



POLITEKNIK NEGERI BALI

# *matrix*X

**JURNAL MANAJEMEN TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA**



Vol. 8 No. 1 | Hal. 1-25 | Maret 2018 | ISSN 2580-5630

# Editors

---

## Editor-in-chief :

Dr. Anak Agung Ngurah Gde Sapteka.

## Editorial Boards :

Dr. I Ketut Swardika, ST, MSi.

I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD.

Ir. I Wayan Wiraga, MT.

I Nyoman Kusuma Wardana, ST, MSc.

Ni Wayan Wisswani, ST, MT.

## Language Editors :

Gusti Nyoman Ayu Sukerti, SS, MHum.

Ni Nyoman Yuliantini, SPd, MPd.

# Reviewers

---

Dr. Isdawimah (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta).

Dr. Budhy Setiawan (Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Malang).

Dr. Henry B. H. Sitorus (Teknik Elektro, Universitas Lampung).

Dr. F. X. Arinto Setyawan (Teknik Elektro, Universitas Lampung).

Dr. Eng. Handri Santoso (Teknik Informatika, Universitas Bandar Lampung).

Dr. Eng. Cahya Rahmad (Manajemen Informatika, Politeknik Negeri Malang).

## KATA PENGANTAR

Atas berkat dan rahmat Tuhan Yang Maha Esa, kami dapat menerbitkan Jurnal Matrix Volume 8 Nomor 1 di Bulan Maret tahun 2018. Kami juga bersyukur dengan terindeksnya Jurnal Matrix di Sinta (Science and Technology Index) Kemenristekdikti pada kategori S3. Sungguh hal ini merupakan kehormatan dan kebanggaan kami selaku editor.

Pada edisi ini kami publikasikan beberapa artikel ilmiah yang ditulis oleh para penulis dari Politeknik Negeri Indramayu, STIMIK STIKOM Indonesia, dan Politeknik Negeri Bali. Di bidang manajemen informasi, kami publikasikan artikel ilmiah mengenai penggunaan *software Leawo* dalam menyiapkan bahan ajar Kalkulus II, serta artikel ilmiah mengenai kompresi citra medis menggunakan *packet wavelet transform* dan *run length encoding*. Sedangkan di bidang manajemen teknologi, kami publikasikan artikel ilmiah mengenai perbandingan kinerja mesin penetas telur otomatis dengan menggunakan kontrol *on-off* dan kontrol *PWM*, artikel ilmiah mengenai simulasi kelistrikan hotel menggunakan *smart relay*, serta artikel ilmiah mengenai evaluasi *error kWh* meter analog.

Akhir kata, kami menyampaikan terima kasih kepada para *reviewer* dari Politeknik Negeri Jakarta, Politeknik Negeri Malang, Universitas Lampung dan Universitas Bandar Lampung atas usaha dan kerja keras dalam melakukan kajian dan penyempurnaan terhadap artikel-artikel di atas. Besar harapan kami agar karya dari para penulis pada edisi ini dapat dijadikan referensi bagi peneliti di bidang manajemen teknologi dan informasi.

Politeknik Negeri Bali, 31 Maret 2018

Editor-in-chief Jurnal Matrix

Dr. Anak Agung Ngurah Gde Sapteka

ISSN: 2580-5630



DOAJ  
DIRECTORY OF  
OPEN ACCESS  
JOURNALS

Google  
Scholar



sinta  
Science and Technology Index

# Daftar Isi

---

<b>Karsid, Arief Wahyu Ramadhan, Rofan Aziz, PERBANDINGAN KINERJA MESIN PENETAS TELUR OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN KONTROL <i>ON-OFF</i> DAN KONTROL <i>PWM</i> .....</b>	<b>1-5</b>
<b>Ni Luh Putu Labasariyani, Ni Luh Putu Mery Merlinda, PENGGUNAAN <i>SOFTWARE LEAWO</i> DALAM MENYIAPKAN BAHAN AJAR KALKULUS II UNTUK MAHASISWA STIMIK STIKOM INDONESIA .....</b>	<b>6-9</b>
<b>I Made Ari Dwi Suta Atmaja, KOMPRESI CITRA MEDIS MENGGUNAKAN <i>PACKET WAVELET TRANSFORM</i> DAN <i>RUN LENGTH ENCODING</i> .....</b>	<b>10-15</b>
<b>Djoko Suhantono, I Made Sumerta Yasa, Kadek Amerta Yasa, EVALUASI <i>ERROR KWH METER ANALOG</i> PENGUKURAN LANGSUNG DENGAN METODE PENERAAN WAKTU PADA LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI BALI .....</b>	<b>16-21</b>
<b>I Nyoman Sukarma, Ida Bagus Ketut Sugirianta, I Made Purbhawa, SIMULASI SISTEM KELISTRIKAN KAMAR HOTEL MENGGUNAKAN <i>SMART RELAY</i>.....</b>	<b>22-25</b>

# PERBANDINGAN KINERJA MESIN PENETAS TELUR OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN KONTROL *ON-OFF* DAN KONTROL *PWM*

**Karsid<sup>1</sup>, Arief Wahyu Ramadhan<sup>2</sup>, Rofan Aziz<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu

<sup>1</sup>karsid@polindra.ac.id

**Abstrak:** Proses penetasan telur melibatkan teknologi kontrol untuk memantau kondisi suhu dan kelembaban udara pada kabin penetasan. Teknologi kontrol yang digunakan masih menerapkan kontrol *on-off*. Pada artikel ini dibahas perbandingan kinerja mesin penetas telur dengan menggunakan kontrol *on-off* dan kontrol *PWM* (*Pulse Width Modulation*). Kontrol *PWM* yang digunakan berbasis pada mikrokontroler arduino dan aktuator sebuah bola lampu pijar. Hasil yang didapatkan setelah dilakukan pengujian adalah kinerja mesin tetas telur dengan kontrol *PWM* lebih baik dibandingkan dengan menggunakan kontrol *on-off*. Respons peralihan dengan kontrol *PWM* lebih cepat yaitu 120 detik sedangkan dengan menggunakan kontrol *on-off* selama 240 detik. Penggunaan kontrol *PWM* juga lebih stabil daripada kontrol *on-off* dilihat dengan osilasi pada *steady-state response* sebesar  $0,3^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pada kontrol *on-off* sekitar  $4^{\circ}\text{C}$ .

**Kata kunci:** *Kontrol PWM, Kontrol On-off, Mesin Penetas Telur.*

**Abstract:** *The egg hatching process involves control technology to monitor the temperature and humidity conditions of the hatching cabin. The on-off control is a control technology that has been used since then. This paper discuss the comparison of egg hatchery performance by using on-off control and PWM (Pulse Width Modulation) control. The PWM control used are based on microcontroller and actuator of an incandescent light bulb. The results obtained that, after the test, the performance of the egg hatch machine with PWM control is better than using the on-off control. Transition response using PWM control is faster, that is 120 seconds, while the on-off control is 240 seconds. The uses of PWM control is also more stable than on-off control shown by the oscillation at steady-state response of  $0.3^{\circ}\text{C}$ , while on-off control is about  $4^{\circ}\text{C}$ .*

**Keywords:** *PWM Control, On-Off Control, Egg Hatching Machine.*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah menciptakan suatu kemudahan dalam melakukan pekerjaan, terutama pada pekerjaan dengan waktu yang lama. Sebagai contoh adalah teknologi penetas telur. Jika dilaksanakan secara manual, maka peternak harus melakukan pemindahan telur, memantau keadaan suhu yang ditetapkan per jam atau mengatur suhu yang diharapkan dengan melakukan percobaan berkali-kali secara manual. Selain itu, karena ada jenis unggas yang mempunyai sedikit atau bahkan tidak punya naluri atau sifat mengeram seperti itik, ayam arab, dan puyuh maka akan mengakibatkan timbulnya kesulitan dalam proses pengembangbiakan hewan unggas tersebut. Untuk ini diperlukan alat penetas telur otomatis (buatan) agar dapat memudahkan peternak dalam pengembangbiakan hewan ternak.

Untuk memudahkan para peternak menetas telur ayam, maka telah dirancang dan dibuat suatu sistem pengendali suhu ruang inkubator telur ayam menggunakan mikrokontroler. Sistem pengendali yang telah dibangun terdiri dari sensor SHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, *dimmer driver*, dan mikrokontroler sebagai pengendali. Sumber panas ruang inkubator menggunakan empat buah lampu pijar. Sinyal dari sensor diolah dan dibandingkan dengan *setting point*. Hasil pengolahan data dari sensor dijadikan acuan untuk mengendalikan suhu ruang inkubator dengan mengatur tegangan melalui lampu

menggunakan *dimmer*. Untuk menampilkan suhu ruang inkubator digunakan *LCD*. Penelitian ini menghasilkan sistem pengendali suhu ruang [1].

Pengendalian penetas telur ayam secara umum memiliki karakteristik dinamika yang sama dengan pengendalian inkubator. Tujuan pengendalian suhu penetas telur ayam adalah menjaga temperatur penetas agar tetap pada harga acuan, yaitu berkisar antara  $39^{\circ}\text{C}$  hingga  $40^{\circ}\text{C}$ . Tegangan listrik dan panas yang dikonversi memiliki hubungan kuadratis sehingga dalam keadaan ini dapat dikatakan sistem memiliki hubungan tidak linier. Hubungan yang tidak linier antara sumber tegangan dengan aliran panas, akan mudah dikendalikan menggunakan pengendali yang memiliki sifat yang tidak linier juga. Karena pengendali *fuzzy* memiliki sifat yang sama dengan pengendali penetas telur, maka pengendali ini dipilih untuk mengendalikan sistem. Untuk memperbaiki kinerja pengendalian, dalam penelitian ini pengendali *fuzzy* digabung dengan pengendali integrator yang linier [2].

Secara garis besar, sistem ini akan mengatur suhu pada alat penetas telur agar tetap stabil pada suhu yang diinginkan. Jika suhu terlalu rendah, maka lampu pemanas akan menyala. Sedangkan jika suhu terlalu tinggi, maka lampu pemanas akan mati. Jika suhu terlalu tinggi dari suhu yang ditetapkan, maka proses penurunan suhu akan dibantu dengan membuang udara panas dari dalam alat dengan menggunakan kipas [3].

Sistem penetasan telur bertujuan menjaga suhu dan kelembaban tetap ideal sesuai dengan kebutuhan. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain adalah kalibrasi antara suhu dan kelembaban yang menggunakan pengukur suhu dan kelembaban standar dengan suhu dan kelembaban yang diterima oleh sensor yang digunakan. Juga dilakukan pengujian perbedaan antara menggunakan pengontrol yang dibuat dengan pengontrol yang lain, agar diketahui seberapa bergunanya pengontrol yang dibuat [4].

Pengaturan iluminasi cahaya lampu pijar pada sumber tegangan searah (*DC / Direct Current*) cukup sederhana untuk diimplementasikan yaitu hanya dengan pengaturan tegangan menggunakan resistor variabel. Berbeda dengan implementasi pada rangkaian dengan sumber arus bolak-balik (*AC / Alternating Current*) diperlukan sebuah rangkaian dimmer untuk pengaturan iluminasi lampu pijar [5]. Pengendali intensitas cahaya lampu bertujuan untuk dapat memberikan penambahan suhu pada kabin penetasan telur sehingga suhu di dalam kabin dapat dikendalikan sesuai dengan yang diinginkan.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Alat dan Bahan

Setelah menyiapkan rancangan rangkaian kontrol, penelitian dilanjutkan dengan membuat rangkaian tersebut. Adapun daftar peralatan dan bahan ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2, sedangkan rangkaian *AC* kontrol *PWM* ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Peralatan

Alat	Jumlah
Obeng (+/-)	1
Tang potong	1
Tang kupas	1
Tespen	1
Solder	1

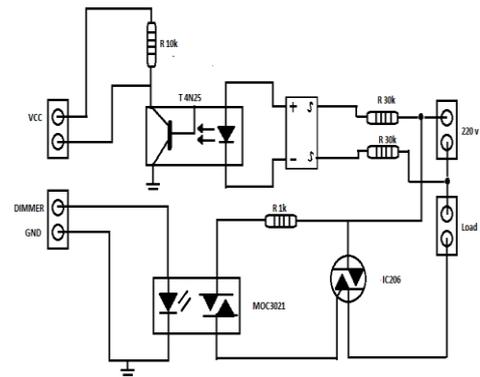
Tabel 2. Bahan

Alat	Jumlah
PCB	1 buah
Kabel soket	4 buah
Resistor 30k	2 buah
Resistor 10k	1 buah
Resistor 1k/560 Ohm	1 buah
Dioda <i>bridge rectifier</i>	1 buah
IC MOC3021	1 buah
IC 4N25	1 buah
Kabel	50 cm
TIC206	1 buah

### 2.2. Pembuatan Kabin

Pada tahap ini dilakukan pembuatan kabin tetas telur yang ukurannya disesuaikan dengan *egg tray*. Adapun peralatan dan bahan untuk ini ditunjukkan

pada Tabel 3 dan Tabel 4, sedangkan rancangan kabin inkubator penetas telur ditunjukkan pada Gambar 2.



