaikan masalah yang terjadi dengan membuat sistem monitoring akuarium berbasis mikrokontroler dan django web framework.

Sistem monitoring akuarium ini diharapkan dapat membantu para pemelihara ikan dalam memantau ikan-ikan yang ada pada akuarium. Tingkat kekeruhan air pada akuarium diukur menggunakan sensor turbidity, begitu juga dengan ketinggian air yang diukur menggunakan sensor ultrasonik dan pH air menggunakan sensor pH, serta suhu air yang diukur menggunakan sensor LM35 yang dipasang pada akuarium. Hasil dari pengukuran sensor-sensor yang dipasang akan ditampilkan melalui website yang bisa dimonitoring oleh para pemelihara ikan.

II. LANDASAN TEORI

A. Arduino Uno

Arduino adalah sistem purnarupa elektronika (*electronic prototyping platform*) berbasis *open-source* yang fleksibel dan mudah digunakan baik dari sisi perangkat keras/*hardware* maupun perangkat lunak/*software*. Di luar itu, kekuatan utama arduino adalah jumlah pemakai yang sangat banyak sehingga tersedia pustaka kode program (*code library*) maupun modul pendukung (*hardware support modules*) dalam jumlah yang sangat banyak. Hal ini memudahkan para pemula untuk mengenal dunia mikrokontroler. Arduino sendiri adalah rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya dilengkapi dengan sebuah chip

mikrokontroler sebagai komponen utama. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan perangkat lunaknya memiliki Bahasa pemrograman sendiri [1][2][3].

B. Sensor *Turbidity*

Sensor *turbidity* merupakan sensor mengukur tingkat kekeruhan air yang dapat dengan mudah dikombinasikan dengan arduino. Sensor *turbidity* dapat disebut juga sebagai salah satu komponen yang berfungsi sebagai detektor cahaya yang dapat mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik [5],[6].

C. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang memanfaatkan prinsip gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik merupakan gelombang akustik yang memiliki frekuensi mulai 20 kHz hingga sekitar 20 MHz. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, *Trigger*, dan *Echo*. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin *Trigger* untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin *Echo* untuk menangkap sinyal pantul dari benda. Sensor ini digunakan untuk mengukur tingkat ketinggian air pada sistem monitoring yang akan dibuat [7],[8].

D. Sensor pH Meter

Fungsi pH Meter adalah untuk mengukur pH (kadar keasaman atau basa) suatu cairan. Sebuah pH meter terdiri dari sebuah elektroda (*probe* pengukur) yang terhubung ke sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH [1],[2].

E. Sensor LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika elektronika yang diproduksi oleh *National Semiconductor* [2][9].

F. Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang banyak kita lihat pada komponen elektronik umumnya, komponen elektronika pasif ini bisa kita lihat jumpai pada mesin elektronik seperti televisi, radio dan masih banyak lainnya. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif.

G. Arduino IDE

IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui *sintaks* pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C [1],[5].

H. *SQLite*

SQLite adalah sebuah *engine database SQL* yang langsung tertanam atau pada aplikasi. Tidak seperti kebanyakan *database SQL* lainnya, *SQLite* tidak memiliki *server* yang terpisah dari aplikasi. *SQLite* telah didukung oleh banyak bahasa pemrograman seperti C, C ++, *BASIC*, C #, *Python*, *Java* dan *Delphi* [10].

I. *JavaScript Object Notation (JSON)*

JavaScript Object Notation adalah suatu format ringkas pertukaran data komputer. Formatnya berbasis *teks* dan terbaca oleh manusia. serta digunakan untuk merepresentasikan struktur data sederhana dan larik asosiatif. Format *JSON* sering digunakan untuk mentransmisikan data terstruktur melalui suatu koneksi jaringan pada suatu proses yang disebut serialisasi. Walaupun *JSON* didasarkan pada subset bahasa pemrograman *JavaScript*, *JSON* dianggap sebagai format data yang tak tergantung pada suatu bahasa.