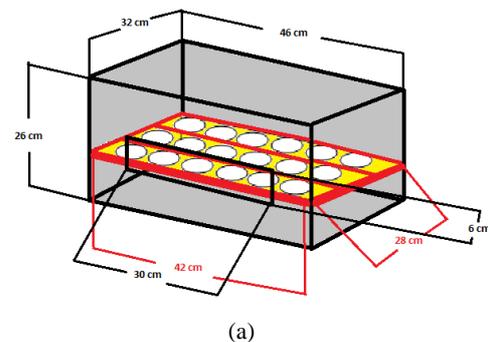
Gambar 1. Rangkaian *AC* kontrol *PWM*

Tabel 3. Peralatan pembuatan kabin

Alat	Jumlah
Stang rivet	1
Paku rivet	1 box kecil
Gergaji	1
Lem sealant	1

Tabel 4. Bahan pembuatan kabin

Alat	Jumlah
Styrofoam box	1 buah
Papan triplek	1 m × 1 m
Fiberglass	30 cm × 30 cm
Siku aluminium	3 m



(b)

Gambar 2. (a). Rancangan kabin inkubator penetas telur  
(b). Kabin inkubator penetas telur

**2.3. Pembuatan Controller dan Wiring Kelistrikan**

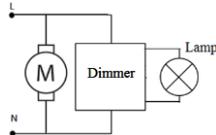
Dalam tahap ini dilakukan pembuatan *controller* dan *wiring* kelistrikan sesuai dengan rancangan alat inkubator penetas telur tersebut. Peralatan dan bahan *wiring* kelistrikan yang dibutuhkan sesuai dengan uraian pada Tabel 5 dan Tabel 6, sedangkan rancangan *wiring* kelistrikan ditampilkan pada Gambar 3.

Tabel 5. Peralatan *wiring* kelistrikan inkubator

Alat	Jumlah
Obeng (+/-)	1
Tang kupas	1
Avo meter	1

Tabel 6. Bahan *wiring* kelistrikan inkubator

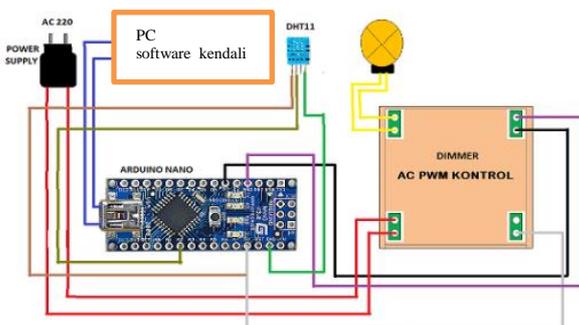
Alat	Jumlah
Lampu bohlam(5 watt)	1 buah
Motor AC	1 buah
Fitting (dudukan lampu)	1 buah
Kabel	3 m
Steker	1 buah
Mikrokontroler Arduino	1 buah
Sensor DHT11	1 buah
AC PWM	1 buah
Adaptor (3/5v)	1 buah
USB connector	1 buah
PCB	1 buah



Gambar 3. Rancangan *wiring* kelistrikan inkubator

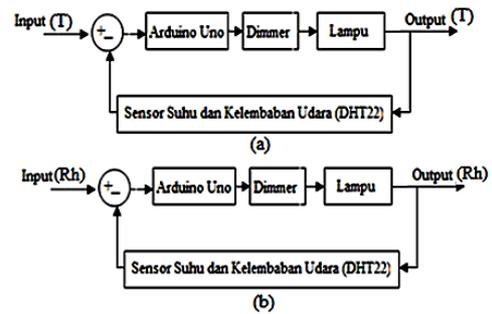
*Controller* inkubator penetas dirancang dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali. Untuk ini digunakan komputer (PC) guna mengunggah program ke mikrokontroler. DHT11 digunakan sebagai peralatan sensor temperatur. Rancangan ini ditunjukkan pada Gambar 4.

Pengendalian dilakukan dengan mengatur *set point* untuk menentukan nilai temperatur maksimal dan minimal. Ketika mikrokontroler menerima sinyal temperatur maksimal atau minimal, maka mikrokontroler mengirim sinyal ke *dimmer*.

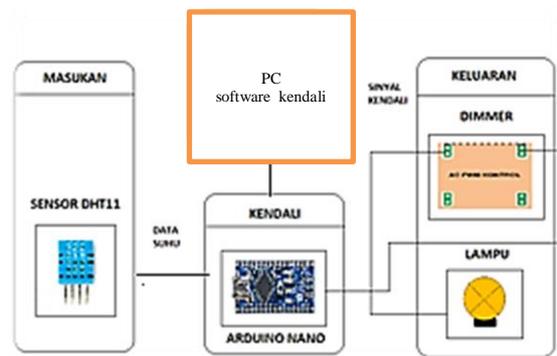


Gambar 4. Rancangan *controller* inkubator

Diagram blok pengendalian ini ditunjukkan pada Gambar 5 sementara diagram blok masukan, kendali dan keluaran ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Diagram blok pengendalian  
(a) Sistem Temperatur udara  
(b) Sistem Kelembaban udara

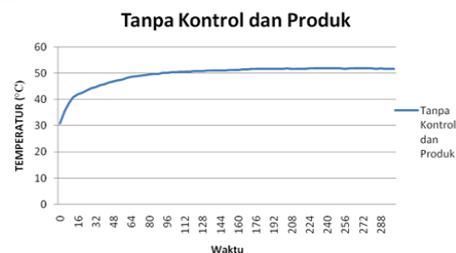


Gambar 6. Diagram blok masukan, kendali dan keluaran pengendalian

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Performansi alat inkubator penetas telur otomatis**

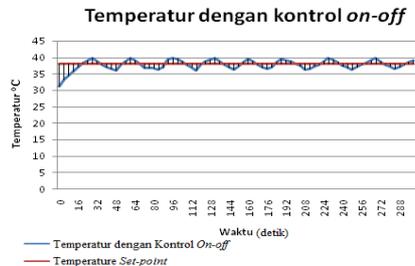
Sistem alat inkubator penetas telur puyuh ini telah mendapatkan hasil dengan *set point* sebesar 38°C. Hasil pengambilan data suhu dari inkubator penetas telur dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil pengambilan data tanpa kontrol awal *running* 31,01°C yang setara dengan temperatur lingkungan dengan respons peralihan data sekitar 3-5 jam, menyebabkan temperatur pun semakin naik mencapai 51,81°C karena suhu dalam mesin tetas belum sesuai dengan *set point* yang diinginkan. Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian temperatur agar sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 7. Eksperimental temperatur pada alat inkubator penetas telur

### 3.1.1. Penerapan kontrol *on-off* pada alat inkubator penetas telur

Penerapan kontrol *on-off* pada alat inkubator penetas telur digunakan agar temperatur alat ini sesuai dengan yang diinginkan. Pengendalian dilakukan dengan menggunakan program *on-off* pada Arduino. Sistem kontrol ini perlu diterapkan mengingat untuk penetasan telur diatur pada temperatur 38°C.

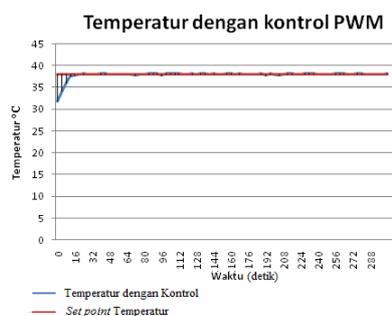


Gambar 8. Grafik data eksperimental temperatur menggunakan kontrol *on-off*

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa *set point* diatur pada 38°C. Hasil tanggapan dari grafik tersebut ialah *under damped response* yaitu output melesat naik untuk mencapai input, kemudian turun dari nilai yang kemudian berhenti pada kisaran nilai input.

### 3.1.2. Penerapan kontrol *PWM* pada alat inkubator penetas telur

Penerapan kontrol *PWM* ini dilakukan untuk mengubah respon grafik temperatur agar lebih cepat tercapai *set point* dan grafik temperatur menjadi stabil (*steady state*) sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu, daya listrik yang dibutuhkan dapat dihemat pada saat menggunakan kontrol *PWM*. Temperatur kabin dibaca oleh sensor suhu sebagai *feedback system*. Apabila temperatur kabin lebih besar 0,5°C daripada temperatur *set point*, maka sinyal pengendali *PWM* secara gradual turun yaitu dari 100% menuju 80%, 60% hingga 40%. Setelah empat puluh persen, temperatur kabin mengalami penurunan 0,5°C. Penurunan suhu di bawah *set point* tersebut kemudian direspons oleh sinyal pengendali *PWM* dengan naik secara gradual dari 40% lalu meningkat 60%, 80% hingga 100%. Dengan penerapan kendali *PWM* tersebut mengakibatkan tanggapan sistem berosilasi  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ .

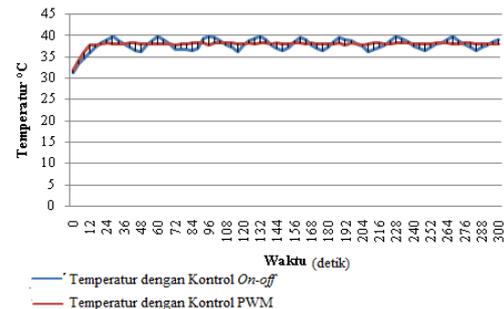


Gambar 9. Grafik data eksperimental pada temperatur menggunakan kontrol *PWM*

Tanggapan sistem yang diperoleh pada Gambar 9 dengan menggunakan penerapan kontrol *PWM* adalah *overdamped response*, yaitu respons yang dapat mencapai nilai input dengan cepat dan tidak melewati batas *set point*.

### 3.1.3. Perbandingan performansi kontrol *on-off* dan kontrol *PWM* pada alat inkubator penetas telur

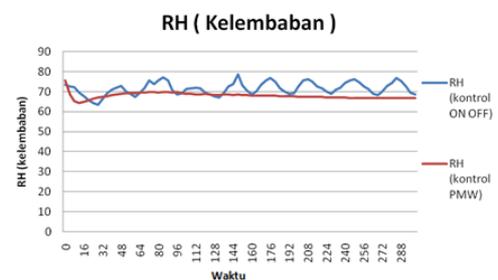
Perbandingan kedua sistem kontrol ini ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik perbandingan performansi sistem dengan kontrol *on-off* dan kontrol *PWM*

Gambar 10 menunjukkan performansi sistem yang baik untuk digunakan pada alat inkubator penetas telur adalah menggunakan sistem kontrol *PWM* karena grafik atau tanggapan yang dihasilkan sistem tersebut stabil dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* tersebut terbilang cepat tercapai.

Hasil kelembaban (RH) pada alat tersebut dapat dilihat pada Gambar 11, performansi RH yang dihasilkan dari kontrol *PWM* lebih bagus dibandingkan dengan menggunakan kontrol *on-off* namun dalam hal ini karena di dalam inkubator, RH yang dihasilkan semakin lama akan semakin turun atau kering, maka dibutuhkan penambahan air sedikit demi sedikit untuk mengatur kelembaban di dalam alat inkubator tersebut.

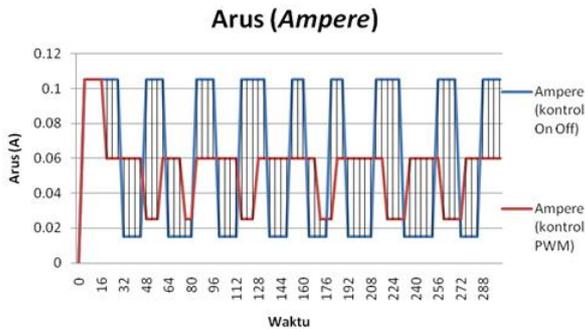


Gambar 11. Grafik RH perbandingan performansi sistem kontrol *on-off* dan kontrol *PWM*

### 3.2. Perbandingan konsumsi daya listrik sistem kontrol *on-off* dan kontrol *PWM*

Pada Gambar 12 ditunjukkan perbandingan konsumsi daya listrik yang dibutuhkan oleh alat inkubator penetas telur. Dari Gambar 12 diketahui hasil

dari setiap sistem kontrol dengan tegangan 220 Volt selama 17 hari per 5 jam sehari sesuai dengan Tabel 8. Perbandingan konsumsi daya yang digunakan pada alat inkubator tersebut ditunjukkan pada grafik arus menggunakan kontrol *PWM* dan kontrol *on-off*. Hal ini menyebabkan konsumsi daya dan biaya per Kwh yang dibutuhkan sangat kecil sehingga baik untuk digunakan dalam lingkup ternak rumahan.



Gambar 12. Grafik perbandingan konsumsi daya listrik sistem kontrol *on-off* dan kontrol *PWM*

Dari Gambar 12 diketahui hasil dari setiap sistem kontrol dengan tegangan 220 Volt selama 17 hari per 5 jam sehari sesuai dengan Tabel 8. Berdasarkan hasil perbandingan konsumsi daya tersebut diketahui bahwa kendali *PWM* memerlukan konsumsi daya dan biaya per Kwh yang lebih kecil daripada kendali *on-off*. Hal ini menunjukkan bahwa kendali *PWM* baik untuk digunakan dalam lingkup ternak rumahan.

Tabel 8. Perbandingan daya listrik

Kendali	Rerata Arus (A)	Daya (Watt)	Daya (KW)	KWh	Biaya TDL Rp. 1352
<i>On-Off</i>	0,0618	13,60	0,013	1,1	Rp. 1493
<i>PWM</i>	0,0535	11,77	0,011	0,93	Rp. 1264

### 3.3. Hasil penetasan telur dengan menggunakan sistem kontrol *PWM*

Hasil penetasan telur yang didapatkan dengan menggunakan sistem kontrol *PWM* ini ialah sebanyak 31 butir telur atau setara dengan 86% dari 36 butir telur yang ditetaskan. Perbandingan kontrol *on-off* dan *PWM* ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan hasil penetasan telur

Kendali	Jumlah	Telur Menetas	% Menetas
<i>On-Off</i>	36 butir	28 butir	77
<i>PWM</i>	36 butir	31 butir	86

## IV. KESIMPULAN

Performansi atau tanggapan sistem yang bagus dalam sistem kontrol ini adalah menggunakan sistem kontrol *PWM* dengan grafik yang stabil dan

temperaturnya cepat tercapai sesuai dengan *set point* yang diinginkan. Perbandingan konsumsi daya yang dihasilkan oleh sistem kontrol *PWM* lebih kecil jika dibandingkan kontrol *on-off* yaitu sebesar 11,77 watt atau sama dengan 0,011 KW, sedangkan dengan kontrol *on-off* sebesar 0,013 KW. Hal ini diakibatkan oleh pengaturan sinyal *PWM* yang secara gradual naik-turun sehingga mengakibatkan arus yang mengalir pada sistem lebih kecil dibandingkan dengan kontrol *on-off*. Biaya yang dikeluarkan dari pemakaian alat tersebut sebesar Rp 1.493 untuk penggunaan kontrol *on-off*, sedangkan penggunaan kontrol *PWM* lebih kecil yaitu Rp 1.264. Penetasan telur yang dihasilkan dari sistem kontrol *PWM* yaitu sebanyak 31 butir telur atau 86% dari jumlah telur keseluruhan 36 butir, lebih baik daripada sistem kontrol *on-off* sebesar 77%, atau sebanyak 28 butir.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Indramayu serta Ketua Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara yang telah memberikan dukungan penelitian. Demikian juga kami ucapkan kepada Kemenristek Dikti yang telah memberikan dukungan dana pada penelitian ini serta kepada editor dan reviewer Jurnal Matrix atas penyempurnaan artikel ilmiah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahim, R.H., Rumagit, A.M. & Lumenta, A.S.M. (2015). Rancang bangun alat penetas telur otomatis berbasis mikrokontroler, *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(1), 1-7.
- [2] Dwiono, W. & Tamam, M.T. (2007). Pengaturan suhu penetas telur ayam menggunakan pengendali fuzzy-integrator intervention, Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2007, 23-28.
- [3] Tamam, M. T., Taufiq, A.J. & Gunawan, P.B. (2010). Rancang bangun alat penetas telur ayam berbasis mikrokontroler. *Techno*, 11(2), 81-83.
- [4] Irfan, M., Maleakhi, A., Mulyana, R. & Susanto, R. (2011). Perancangan sistem pengeram telur ayam otomatis, *Teknik Komputer*, 19(2), 148-158.
- [5] Herlan & Prabowo, B.A. (2009). Rangkaian dimmer pengatur iluminasi lampu pijar berbasis internally triggered TRIAC. *INKOM*, 3(1), 14-21.

## PENGUNAAN *SOFTWARE LEAWO* DALAM MENYIAPKAN BAHAN AJAR KALKULUS II UNTUK MAHASISWA STIMIK STIKOM INDONESIA

Ni Luh Putu Labasariyani<sup>1</sup>, Ni Luh Putu Mery Marlinda<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Informatika, STIMIK STIKOM Indonesia

<sup>1</sup>labasariyani@gmail.com

**Abstrak:** Mata Kuliah Kalkulus II sampai saat ini masih kurang diminati oleh banyak mahasiswa. Sesuai survei yang peneliti lakukan pada beberapa mahasiswa STIMIK STIKOM Indonesia, hal ini dikarenakan materi Kalkulus II yang diterima di kelas dianggap sulit untuk dipahami, sehingga mereka kurang berminat untuk memperhatikan materi yang disampaikan di kelas. Untuk meningkatkan motivasi belajar mahasiswa dan meningkatkan kemampuan belajar mahasiswa, peneliti menggunakan metode *classroom action research* (penelitian tindakan kelas) dengan model yang dirancang oleh Stephen Kemmis dan Robin McTaggart yang dikolaborasi dengan video pembelajaran menggunakan *Leawo Video Converter Pro*. Peneliti melakukan penelitian tindakan kelas dengan dua siklus. Untuk mengetahui hasil peningkatan motivasi dan kemampuan belajar mahasiswa dilakukan pengujian pada setiap akhir siklus. Motivasi belajar mahasiswa diukur dengan skor aktivitas belajar dan kemampuan belajar yang diukur melalui skor rata-rata kelas, dan ketuntasan belajar mahasiswa. Data dalam penelitian ini dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner, analisis dokumen, dan wawancara serta menjalankan dua siklus sesuai ketentuan Penelitian Tindakan Kelas (PTK). Data yang dihasilkan menunjukkan bahwa adanya peningkatan rata-rata kelas dari 6,83 menjadi 8,63 di siklus II, ketuntasan belajar dari 42,86% menjadi 80,00% dan motivasi belajar mahasiswa yang dapat dilihat melalui skor aktivitas belajar dari 13,35 dengan kriteria cukup aktif menjadi 20,21 dengan kriteria aktif.

**Kata kunci:** *Software Leawo, Penelitian Tindakan Kelas, Kalkulus II, Motivasi Belajar.*

**Abstract:** *Calculus II course is still less preferred by many students. According to the survey that researchers do for some STIMIK STIKOM Indonesia students, this is because the subject of Calculus II received in the class is considered difficult to understand, so they are less interested to pay attention to the subject presented in the classroom. To improve students' learning motivation and improve students' learning ability, the researchers used classroom action research method using model designed by Stephen Kemmis and Robin McTaggart collaborated with video learning using Leawo Video Converter Pro. The researcher conduct a classroom action research with two cycles. To find out the result of the improvement of motivation and students' learning ability, a test is done at each end of cycle. Students' learning motivation is measured by learning activity score and learning ability is measured by mean grade score, and student's mastery learning. The data in this study were collected by using questionnaires, document analysis, and interviews and running two cycles according to class action research. The resulting data shows that the average grade class is increases from 6.83 to 8.63 in cycle II, and also mastery learning score is increases from 42.86% to 80.00%, and students' learning motivation can be seen through the scores of learning activities from 13.35 with active enough criteria to be 20.21 with active criteria.*

**Keywords:** *Leawo Software, Classroom Action Research, Calculus II, Learning Motivation.*

### I. PENDAHULUAN

Mempersiapkan bahan ajar merupakan kegiatan yang memang perlu dilakukan sebelum mengajar di kelas [1]. Beberapa dosen mungkin saja ada yang melakukan persiapan sehari sebelum mengajar, beberapa jam sebelum mengajar, atau tidak melakukan banyak persiapan, karena materi yang akan disampaikan kepada mahasiswa di kelas sudah beberapa kali pernah diampu, sehingga tidak sulit untuk mengingat isi materi yang akan disampaikan di kelas.

Bahan ajar yang dipakai sebagai bahan penelitian adalah bahan ajar pada salah satu materi dalam mata kuliah Kalkulus II yaitu Matriks. Untuk mempersiapkan bahan ajar ini, penulis menggunakan bantuan *software Leawo Video Converter Pro* (Selanjutnya disebut *Leawo*). *Software Leawo* adalah

sebuah *freeware* yang sangat handal dan berfungsi untuk melakukan konversi dari berkas *Powerpoint* ke format video [2].

Pada penelitian ini dikaji tahapan mempersiapkan bahan ajar Kalkulus II dengan bantuan *Leawo*. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan bahan ajar yang dapat dipadukan dengan multimedia dan meningkatkan respons mahasiswa terhadap matakuliah Kalkulus II yang dapat dilihat dari peningkatan nilai kelas. Keunggulan video sebagai media pembelajaran mudah digunakan dan mampu menjelaskan konten dengan lebih nyata [3,4].

### II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK). Jika dikaitkan dengan jenis

penelitian, maka metode tindakan kelas dapat dikategorikan sebagai jenis penelitian kuantitatif dan kualitatif [5]. Penelitian ini menggunakan model Stephen Kemmis dan Robin McTaggart dalam Arikunto [6]. Penggunaan metode ini dikolaborasi dengan video pembelajaran menggunakan *Leawo* untuk menciptakan bahan ajar Matematika dalam bentuk video pembelajaran. Model ini pada prinsipnya terdiri atas 4 tahapan, yaitu perencanaan (*planning*), pelaksanaan tindakan (*action*), observasi dan evaluasi (*observation and evaluation*) dan refleksi (*reflection*) di setiap siklus [7,8]. Untuk mengetahui hasil peningkatan motivasi dan kemampuan belajar mahasiswa, dilakukan pengujian pada akhir siklus. Motivasi belajar mahasiswa diukur dengan skor aktivitas belajar dan kemampuan belajar yang diukur melalui nilai rata-rata kelas, dan ketuntasan belajar mahasiswa dengan Persamaan (1) dan (2) [6].

$$\text{Skor Rata - Rata (M)} = \frac{\sum X}{N} \quad (1)$$

dengan

$M$  = nilai rata - rata kelas

$X$  = jumlah nilai siswa

$N$  = jumlah siswa

$$\text{Ketuntasan Belajar (KB)} = \frac{N_i \times 100\%}{N} \quad (2)$$

dengan

$KB$  = ketuntasan belajar

$N_i$  = banyaknya siswa yang memperoleh nilai  $\geq 65$

$N$  = jumlah peserta ujian

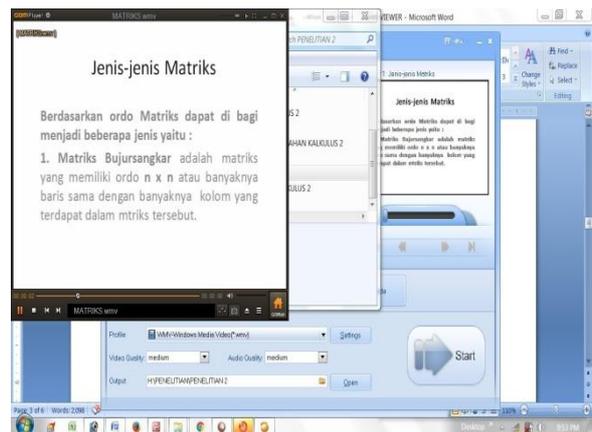
Desain penelitian tindakan kelas ini akan digunakan untuk mengetahui apakah video pembelajaran efektif sebagai media pembelajaran. Penelitian ini dilakukan pada matakuliah Kalkulus II, Kelas A dengan jumlah 35 mahasiswa pada Program Studi Teknik Informatika di STIMIK STIKOM INDONESIA. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data nilai mahasiswa yang menjawab pertanyaan (soal Kalkulus II). Data dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner, analisis dokumen, dan wawancara. Data dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif.