J. *DBeaver*

DBeaver adalah aplikasi untuk manajemen database dengan *mode GUI (graphical)*. *DBeaver* sendiri selain menyediakan versi berbayar, juga menyediakan *Community Edition* yang *open source*.

K. *Django*

Django adalah sebuah *framework full-stack* untuk membuat aplikasi web dengan bahasa pemrograman *python*. *Framework* akan membantu kita membuat web lebih cepat, dibandingkan menulis kode dari nol [10].

III. METODE PENELITIAN

A. Alat Penelitian

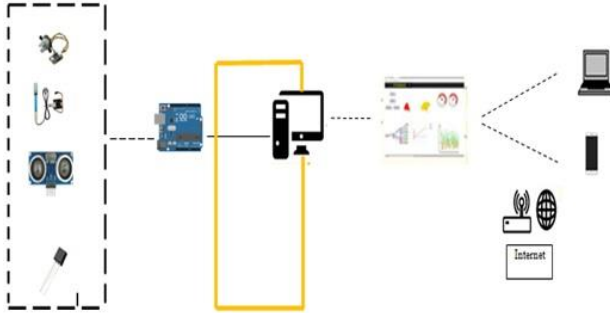
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - a. Laptop
 - b. Arduino Uno
 - c. Sensor *Turbidity*
 - d. Sensor Ultrasonik
 - e. Sensor pH meter
 - f. Sensor LM35
 - g. Kabel USB / Kabel Data
 - h. Kabel Jumper
2. Perangkat Lunak (*software*)
 - a. Arduino IDE
 - b. *Dbeaver*
 - c. *Visual Studio Code*

B. Rancangan Desain Sistem Secara Umum

Pada bagian ini diuraikan perancangan sistem secara umum dan ditampilkan semua peralatan yang dibutuhkan untuk membuat sistem monitoring akuarium secara *realtime* sekaligus rancangan alur kerja dari sensor-sensor tersebut. Rancangan ini berguna untuk mempermudah dalam mengetahui bagaimana alur kerja sistem secara garis besar. Adapun desain sistem secara umum yang membahas alur kerja sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, pada penelitian ini dirancang sistem monitoring akuarium yang menggunakan sensor *turbidity*, sensor ultrasonik, sensor pH dan sensor LM35 untuk mengukur kondisi air dan suhu air pada akuarium. Semua sensor dihubungkan ke arduino uno.



Gambar 1. Rancangan Desain Sistem Secara Umum

Pada arduino terdapat perintah program untuk mengukur tingkat kekeruhan, ketinggian, keasaman dan suhu air pada akuarium. Arduino dihubungkan ke laptop melalui kabel USB, kemudian data yang terbaca tersebut dikirim ke *server* dan semua data sensor dari *server* tersimpan di *database*, lalu hasil dari nilai kekeruhan, ketinggian, keasaman dan suhu air pada akuarium tersebut ditampilkan pada di *website* berupa grafik dan angka.