Secara garis besar, tahapan pembuatan video pembelajaran dilakukan dengan menyiapkan materi yang akan dijelaskan di kelas menggunakan *power point* terlebih dahulu. Untuk menarik perhatian mahasiswa agar lebih fokus pada materi yang peneliti jelaskan di kelas, maka peneliti menggunakan *Leawo* untuk membuat presentasi *Powerpoint* menjadi video. Cara pembuatannya dilakukan dengan prosedur impor berkas *Powerpoint* ke *Leawo* sesuai Gambar 1. Adapun rancangan pelaksanaan siklus penelitian tindakan kelas ditunjukkan pada Gambar 2.

Dalam tahapan perencanaan, langkah-langkah yang dilakukan adalah menganalisis Tujuan Instruksional Umum (TIU) dan Pokok Bahasan yang harus diajarkan yang termuat dalam Satuan Acara Perkuliahan (SAP). Selanjutnya membuat berkas *Powerpoint* untuk materi yang akan diajarkan di kelas dan mengubah ke dalam bentuk video dengan bantuan *Leawo*. Kemudian penulis menyusun instrumen penelitian, pedoman observasi, angket wawancara, dan soal-soal ujian untuk materi Kalkulus II yaitu Matriks.

Dalam tahapan pelaksanaan tindakan, langkah-langkah yang dilakukan adalah memberikan penjelasan materi pelajaran Matriks dan menjelaskan tentang TIK yang ingin dicapai selama proses perkuliahan berlangsung. Untuk pertama kali dijelaskan materi perkuliahan dengan menggunakan *Powerpoint* saja tanpa efek gambar dan audio apapun. Setelah penjelasan beberapa materi usai, kemudian diselingi dengan pembahasan soal latihan mengenai materi perkuliahan yang sudah disampaikan sebelumnya.

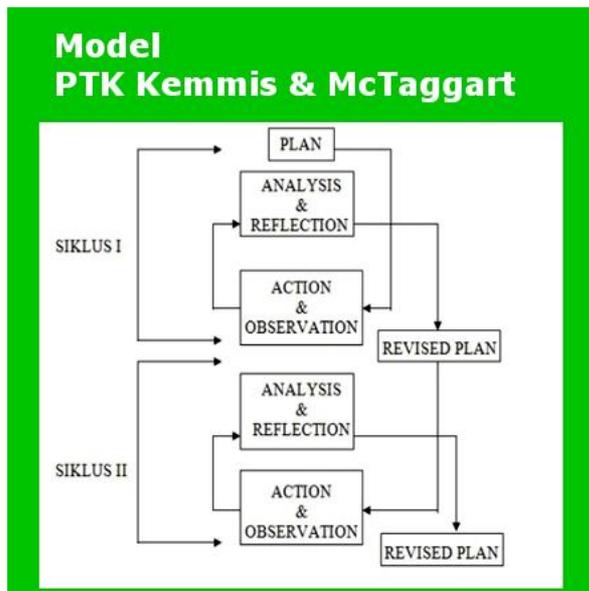
Selanjutnya bersama mahasiswa dilaksanakan refleksi terhadap proses perkuliahan yang telah berlangsung. Kemudian disampaikan format wawancara dan angket respon mahasiswa terhadap matakuliah Kalkulus II. Pada pertemuan II dan seterusnya dilakukan pengulangan proses yang telah dilaksanakan pada pertemuan I. Pada pertemuan II dan seterusnya dilakukan penyajian materi yang ditampilkan menggunakan video pembelajaran dan apabila dianggap perlu dapat ditambahkan ilustrasi musik. Selanjutnya sama seperti pada pertemuan sebelumnya, pada akhir pertemuan diadakan kegiatan menjawab soal-soal ujian tentang materi yang telah disampaikan.



Gambar 1. Proses pembuatan video pembelajaran

Tahapan refleksi dalam penelitian ini dilaksanakan dalam dua siklus. Setiap siklus berkisar dari 1 sampai 2 kali pertemuan. Setiap selesai satu siklus selalu dilakukan refleksi terhadap proses perkuliahan yang telah dilaksanakan. Refleksi ini dilakukan berdasarkan hasil observasi, hasil wawancara, dan hasil ujian menjawab soal-soal.

Apabila dasar yang dipakai sebagai acuan refleksi ini belum sesuai dengan harapan, maka dilanjutkan pada tindakan perkuliahan pada siklus berikutnya. Jika belum juga ada peningkatan motivasi dan kemampuan belajar seperti yang diharapkan, tindakan-tindakan proses pembelajaran itu didaur ulang pada siklus berikutnya dengan diadakan perbaikan (modifikasi), namun yang dipandang sudah baik tetap dipertahankan berdasarkan hasil refleksi sebelumnya sampai ditemukan hasil peningkatan motivasi dan kemampuan belajar. Sebaliknya apabila sudah memenuhi harapan, maka dalam refleksi diambil keputusan atau penyimpulan [2].



Gambar 2. Rancangan siklus penelitian tindakan kelas

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah motivasi belajar mahasiswa yang diukur dengan skor aktifitas belajar dan kemampuan belajar yang diukur melalui rata-rata kelas, dan ketuntasan belajar mahasiswa di kelas A sebelum diberi tindakan dan sesudah diberikan tindakan. Penggolongan aktivitas peserta didik diadopsi dari Depdiknas 2006 sesuai dengan Tabel 1 [9].

Pada pertemuan pertama siklus I, skor rata-rata motivasi belajar mahasiswa sebesar 13,35 dan pertemuan kedua adalah 15,47. Berdasarkan kriteria penggolongan aktivitas yang telah ditetapkan pada Tabel 1, maka motivasi mahasiswa pada pertemuan pertama dan kedua tergolong cukup aktif. Rata-rata prestasi belajar mahasiswa ( $M$ ) diperoleh nilai sebesar 6,83 dan ketuntasan belajar ( $KB$ ) sebesar 42,86%.

Pada pertemuan pertama siklus II, skor rata-rata motivasi belajar mahasiswa sebesar 17,18 tergolong cukup aktif dan pertemuan kedua adalah 20,21 tergolong aktif. Rata-rata prestasi belajar mahasiswa ( $M$ ) diperoleh nilai sebesar 8,63 dan ketuntasan belajar

( $KB$ ) sebesar 80,00%. Hasil rekapitulasi rata-rata kelas dan ketuntasan belajar ditampilkan pada Tabel 2, sedangkan rekapitulasi aktivitas belajar mahasiswa ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Penggolongan aktivitas peserta didik diadopsi dari Depdiknas 2006 [9].

Rata-rata aktivitas	Golongan aktivitas
$22,5 \leq M$	Sangat aktif
$17,5 \leq M \leq 22,5$	Aktif
$12,5 \leq M \leq 17,5$	Cukup aktif
$7,5 \leq M \leq 12,5$	Kurang aktif
$M \leq 7,5$	Sangat kurang aktif

Tabel 2. Rekapitulasi rata-rata kelas ( $M$ ) dan ketuntasan belajar ( $KB$ )

Siklus	$M$	$KB$
Awal	4,43	17,65%
I	6,83	42,86%
II	8,63	80,00%

Tabel 3. Rekapitulasi aktivitas belajar mahasiswa

Siklus	Pertemuan	Skor rata-rata aktifitas	Penggolongan
I	1	13,35	Cukup Aktif
	2	15,47	Cukup Aktif
II	1	17,18	Cukup Aktif
	2	20,21	Aktif

### IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa *software Leawo Video Converter Pro* sangat membantu dalam penyusunan materi ajar Kalkulus II. Dengan menggunakan *Leawo*, materi ajar yang akan disampaikan di kelas lebih menarik karena dikemas dalam bentuk video pembelajaran. Penyampaian materi dengan video pembelajaran menghasilkan suatu interaksi yang baik dari mahasiswa saat mengikuti perkuliahan Kalkulus II. Mahasiswa terlihat lebih memiliki motivasi untuk memperhatikan materi yang diajarkan yang berpengaruh terhadap kemampuan belajar untuk mendapatkan nilai ketuntasan belajar yang tinggi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Ketua Yayasan dan Kepala LPPM STIMIK STIKOM Indonesia yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada para dosen beserta mahasiswa di STIMIK STIKOM Indonesia atas dukungannya, serta kepada editor dan reviewer Jurnal Matrix atas publikasi artikel ilmiah ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Dantes, N. (2012), *Metode penelitian*, Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- [2] Labasariyani, N.L.P. & Marlinda, N.L.P.M. (2017). Penggunaan video pembelajaran sebagai alat bantu dalam mempersiapkan bahan ajar kalkulus I untuk mahasiswa STIMIK STIKOM Indonesia. *S@cies*, 7(2), 93-97.
- [3] Batubara, H.H. & Ariani, D.N (2016). Pemanfaatan video sebagai media pembelajaran matematika. *Muallimuna*, 2(1), 47-66.
- [4] Purwanti, B. (2015). Pengembangan media video pembelajaran matematika dengan model assure. *Kebijakan dan Pengembangan Pendidikan*, 3(1), 42-47.
- [5] Widayati, A. (2008). Penelitian tindakan kelas. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 6(1), 87-93.
- [6] Arikunto, A., Suhardjono & Supardi. (2006), *Penelitian tindakan kelas*, Jakarta: Bumi Aksara.
- [7] Gayatri & Wirakusuma. (2016). Penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan keterampilan pembuatan proposal penelitian mahasiswa. *E-Jurnal Akuntansi Universitas Udayana*, 14(2), 1539-1554.
- [8] Punarbhawa, I W. G. (2015). Upaya peningkatan mutu pembelajaran membaca melalui penerapan model pembelajaran ARIAS dengan berbantuan teknik complete sentence pada siswa kelas IX. B SMP Negeri 3 Tampaksiring tahun ajaran 2010/ 2011. *Santiaji Pendidikan*, 5(2), 85-95.
- [9] Depdiknas, 2006. *Pedoman Penilaian Hasil Belajar Peserta Didik*. Jakarta: Depdiknas.

# KOMPRESI CITRA MEDIS MENGGUNAKAN *PACKET WAVELET TRANSFORM* DAN *RUN LENGTH ENCODING*

I Made Ari Dwi Suta Atmaja<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

<sup>1</sup>arisuta@pnb.ac.id

**Abstrak:** Citra medis memegang peranan yang sangat penting dalam dunia medis saat ini. Biasanya citra medis membutuhkan penyimpanan yang cukup besar pada komputer. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kompresi pada citra medis menggunakan *wavelet packet transform (PWT)* dan *run length encoding (RLE)*. Tiga jenis *codec* yaitu *Haar*, *Daubechies* dan *Biorthogonal* digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini membandingkan rasio kompresi, waktu kompresi dan dekompresi untuk setiap citra. Penelitian ini menggunakan tiga nilai *threshold* yaitu 30, 40 dan 50. Percobaan yang dilakukan menggunakan lima citra medis yang mewakili jenis citra hasil *X-ray*, *USG* dan *CT-Scan* sebagai data *testing*. Penelitian ini menunjukkan bahwa *codec Haar* dan *Biorthogonal* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan *codec Daubechies* dalam hal kualitas citra (*PSNR*) dan rasio. Akan tetapi untuk waktu kompresi, *codec Daubechies* lebih cepat meskipun tidak secara signifikan.

**Kata kunci:** *PWT, Packet Wavelet, Citra Medis, Kompresi, Haar Codec, Biorthogonal Codec, Daubechies Codec, Threshold, RLE.*

**Abstract:** *Medical image has an important role in medical field nowadays. Usually raw medical image needs much space in computer. This study aimed to compress medical image using wavelet packet transform and run length encoding (RLE). The Daubechies and Biorthogonal codec were used in this study. This study compares compression ratio, compression and decompression time needed for each image. This study uses three threshold values 30, 40 and 50. The experiment has been conducted using five medical images that represent X-ray, USG and CT-Scan image as a data testing. The results show that Haar and Biorthogonal codec has a better image quality (PSNR) and compression ratio compare to Daubechies codec. In the other hand, Daubechies codec has a faster compression time than Biorthogonal codec even though the time differences is not significant.*

**Keywords:** *PWT, Packet Wavelet, Medical Image, Compression, Haar Codec, Biorthogonal Codec, Daubechies Codec, Threshold, RLE.*

## I. PENDAHULUAN

Dalam bidang pendidikan kedokteran, citra medis memegang peranan yang sangat penting. Data seperti ini seringkali digunakan untuk kepentingan pembelajaran, analisa dan diagnosa medis. Citra yang dimiliki oleh institusi medis saat ini sangat banyak. Menurut Placidi [1] dan Baeza [2], sebuah rumah sakit berskala menengah saja saat ini menghasilkan rata-rata 5 GB sampai 15 GB data. Hal ini akan menimbulkan kesulitan bagi rumah sakit untuk menangani data sebesar itu. Permasalahannya bukan hanya pada penyimpanan yang membutuhkan memori yang besar, namun dalam pengiriman data citra. Citra yang memiliki ukuran besar akan membutuhkan waktu yang lama untuk dikirim, sehingga keinginan untuk mendapat informasi yang cepat, tidak dapat diakomodasi dengan baik. Kompresi citra memegang peranan penting dalam hal ini.

Kompresi citra merupakan metode yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan memori, sehingga akan lebih mudah dalam penyimpanan. Pemrosesan dan transmisi data digital akan membutuhkan waktu yang lebih singkat daripada data yang tidak dikompres. Hingga saat ini, terdapat banyak metode yang digunakan untuk melakukan kompresi citra. Secara umum, metode kompresi dibedakan menjadi dua jenis yaitu: *lossy* dan *lossless*. Kompresi *lossy* biasanya mempunyai rasio yang

bagus, tetapi kualitas citra yang dihasilkan lebih rendah karena adanya informasi yang hilang dari citra asli. Kompresi *lossless* merupakan sebuah teknik kompresi dengan kualitas citra hasil rekonstruksi sama dengan citra aslinya, akan tetapi pada sebagian besar citra alami menghasilkan rasio yang buruk.

Ketika mengompres sebuah citra, terdapat dua parameter yang harus diukur, yaitu rasio kompresi dan kualitas citra dekompresi. Metode yang baik adalah metode yang mampu menghasilkan rasio kompresi yang tinggi, tetapi penurunan kualitas citra yang dihasilkan masih mampu ditoleransi oleh mata manusia. Di samping itu, ketika metode kompresi diterapkan maka proses dekompresi juga tidak bisa kita lepaskan. Citra medis merupakan citra yang nantinya akan dianalisa dan digunakan oleh dokter, dengan demikian kualitas dari citra medis hasil rekonstruksi harusnya tidak menurun dan masih dapat diterima. Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan kompresi citra medis, seperti yang dilakukan [3-7]. Jumlah penelitian pada kompresi citra medis saat ini menunjukkan bahwa permasalahan tersebut menjadi perhatian dari banyak peneliti di dunia. Berdasarkan pada data tersebut, maka sebuah metode kompresi yang baik sangat dibutuhkan, sehingga penulis melakukan penelitian mengenai kompresi citra medis dengan menerapkan *wavelet packet transform*

(PWT) dan pengkodean *lossless RLE* untuk menjaga kualitas citra tetap baik.

Prinsip dasar PWT adalah memperoleh representasi waktu dan skala dari sebuah sinyal menggunakan teknik filter digital dan operasi sub-sampling. Transformasi *wavelet* menggunakan dua komponen penting di dalam prosesnya yaitu, skala (*scaling function*) atau *low-pass filtering* dan *wavelet* (*wavelet function*) atau *high-pass filtering*. Beberapa penelitian [8-11] menunjukkan bahwa *wavelet* dapat memberikan kualitas citra yang bagus dengan rasio kompresi yang tinggi. Teknik *wavelet* biasanya menggunakan *discrete wavelet transform* (DWT), dimana hanya elemen *low-frequency* yang didekomposisi lebih dalam, sedangkan elemen *high frequency* tidak didekomposisi lebih dalam lagi. Penelitian ini melakukan dekomposisi kepada setiap elemen, baik *low* ataupun *high frequency* dengan *wavelet packet transform* (PWT). Hal yang menjadi perbedaan mendasar antara DWT dan PWT adalah PWT tidak hanya melakukan dekomposisi pada elemen *low frequency*, tetapi juga pada elemen *high frequency*. Hal ini juga merupakan kelebihan PWT dibandingkan dengan DWT [8]. Teknik seperti ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas dekomposisi citra. Rasio yang dihasilkan akan diatur dengan adanya pemberian *threshold*. Menurut Kharate dan Patil [8], rasio yang baik dapat diperoleh dengan memberikan *threshold* yang sesuai.

Teknik kompresi *Run Length Encoding* (RLE) telah digunakan secara luas. Metode ini memanfaatkan pengulangan nilai piksel yang terjadi secara berurutan. Metode ini bekerja dengan baik pada data yang memiliki pengulangan data cukup banyak. Metode ini merupakan metode kompresi *lossless* yang akan mempertahankan kualitas asli dari suatu data sebelum dan sesudah kompresi, maka metode ini akan bekerja dengan baik jika dipadukan dengan transformasi *wavelet* pada citra medis, sehingga tidak ada data yang hilang. Penelitian yang pernah dilakukan untuk kompresi citra dengan RLE, dilakukan oleh Chakraborty and Benerjee [12] yang menggunakan *Enhanced RLE*, dengan memodifikasi RLE biasa, yang bertujuan menghasilkan rasio rekonstruksi citra yang sempurna. Penelitian lain juga dilakukan oleh Ulfa Lu'luilmaknun dan Nilza Humaira Salsabila [13] dimana metode RLE kurang efektif diterapkan pada citra RGB dan citra *grayscale* yang memiliki derajat keabuan berurutan yang tidak sama. Sehingga, kombinasi dengan metode lain diharapkan dapat diterapkan.

Berdasarkan pada informasi yang diberikan di atas, *wavelet packet transform* (PWT) melakukan dekomposisi citra pada *low* dan *high frequencies*, kompresi citra. Secara umum, metode kompresi dibedakan menjadi dua jenis yaitu: *lossy* dan *lossless*. Kompresi *lossy* biasanya mempunyai rasio yang bagus, tetapi kualitas citra yang dihasilkan lebih rendah karena adanya informasi yang hilang dari citra asli. Kompresi *lossless* merupakan sebuah teknik

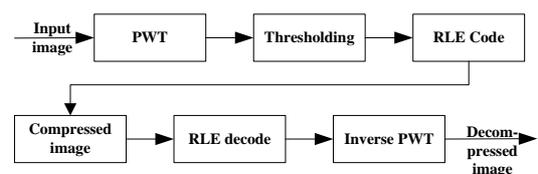
kompresi dengan kualitas citra hasil rekonstruksi sama dengan citra aslinya, akan tetapi pada sebagian besar citra alami menghasilkan rasio yang buruk.

Ketika mengkompres sebuah citra, terdapat dua parameter yang harus diukur, yaitu rasio kompresi dan kualitas citra dekompresi. Metode yang baik adalah metode yang mampu menghasilkan rasio kompresi yang tinggi, tetapi penurunan kualitas citra yang dihasilkan masih mampu ditoleransi oleh mata manusia. Di samping itu, ketika metode kompresi diterapkan maka proses dekompresi juga tidak bisa kita lepaskan. Citra medis merupakan citra yang nantinya akan dianalisa dan digunakan oleh dokter, dengan demikian kualitas dari citra medis hasil rekonstruksi harusnya tidak menurun dan masih dapat diterima. Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan kompresi citra medis, seperti yang dilakukan [3-7]. Jumlah penelitian pada kompresi citra medis saat ini menunjukkan bahwa permasalahan tersebut menjadi perhatian dari banyak peneliti di dunia. Berdasarkan pada data tersebut, maka sebuah metode kompresi yang baik sangat dibutuhkan, sehingga penulis melakukan penelitian mengenai kompresi citra medis dengan menerapkan *wavelet packet transform* (PWT) dan pengkodean *lossless RLE* untuk menjaga kualitas citra tetap baik.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Kompresi Citra Medis Menggunakan PWT dan RLE Code

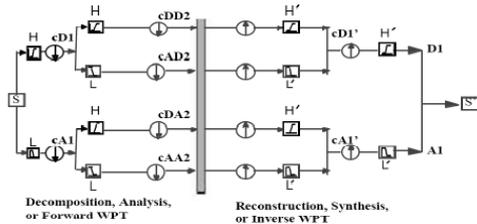
Secara umum, aplikasi kompresi citra yang telah dibuat memiliki arsitektur seperti pada Gambar 1. Setiap citra masukan akan diproses dengan *multi-level PWT*, dimana pada kasus ini level dekomposisi akan dipilih oleh pengguna. Hasil dekomposisi dalam bentuk matriks akan diberikan *threshold* dan data yang memiliki nilai di bawah *threshold* akan diubah menjadi nol. Hasil dekomposisi ini akan dikodekan menggunakan RLE dengan harapan representasi data dapat lebih pendek sehingga rasio kompresi dapat dinaikkan tanpa mengurangi kualitas citra. Kode RLE yang sudah dibangun, disimpan dalam sebuah *file*. Proses dekompresi dilakukan dengan membuka *file* yang berisi data kode RLE. Pembacaan data dilakukan untuk mengembalikan data dengan RLE decoding. RLE decoding menghasilkan data yang akan direkonstruksi dengan PWT. Hasil dari rekonstruksi ini ditunjukkan pada pengguna sebagai citra dekompresi.



Gambar 1. Arsitektur kompresi citra menggunakan PWT dan RLE

**2.1.1. Packet Wavelet Transform (PWT) dan Inverse PWT**

Seperti yang terlihat pada Gambar 1, penelitian ini menggunakan PWT sebagai langkah awal untuk mendekomposisi citra baik pada frekuensi *low* dan *high*. Langkah ini ditunjukkan pada Gambar 2. Langkah pertama ini berhubungan dengan langkah akhir (*inverse PWT*). PWT melakukan dekomposisi citra dengan *down sampling*, dan sebaliknya IPWT merekonstruksi citra dengan melakukan *upsampling*. Semua langkah PWT dan IPWT ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses PWT dan IPWT pada level tertentu<sup>[11]</sup>

**2.1.2. Thresholding**

Tahap *thresholding* dilakukan untuk mengurangi data yang dianggap tidak signifikan, yaitu data di bawah *threshold* tertentu. Semua nilai di bawah *threshold* akan diganti menjadi nol. Contoh berikut merupakan proses *thresholding* pada *threshold* 40.

100	20	30	5	T=40 →	100	0	0	0
24	33	60	25		0	0	60	0
56	23	34	22		56	0	0	0
13	34	201	43		0	0	201	43

Gambar 3. Proses *thresholding* dan hasilnya

**2.1.3. RLE dan RLE Decode**

*Run Length Encoding (RLE)* dilakukan dengan menghitung jumlah kemunculan suatu nilai pada deretan tertentu. Dalam metode ini, setiap nilai akan ditulis terlebih dahulu dan jika semua nilai sudah tertulis, maka akan diikuti oleh frekuensi kemunculan setiap nilai. Contoh kode RLE dari Gambar 3 adalah sebagai berikut:

100 0 60 0 56 0 201 43 1 5 1 1 1 5 1 1

Contoh di atas dapat dibaca bahwa nilai 100 muncul sebanyak 1 kali, 0 sebanyak 5 kali dan seterusnya.

Proses untuk mendekodekan hasil oleh RLE dilakukan dengan menuliskan nilai sebanyak frekuensi kemunculannya. Hasil dekode nilai di atas adalah sebagai berikut:

100 0 0 0 0 0 60 0 56 0 0 0 0 201 43

Data di atas akan menghasilkan sebuah matriks berordo *m x n* berdasarkan pada data yang tersimpan pada *file* yang dibaca.