1. Perancangan Sistem Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

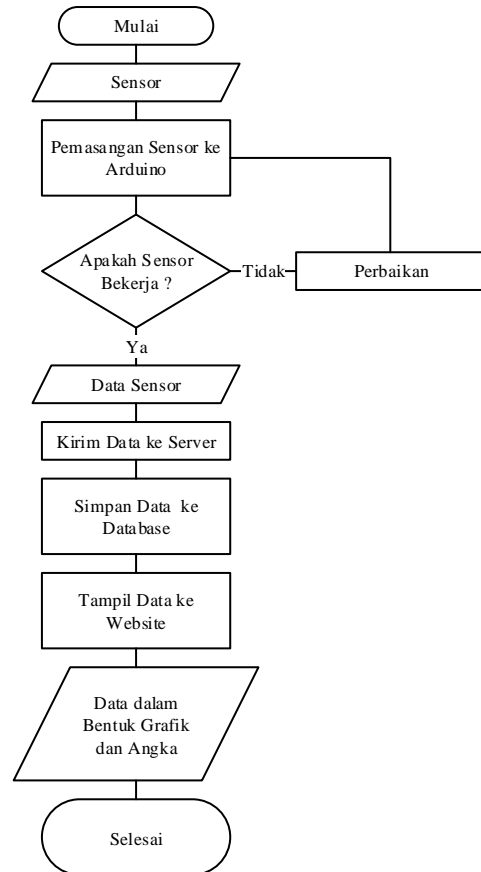
Sistem yang dirancang memiliki fungsi untuk mengukur kondisi air menggunakan sensor *turbidity*, ultrasonik, pH air dan suhu yang dikoneksikan dengan mikrokontroler arduino uno dan dan laptop sebagai *server*.

Arduino berfungsi sebagai media yang mengatur pengkodean pada sensor *turbidity*, ultrasonik, pH dan LM35 untuk membaca nilai untuk kondisi dan suhu air pada akuarium, laptop yang tersambung melalui kabel USB pada Arduino akan mengambil nilai untuk kondisi dan suhu air pada akuarium tersebut dan disimpan dalam *database* kemudian ditampilkan pada *website* dan berbentuk grafik dan angka.

2. Rancangan Diagram Alir Sistem

Adapun rancangan secara umum diagram alir dari sistem yang dirancang untuk sistem monitoring akuarium secara *realtime* terdapat pada *flowchart* pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 dijelaskan bahwa proses awal dimulai sampai dengan proses akhir. proses awal dimulai dengan pemasangan semua sensor yaitu sensor *turbidity*, sensor ultrasonik, sensor pH dan sensor LM35 pada arduino. Selanjutnya, sensor akan dicek apakah bekerja dengan baik atau tidak. Kemudian, data sensor yang didapat akan dikirim ke server dan tersimpan di database. Data yang tersimpan akan ditampilkan pada *website* dengan tampilan data grafik dan angka.



Gambar 2. Flowchart Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

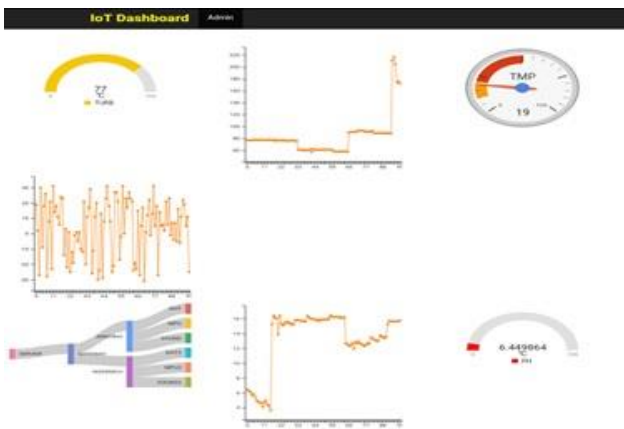
Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring akuarium secara *realtime* untuk mengetahui kondisi dan suhu air. Sistem ini memberikan informasi data tingkat kekeruhan air, ketinggian air, keasaman dan suhu air pada akuarium yang diukur menggunakan sensor *turbidity*, ultrasonik, pH dan LM35 yang bisa diakses melalui *website*. Data-data kondisi dan suhu air pada akuarium yang diukur oleh sensor-sensor tersebut tersimpan pada *database* dan ditampilkan pada *website* yang telah dibuat. Informasi yang ditampilkan berupa nilai dari semua sensor pada akuarium dan juga keterangan suhu secara *realtime*.

Adapun hasil secara umum berupa sistem monitoring akuarium melalui *website* yang telah dibuat yang dinyatakan pada Gambar 3 dan Gambar 4. *Website* monitoring akuarium merupakan *website* yang bertindak sebagai penampil data sensor *turbidity*, ultrasonik, pH dan LM35 yang diambil dari *database SQLite*.