**2.2. Testing**

*Testing* dilakukan dengan *Peak Signal-To-Noise Ratio (PSNR)*, waktu kompresi dan rasio kompresi. Kalkulasi *PSNR* akan diawali dengan penghitungan *Mean Square Error (MSE)* dengan Persamaan (2), kemudian memrosesnya dengan kalkulasi *PSNR* pada Persamaan (1). Nilai *PSNR* untuk kompresi *lossy* adalah 30 hingga 50 dB. Menurut Sutoyo [14], *PSNR* dihitung dengan cara berikut:

$$PSNR = 20 \times \log_{10} \left( \frac{b}{MSE} \right) \tag{1}$$

Sedangkan *MSE* dihitung dengan cara berikut [14]:

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{width \times height} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (f_{ij} - f'_{ij})^2} \tag{2}$$

Citra yang diuji adalah citra medis keabuan sebanyak lima citra. Penelitian ini menggunakan tiga buah nilai *threshold* yaitu 30, 40 dan 50. Tabel observasi dibuat untuk menunjukkan hasil observasi. Tabel tersebut menampilkan nama citra, rasio, waktu kompresi, waktu dekompresi dan *PSNR*. Hasil akhir adalah dalam bentuk rata-rata waktu, rasio dan *PSNR* dari seluruh citra.

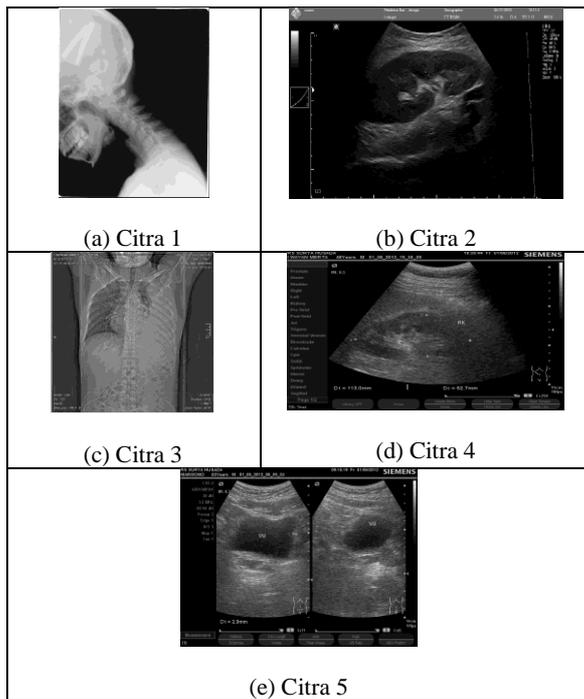
Rasio kompresi dihitung dengan menggunakan Persamaan (3). *FA* merupakan ukuran citra asli, sedangkan *FK* merupakan ukuran *file* terkompres.

$$Rasio = \frac{(FA-FK)}{FK} \times 100\% \tag{3}$$

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam rangka mengikuti skenario pengujian yang telah disebutkan sebelumnya, maka dalam hal ini digunakan lima buah citra medis. Dimana citra medis yang digunakan mewakili jenis citra medis hasil *X-Ray*, *USG* dan *CT-Scan*. Untuk setiap citra medis, dua pengujian akan dilakukan baik untuk *codec* maupun *threshold*. Kelima citra yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4a merupakan jenis citra medis hasil *X-Ray*, Gambar 4b merupakan jenis citra medis hasil *USG 3D*, kemudian Gambar 4c merupakan jenis citra medis hasil *CT-Scan*, dan Gambar 4d dan 4e merupakan jenis citra hasil *USG 2D*.

Hasil pengujian untuk waktu kompresi, waktu dekompresi, *PSNR* dan rasio pada *threshold* 30, 40 dan 50 ditunjukkan pada Tabel 1, 2 dan 3 secara berturut-turut.



Gambar 4. Citra Medis

Tabel 1. Percobaan dengan *threshold* 30

Citra	Codec	Comp	Decom	PSNR	Ratio
Citra 1	<i>Haar</i>	1,16	5,22	40,60	67,25
	<i>Daubechies</i>	1,00	5,25	24,00	62,13
	<i>Biorthogonal</i>	1,02	5,66	40,60	67,25
Citra 2	<i>Haar</i>	0,34	1,53	36,56	55,88
	<i>Daubechies</i>	0,33	1,63	26,68	38,61
	<i>Biorthogonal</i>	0,38	1,73	36,56	55,88
Citra 3	<i>Haar</i>	0,31	1,39	33,31	15,50
	<i>Daubechies</i>	0,31	1,45	19,47	6,76
	<i>Biorthogonal</i>	0,28	1,39	33,31	15,50
Citra 4	<i>Haar</i>	0,41	1,94	33,72	36,78
	<i>Daubechies</i>	0,41	1,95	32,82	15,72
	<i>Biorthogonal</i>	0,41	1,95	33,72	36,78
Citra 5	<i>Haar</i>	0,39	2,14	32,71	23,94
	<i>Daubechies</i>	0,36	2,25	32,13	2,70
	<i>Biorthogonal</i>	0,38	2,17	32,71	23,94
Rerata		0,50	2,51	32,59	34,97

Hasil pengujian pada *threshold* 30 menunjukkan bahwa semua citra dikompres dengan sukses. Hal ini dapat dilihat dari rasio yang dihasilkan di bawah nol. Nilai *PSNR* bervariasi antara 19 sampai 40. Untuk rasio dan *PSNR*, terlihat bahwa *codec Haar* dan *Biorthogonal* lebih baik dibandingkan dengan *codec Daubechies*. Nilai *PSNR* yang dihasilkan oleh *Haar* dan *Biorthogonal* lebih dari 30 untuk semua citra, dan menurut teori hal itu masih bisa diterima. Dimana dalam kompresi citra *lossy* nilai *PSNR* yang dihasilkan harus diantara 30 dB dan 50 dB [15]. Dalam hal waktu kompresi, *codec Daubechies* merupakan *codec* yang tercepat, tapi untuk waktu dekomposisi *codec Haar* secara umum merupakan yang paling cepat. Namun perbedaan waktu yang

dihasilkan tidak begitu signifikan dari sisi persepsi manusia.

Pada percobaan dengan *threshold* 40, dihasilkan rasio yang lebih baik namun terjadi penurunan nilai *PSNR* jika dibandingkan dengan *threshold* 30. Pada *threshold* 40, *codec Haar* dan *Biorthogonal* masih lebih baik dibandingkan dengan *codec Daubechies* dalam hal rasio. Meskipun terjadi penurunan *PSNR*, namun nilai *PSNR* yang dihasilkan masih di atas 30 untuk *codec Haar* dan *Biorthogonal*, sedangkan untuk *Daubechies* rata-rata *PSNR* yang dihasilkan di bawah 30. Dari sisi waktu kompresi, *codec Daubechies* masih merupakan yang tercepat pada sebagian besar citra, meskipun tidak terlalu signifikan. Untuk waktu dekomposisi, rata-rata *codec Haar* merupakan yang paling cepat.

Tabel 2. Percobaan dengan *threshold* 40

Citra	Codec	Comp	Decom	PSNR	Ratio
Citra 1	<i>Haar</i>	1,05	5,14	39,71	68,27
	<i>Daubechies</i>	1,02	5,36	23,98	63,05
	<i>Biorthogonal</i>	1,08	5,39	39,71	68,27
Citra 2	<i>Haar</i>	1,02	1,44	35,25	59,64
	<i>Daubechies</i>	0,33	1,67	26,53	43,83
	<i>Biorthogonal</i>	0,36	1,59	35,25	59,64
Citra 3	<i>Haar</i>	0,30	1,42	32,01	23,51
	<i>Daubechies</i>	0,31	1,44	19,41	15,35
	<i>Biorthogonal</i>	0,30	1,47	32,01	23,51
Citra 4	<i>Haar</i>	0,39	1,95	32,30	45,21
	<i>Daubechies</i>	0,41	1,97	31,48	27,77
	<i>Biorthogonal</i>	0,42	2,13	32,30	45,21
Citra 5	<i>Haar</i>	0,42	1,92	31,34	33,95
	<i>Daubechies</i>	0,41	1,86	30,75	17,26
	<i>Biorthogonal</i>	0,41	1,91	31,34	33,95
Rerata		0,55	2,84	31,56	39,55

Tabel 3. Percobaan dengan *threshold* 50

Citra	Codec	Comp	Decom	PSNR	Ratio
Citra 1	<i>Haar</i>	1,05	5,48	38,61	69,27
	<i>Daubechies</i>	1,00	4,98	23,97	63,66
	<i>Biorthogonal</i>	1,03	5,58	38,61	69,27
Citra 2	<i>Haar</i>	0,33	1,61	34,31	61,74
	<i>Daubechies</i>	0,33	1,59	26,24	48,95
	<i>Biorthogonal</i>	0,33	1,67	34,31	61,74
Citra 3	<i>Haar</i>	0,28	1,47	30,99	28,27
	<i>Daubechies</i>	0,28	1,44	19,32	23,52
	<i>Biorthogonal</i>	0,31	1,47	30,99	28,27
Citra 4	<i>Haar</i>	0,39	1,95	31,17	50,43
	<i>Daubechies</i>	0,42	1,92	30,36	35,97
	<i>Biorthogonal</i>	0,41	1,95	31,17	50,43
Citra 5	<i>Haar</i>	0,38	2,06	30,20	40,69
	<i>Daubechies</i>	0,44	1,98	29,65	26,98
	<i>Biorthogonal</i>	0,45	1,83	30,20	40,69
Rerata		0,49	2,47	30,67	46,66

Pada *threshold* 50, rasio yang dihasilkan menjadi lebih baik dan penurunan *PSNR* tidak begitu jauh. Untuk *codec Haar* dan *Biorthogonal*, *PSNR* yang dihasilkan masih di atas 30, sedangkan untuk *Daubechies* hanya satu citra yang di atas 30, sisanya di bawah 30. Dalam hal waktu kompresi, *codec Haar* merupakan yang tercepat, sedangkan *codec*

*Daubechies* merupakan yang paling cepat dalam waktu dekompresi.

Dari seluruh percobaan dapat diketahui bahwa semakin tinggi *threshold*, maka semakin tinggi rasio kompresi, tetapi menghasilkan penurunan pada *PSNR*. Hal ini bisa terjadi karena semakin besar *threshold*, maka semakin banyak informasi yang dipotong dan nilainya diubah menjadi nol, sehingga memori penyimpanan dapat diperkecil dan kualitas citra menjadi menurun. Untuk *threshold* 30, rasio yang dihasilkan cukup rendah, dan pada *threshold* 40 rasio yang dihasilkan oleh *codec Haar* dan *Biorthogonal* cukup baik. Dalam hal *PSNR*, dapat dilihat bahwa *PSNR codec Haar* dan *Biorthogonal* masih dalam batas standar yaitu di atas 30. Sedangkan untuk *codec Daubechies*, terdapat beberapa citra yang memiliki *PSNR* di bawah 30.

Dalam penelitian ini dilakukan analisa kompleksitas dengan membandingkan waktu kompresi dan dekompresi dari semua *codec*. Waktu kompresi untuk setiap tahap ditunjukkan pada Tabel 4, 5 dan 6.

Pada rata-rata waktu pemrosesan *packet wavelet* yang paling cepat, sebagian besar terjadi *codec Haar*, kemudian pada *Daubechies*. Sedangkan waktu terlama sebagian besar terjadi pada *codec Biorthogonal*. Berkaitan dengan waktu proses *RLE*, maka yang cukup cepat adalah *codec Biorthogonal* dan *Daubechies*, sedangkan *codec Haar* termasuk yang paling lambat. Namun untuk setiap citra, nilai waktunya tidak terlalu berbeda secara signifikan. Hal ini terjadi karena seluruh proses yang terjadi adalah sama, yang berbeda hanya nilai fungsi skala pada *codec* dan nilai hasil *thresholding* yang panjangnya mungkin berbeda. Dari kedua langkah kompresi tersebut, maka waktu tercepat diperoleh pada *codec Haar*, sedangkan paling lama terjadi pada *codec Biorthogonal*. Dari pengamatan dapat disimpulkan bahwa untuk proses *PWT*, maka *codec Haar* adalah *codec* yang paling cepat, sedangkan *Biorthogonal* paling lambat.

Pada proses dekompresi, diamati dua buah langkah yaitu decode *RLE (DRLE)* dan *invers PWT (IPWT)* setiap total waktu dekompresi. Waktu pemrosesan *DRLE* yang paling cepat terjadi pada *codec Haar* dan *Daubechies*, namun untuk Citra 1, *codec Biorthogonal* merupakan *codec* yang paling cepat untuk *DRLE*. Waktu *DRLE* untuk ketiga *codec* sebenarnya tidak berbeda secara signifikan. Waktu *IPWT* yang paling cepat terjadi pada *codec Biorthogonal*, sedangkan yang paling lama terjadi pada *codec Daubechies*, namun selisih waktu diantara ketiganya tidak begitu berbeda secara signifikan, kecuali untuk Citra 1. Secara rata-rata keseluruhan, waktu dekompresi yang paling cepat terjadi pada *codec Biorthogonal* yaitu 1,75 detik dan paling lama terjadi pada *codec Haar* yaitu 2,46 detik. Waktu pemrosesan *IPWT* berkebalikan dengan *PWT*, dimana pada *PWT codec Biorthogonal* menjadi *codec* yang paling lambat yaitu 0,35 detik, sedangkan pada *IPWT*,

*codec Biorthogonal* menjadi *codec* yang paling cepat yaitu 0,98 detik.

Tabel 4. Waktu setiap proses dengan *Haar codec (detik)*

Citra	Compression			Decompression		
	PWT	RLE	Total	DRLE	IPWT	Total
Citra 1	0,81	0,27	1,08	2,88	2,39	5,27
Citra 2	0,20	0,14	0,34	0,65	0,95	1,59
Citra 3	0,18	0,11	0,30	0,64	0,79	1,43
Citra 4	0,25	0,15	0,40	0,92	1,03	1,95
Citra 5	0,26	0,14	0,40	0,93	1,11	2,04
Rerata	0,34	0,16	0,50	1,20	1,25	2,46

Tabel 5. Waktu setiap proses dengan *Daubechies codec (detik)*

Citra	Compression			Decompression		
	PWT	RLE	Total	DRLE	IPWT	Total
Citra 1	0,73	0,28	1,01	2,95	2,25	5,20
Citra 2	0,20	0,13	0,33	0,68	0,95	1,63
Citra 3	0,19	0,11	0,30	0,61	0,83	1,44
Citra 4	0,27	0,14	0,41	0,93	1,02	1,95
Citra 5	0,27	0,13	0,40	0,89	1,14	2,03
Rerata	0,33	0,16	0,49	1,21	1,24	2,45

Tabel 6. Waktu setiap proses dengan *Biorthogonal codec (detik)*

Citra	Compression			Decompression		
	PWT	RLE	Total	DRLE	IPWT	Total
Citra 1	0,77	0,27	1,04	0,66	1,01	1,67
Citra 2	0,22	0,13	0,35	0,66	1,01	1,67
Citra 3	0,20	0,10	0,30	0,66	0,78	1,44
Citra 4	0,27	0,14	0,41	0,94	1,07	2,01
Citra 5	0,27	0,15	0,41	0,92	1,05	1,97
Rerata	0,35	0,16	0,50	0,77	0,98	1,75

#### IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa *wavelet packet* dapat melakukan kompresi pada citra medis. Dengan menggunakan tiga nilai *threshold* yang berbeda yaitu 30, 40 dan 50, nilai *PSNR* dan rasio yang lebih baik dihasilkan oleh *codec Haar* and *Biorthogonal* yaitu di atas 30 dB. Dalam hal waktu kompresi kelima citra uji, *codec Daubechies* merupakan yang paling cepat pada *threshold* 30 dan 40 yaitu 0,48 detik dan 0,50 detik, sedangkan pada *threshold* 50, dari kelima citra uji *codec Haar* secara rerata merupakan yang paling cepat yaitu 0,49 detik, meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Untuk waktu dekompresi, *codec Haar* merupakan yang paling cepat untuk *threshold* 30 dan 40 yaitu 2,44 detik dan 2,37 detik, sedangkan pada *threshold* 50, *Daubechies* merupakan yang paling cepat, tetapi tidak signifikan yaitu 2,38 detik. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin besar *threshold*, *PSNR* akan semakin rendah namun rasio makin tinggi. Untuk waktu kompresi (*PWT*), maka *codec Haar*

merupakan yang tercepat, sedangkan untuk dekompresi *IPWT Biorthogonal* merupakan yang paling cepat. Namun dari semua proses *codec Haar* secara keseluruhan, yang paling superior terlihat dari PSNR yang dihasilkan paling tinggi dibanding kedua *codec* lainnya.

Melalui penelitian ini, maka dapat diketahui pengaruh dari ketiga *codec* yang digunakan pada citra medis keabuan pada nilai *threshold* tertentu. Pada penelitian berikutnya dapat dikembangkan untuk citra medis berwarna dan *grayscale* dengan jenis yang lain, sehingga kinerja *PWT* pada citra medis dapat diketahui lebih lanjut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada reviewer dan editor Jurnal Matrix atas koreksi dan editing artikel ini hingga dapat dipublikasikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Placidi, G. (2009). Adaptive compression algorithm from projections: Application on medical greyscale images. *Journal Computer in Biology and Medicine*, 39(11), 993–999.
- [2] Baeza, I. & Verdoy, A. (2009). ROI-based procedures for progressive transmission of digital images: a comparison. *Mathematical and Computer Modelling*, 50, 849–859.
- [3] Agrawal, J.P. & Vijay. R. (2012). Wavelet compression of CT medical images. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology*, 1(3), 045-051.
- [4] Ruchika, Singh, M. & Singh, A. R. (2012). Compression of medical images using wavelet transforms. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 2(2), 339-343.
- [5] Kumar, E. P. & Sumithra, M. G. (2013). Medical image compression using integer multi wavelets transform for telemedicine applications. *International Journal Of Engineering And Computer Science*, 2(5), 1663-1669.
- [6] Bairagi, V. K. & Sapkal, A. M. (2013). ROI-based DICOM image compression for telemedicine. *Sādhanā*, 38(1), 123–131.
- [7] Ramesh, S.M., & Shanmugam, A. (2010). Medical image compression using wavelet Decomposition for prediction method. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 7(1), 262-265.
- [8] Kharate, G. K. & Patil, V. H. (2010). Color image compression based on wavelet packet best tree. *International Journal of Computer Science*, 7(2), 31-35.
- [9] Alwan, I. M. (2012). Image compression Using wavelet transform with RLE. *Al- Mustansiriya Journal of Science*, 23(3), 173-172.
- [10] Anwar, K., Sugiharto, A. & Sasongko, P.S. (2008). Kompresi citra medis menggunakan discrete wavelet transform (DWT) dan embedded zerotree wavelet (EZW). *Jurnal Matematika UNDIP*, 11(2), 73-77.
- [11] Astawa, I N.G.A. & Saptarini, N.G.A.P.H. (2010). Pemampatan data citra Menggunakan metode transformasi wavelet. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 1(1), 13-26.
- [12] Chakraborty, D. & Banerjee, S. (2011). Efficient lossless colour image compression using run length encoding and special character replacement. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 3(7), 2719-2725.
- [13] Ulfa L. & Salsabila, N. H. (2017). *Penggunaan metode run length encoding untuk kompresi data*. Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika UNY. 273-280.
- [14] Sutoyo, T., Mulyanto, E., Suhartono, V., Nurhayati, O. D. & Wijanarto (2009). *Teori pengolahan citra digital*. Andi: Yogyakarta.
- [15] Abdel R.A., Al-Sous, T. & Al-Bahadili, H. (2016). Adaptive-quality image compression. *The International Journal of Multimedia & Its Applications*, 8(4), 15-26.

# EVALUASI *ERROR* KWH METER ANALOG PENGUKURAN LANGSUNG DENGAN METODE PENERAAN WAKTU PADA LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI BALI

**Djoko Suhantono<sup>1</sup>, I Made Sumerta Yasa<sup>2</sup>, Kadek Amerta Yasa<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali

<sup>1</sup>djokosuhantono@pnb.ac.id

**Abstrak:** Secara logika, suatu alat ukur kWh meter akan mengalami perubahan fisik maupun elektrodinamikanya bila alat tersebut digunakan secara terus-menerus. Karyawan P2TL PLN banyak menemui penyimpangan di lapangan pada alat ukur kWh meter analog satu fasa. Hal ini kemungkinan dapat terjadi pada kWh meter di Laboratorium Listrik Jurusan Teknik Elektro. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian secara konvensional dengan metode peneraan waktu. Hasil yang diperoleh bahwa error masing-masing alat ukur melampaui batas yang diizinkan yaitu lebih dari 5,366% dan kurang dari -4%. Hal ini tidak sesuai ketentuan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri.

**Kata kunci:** *Error, KWh Meter, Peneraan Waktu, Wattmeter.*

**Abstract:** Logically, a kWh meter will experience both physical and electrodynamic changes when it is used continuously. Employees of PLN P2TL encountered many irregularities in the field on a single phase analog kWh meter. This fact can be occur in kWh meter at Electrical Laboratory of Department of Electrical Engineering. Therefore, it is necessary to study the error using conventional method of time calculation. The results obtained that the error of each measuring instrument exceeds the allowed limit of more than 5.366% and less than -4%. This is not in accordance with the provisions of the Director General of Domestic Trade.

**Keywords:** *Error, KWh Meter, Time Calculation, Wattmeter.*

## I. PENDAHULUAN

Pengukuran konsumsi energi listrik dalam sistem tenaga modern umumnya masih menggunakan tipe induksi. Meteran energi elektromekanik ini lebih baik daripada yang lain karena memiliki torsi / rasio berat yang lebih tinggi serta fakta itu beroperasi tanpa komutator yang menyebabkan kesalahan gesekan. Secara umum, alat ukur energi elektromekanik ini relatif mahal harganya dan juga mengalami gangguan gesekan. Konsekuensi dari kesalahan gesekan adalah bahwa arus awal pasti diperlukan untuk efek pergerakan bagian yang bergerak dari meter elektromekanis. Metode yang digunakan dalam pekerjaan ini menghilangkan analogi mahal dalam bentuk sirkuit terpadu yaitu diagram rangkaian skematik [1]. Selain itu, ada beberapa masalah yang dihadapi selama ini pengujian meter dalam pelayanan. Pada dasarnya, kegagalan meter energi elektronik dan energi elektromekanis meter di lapangan memiliki sifat yang berbeda. Meter Energi Elektromekanik menjadi lambat pada periode waktu tertentu atau kesalahan dalam *register counter* meter ini. Di sisi lain, kesalahan besar pada meter elektronik adalah kegagalan komponen dan pengujiannya menggunakan metode pengujian di tempat konsumen yaitu Metode Perbandingan Energi dan dengan memasang *On-Line Check Meter* [2]. Namun demikian, pada kenyataannya *energy meter* ini masih dipergunakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) hingga sekarang. Oleh karena itu untuk membuktikan adanya kesalahan gesekan dan kegagalan komponen, maka

perlu adanya peneraan. Adapun batas kesalahan yang diizinkan untuk kWh meter ditunjukkan pada Tabel 1.

Peneraan ini pernah dilakukan salah satu peneliti [3], bahwa pada dasarnya kWh meter memiliki persentase kesalahan, dimana persentase kesalahan pada setiap kWh meter berbeda. Hal ini tergantung pada pembuatan dan jenis kWh meter tersebut. Adapun kesimpulannya bahwa persentase kesalahan kWh meter analog lebih besar di bandingkan dengan persentase kesalahan kWh meter digital. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran maupun dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada percobaan tersebut. Penelitian ini hanya dilakukan pada satu alat pengukur (kWh meter) saja, belum dilakukan pada alat pengukur lebih banyak serta alat ukur baru atau pernah terpakai.

Peneraan kedua dilakukan oleh peneliti [4], bahwa hasil penelitian tersebut diperoleh deviasi kWh meter pelanggan >5% sebanyak 3 pelanggan, deviasi di antara -5% sampai dengan +5% sebanyak 256 pelanggan, dan sisanya yang memiliki deviasi kWh meter <-5% sebanyak 132 pelanggan.