Gambar 3. Tampilan *Login*

Gambar 3 merupakan halaman awal *website* untuk melihat tampilan data sensor. Pengguna harus login terlebih dahulu untuk melihat data sensor yang berupa grafik dan angka.



Gambar 4. Tampilan grafik data sensor

Gambar 4 menampilkan semua data sensor yang terpasang pada arduino. Data sensor yang ditampilkan berupa grafik dan angka. Data sensor yang ditampilkan yaitu data sensor *turbidity*, data sensor ultrasonik, data sensor pH dan data sensor LM35.

Tabel 1.
Hasil pengujian

No	Jenis Sensor	Hasil Pengujian Menampilkan Data Sensor	Hasil Pengujian Website
1.	Turbidity	Berhasil	Berhasil
2.	Ultrasonik	Berhasil	Berhasil
3.	PH	Berhasil	Berhasil
4.	LM35	Berhasil	Berhasil

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem monitoring akuarium, dapat diambil kesimpulan yaitu sistem ini dapat menampilkan data secara *realtime* berbasis mikrokontroler, dan data dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dan angka. Sensor *turbidity*, sensor ultrasonik, sensor pH dan sensor LM35 yang digunakan berhasil dengan baik menampilkan data di *website*. Data yang ditampilkan yaitu data tingkat kekeruhan air, data

ketinggian air, data keasaman air, dan juga data suhu air. Pemelihara dapat memantau kondisi akuarium dari jarak jauh. Setelah dilakukan pengujian sistem menggunakan *web browser*, didapati bahwa *website* berhasil dengan baik dan menampilkan tampilan yang *responsive*. Data tiap sensor berhasil tampil dengan baik dalam bentuk grafik dan angka.

REFERENSI

- [1] Eltra, E. B., dkk., Otomatisasi Sistem Kontrol Ph dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno Dan *Raspberry Pi 3* : Kupang, 2018.
- [2] Rivai, M., "Sistem Monitoring PH dan Suhu Air dengan Transmisi Data Nirkabel", Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [3] S. Charana, " Arduino Based Aquarium Monitoring System", International Research Journal of Engineering, vol.06, pp.605-608, 2019
- [4] M. S. U. Chowdury, "IoT Based Real-time River Water Quality Monitoring System, *Procedia Computer Science* 155, pp.161-168, 2019
- [5] M. S. Ramadhan, "Sistem Kontrol Tingkat Kekeruhan Kekeruhan pada Aquarum Menggunakan Arduino Uno", *J. Tek. ITS*, vol.7, pp.87-91, 2018
- [6] Simanjuntak , D, A., Sistem Monitoring Kekeruhan Dengan Metode Pendeteksi Warna Pada Air Dengan Sms Gateway : Sumatera Utara, 2016.
- [7] Tenggono, A., Wijaya, T., Sistem Monitoring Dan Peringatan Ketinggian Air Berbasis Web Dan Sms Gateway : STMIK Pontianak, 2015.
- [8] Sadi, S., Rancang Bangun Monitoring Ketinggian Air Dan Sistem Kontrol Pada Pintu Air Berbasis Arduino Dan Sms Gateway : Palembang, 2018.
- [9] Siswanto., Adiguna, A., Monitoring suhu Dan Ketinggian air *Aquarium* Dengan Sensor Ds18b20, Hcsr04 Dan Mikrokontroler Arduino Uno R3 Berbasis Web: Jakarta, 2018.
- [10] D. P. Jose, "IoT Based Water Management using HC-12 and Django", International Conference on Data Science and Communication (IconDSC), 2019

Alamat Redaksi
Jurusan Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan
Gedung D Lt. 3 Kampus Universitas Borneo Tarakan
Jl. Amal Lama No. 1 Tarakan 77123