Dari latar belakang tersebut, peneliti melakukan pengujian menggunakan metode peneraan waktu dengan pertimbangan bahwa metode ini sederhana dan menyesuaikan dengan peralatan yang tersedia di Laboratorium Listrik Politeknik Negeri Bali yaitu berbasis pada Persamaan (1-6).

$$e = \frac{dt-t}{t} \times 100\% \quad (1)$$

Untuk C dalam rev / Kwh,

$$td = \frac{n \times 3600 \times 1000}{P \times C} \quad (2)$$

Untuk C dalam kWh / rev,

$$td = \frac{n \times C \times 3600 \times 1000}{P} \quad (3)$$

dengan :

$$e = \% \text{ error}$$

$t$  = waktu yang diperlukan kWh yang ditera untuk  $n$  putaran (dt)

$n$  = putaran (revolusi)

$td$  = waktu yang sebenarnya yang dibutuhkan Kwh untuk  $n$  putaran

catatan:

daya yang diukur harus stabil.

Selanjutnya persentase *error* dapat juga dilakukan menurut hasil perhitungan energinya dengan Persamaan (4-6).

$$E_p = \frac{n}{C} \quad (4)$$

$$E_s = \frac{P \times t}{3600 \times 100} \quad (5)$$

dan

$$\% \text{ error} = \frac{E_p - E_s}{E_s} \times 100\% \quad (6)$$

Oleh karena itu, penelitian *error* kWh meter dilakukan di Laboratorium Prodi Teknik Listrik dengan alasan fasilitas kWh meter untuk praktik yang dimiliki oleh Program Studi Teknik Listrik sebanyak 28 unit dan termasuk peralatan lama serta penggunaannya hampir setiap semester. Seluruh unit kWh meter ini memiliki tipe dan spesifikasi yang sama [5].

Masalah utama yang akan dikaji dalam peneraan ini adalah waktu yang diperlukan kWh yang ditera untuk  $n$  putaran, selanjutnya waktu sebenarnya yang dibutuhkan kWh untuk  $n$  putaran dengan diketahui kedua indikator tersebut, sehingga besar kesalahan masing-masing kWh meter dapat diketahui.

Penelitian ini bertujuan menganalisis waktu yang diperlukan kWh yang ditera untuk  $n$  putaran dan waktu yang sebenarnya yang dibutuhkan kWh untuk  $n$  putaran sehingga dapat diperoleh kesalahan kWh meter, selanjutnya diharapkan dapat memberikan gambaran positif bagi para pengajar bila kWh meter dipakai untuk melaksanakan praktikum.

Tabel 1. Batas kesalahan yang diizinkan kWh meter [2]

Kelas	Batas Kesalahan Yang Diizinkan
0,5	±0,5%
1	±1%
2	±2%

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Tempat Penelitian

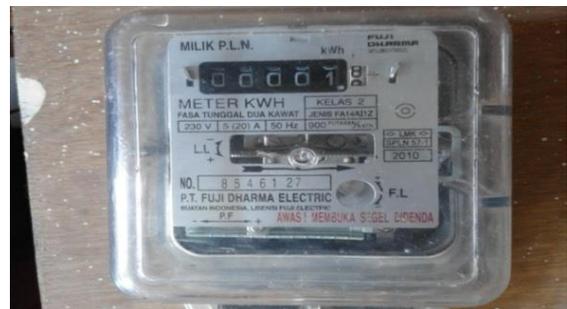
Eksperimen peneraan kWh meter dilakukan di ruang praktikum Laboratorium Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali dengan tegangan bersumber dari jala-jala PLN dan suhu ruangan rata-rata 27°C dengan *air conditioner*.

### 2.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian diperoleh langsung dengan observasi atau melakukan eksperimen di laboratorium dan ditunjang dengan literatur, jurnal, Pedoman SPLN, Pedoman P2TL, koordinasi dan komunikasi bersama karyawan P2TL dari PLN. Adapun data penunjang penelitian berupa SOP dan data pengujian kWh meter sesuai Keputusan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri Nomor 24/PDN/KEP/3/2010 Tentang Syarat Teknis Meter kWh meter [6].

### 2.3. Peralatan Penunjang Penelitian

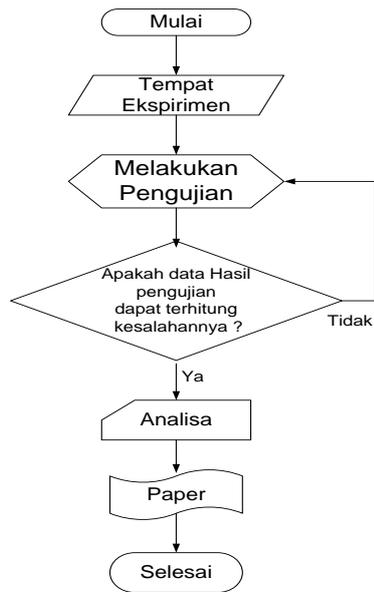
Beberapa peralatan penunjang penelitian ini yakni: kWh meter Analog sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 1, *multi-function meter* D52-2047, *Winner digital multimeter*, *stopwatch Hanhart*, papan rangkaian, dan beban lampu pijar 100W/250V.



Gambar 1. kWh meter analog

### 2.4. Alur Penelitian

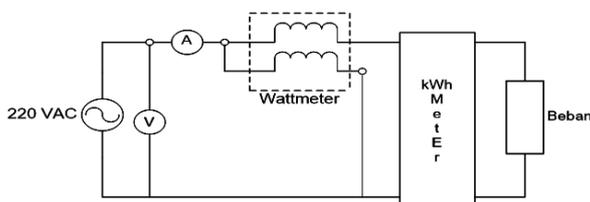
Alur penelitian yang dipaparkan dalam bagian ini memuat materi atau komponen, alat dan obyek yang diteliti, cara kerja penelitian, parameter yang di amati, rancangan yang digunakan dan teknik analisisnya. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur penelitian

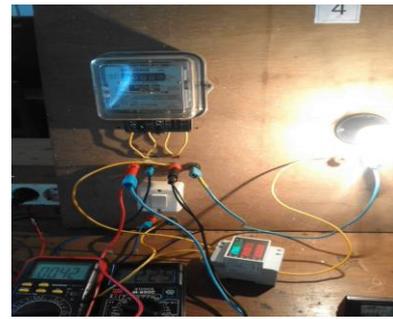
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan bantuan tenaga Pranata Laboratorium Pendidikan PLP. Adapun teknis pengujiannya hampir sama dengan yang dilakukan oleh para tenaga profesional di PLN (Yantek) yaitu pemeriksaan visual pada APP (Alat Pengukur dan Pembatas). Alat pengukurnya adalah kWh meter untuk dapat mengetahui putaran  $n$ , waktu  $t$ , daya, arus dan tegangan terukur seperti rangkaian pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian pengujian

Rangkaian pengawatannya terdiri dari alat pengukur: kWh meter masing-masing sebanyak 28 alat dengan kelas 2, Multifunction Meter D52-2047 (Wattmeter, Amperemeter dan Voltmeter serta  $\cos \phi$  meter), stopwatch, lampu pijar (beban non induktif) dan alat pembatas agar aman peralatan ukur jika terjadi *short circuit*. Selanjutnya, masing-masing kWh meter dirangkai dan diberi tegangan dari jala-jala PLN hingga terukur nilai arus, tegangan, daya dan faktor daya, nilai putaran dan waktu yang dibutuhkan selama piringan berputar. Rangkaian ini ditunjukkan pada Gambar 4. Setelah seluruh kWh diukur dengan beban yang konstan, selanjutnya diperoleh data sesuai dengan Tabel 2.



Gambar 4. Rangkaian pengawatan

Setelah proses pengujian kWh meter selesai, diperoleh data utama yaitu waktu  $t$  dan putaran  $n$  sesuai dengan Tabel 2. Langkah berikutnya adalah menghitung nilai *error* masing-masing kWh meter yang ada pada Laboratorium Jurusan Teknik Elektro.

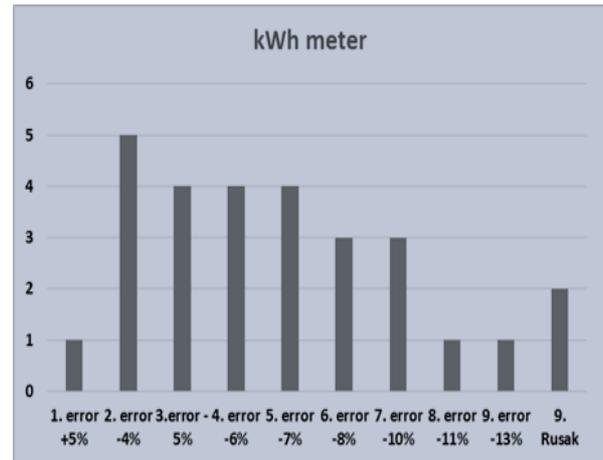
Tabel 2. Hasil Pengukuran kWh Meter

kWh meter	A	V	P	n	t
1	0,43	231,4	103,5	10	7'07''85
2	0,43	230,3	101,4	10	6'26''59
3	0,43	231,0	101,6	10	6'40''60
4	0,42	224,0	97,7	10	6'51''09
5	0,43	230,6	101,5	10	6'34''74
6	0,43	230,3	103,5	10	6'30''26
7	0,43	230,6	101,4	10	6'32''21
8	0,43	231,2	103,2	10	6'35''23
9	0,42	223,0	96,6	10	6'46''41
10	0,43	230,8	101,3	10	6'40''32
11	0,43	231,2	101,4	10	6'42''12
12	0,42	223,0	96,4	10	4'49''22
13	0,43	230,2	101,5	10	6'43''42
14	0,42	223,0	96,8	10	6'28''29
15	0,43	231,2	103,2	10	6'35''09
16	0,43	227,2	99,2	10	6'40''24
17	0,42	227,2	99,8	10	6'34''28
18	0,42	227,2	99,8	10	6'29''53
19	0,42	227,2	99,7	10	6'33''42
20	0,43	227,2	99,8	10	6'35''38
21	-	-	-	-	-
22	0,43	230,2	101,2	10	6'46''43
23	0,42	230,2	101,2	10	6'40''56
24	-	-	-	-	-
25	0,42	230,2	101,2	10	6'41''12
26	0,42	230,2	102,2	10	6'56''03
27	0,42	230,2	102,1	10	6'48''24
28	0,42	230,2	102,2	10	6'38''47

Sebelum melakukan perhitungan *error*, terlebih dahulu ditentukan dayanya, selanjutnya dengan Persamaan (1) selama 7'07''85 satuan waktu atau 7,08/60 jam diperoleh ENERGI sebesar 0,01174 kWh. Karena  $C = 900 \text{ rev/kWh}$ , maka putaran sesungguhnya adalah revolusi =  $0,01174 \text{ kWh} \times 900 \text{ rev/kWh}$  atau senilai 10,556. Dengan membandingkan nilai putaran yang terukur sebesar 10 revolusi, maka prosentase *error* di peroleh sebesar 5,35%. Dengan cara yang sama perlakuan kWh meter 2 sampai dengan 28 dapat dihitung melalui program Excel dan

dihasilkan data seperti pada Tabel 3. Untuk cara kedua diperoleh hasil sesuai pada Tabel 4.

Dari hasil uji pengukuran dan perhitungan untuk kWh meter sebanyak 28 kWh meter diperoleh hasil yang bervariasi yaitu: 2 kWh meter rusak total (piringan tidak berputar) , +5%, -4%, -5%, -6%, -7%, -8%, -10% , -11% dan -13% sesuai Gambar 5.



Gambar 5. Diagram persentase error kWh meter

Dari Gambar 5 diketahui bahwa kesalahan kWh meter seluruhnya telah melebihi batas yang diijinkan atau melebihi dari  $2\% \leq error \leq 2\%$ .

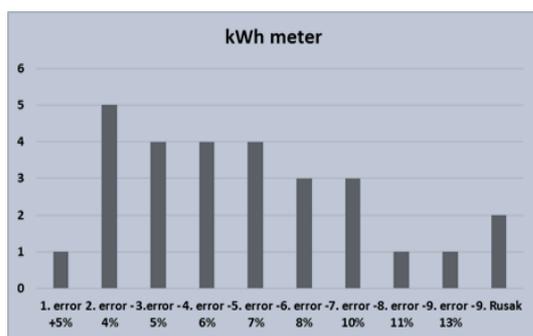
Tabel 3. Hasil perhitungan persentase error kWh meter

kWh meter	A	V	P	n	t	t*	W	Rev/kWh	Revolusi	Error (%)
1	0,43	231,4	103,5	10	7'07''85	7,08	0,011741236	900	10,567112	5,366767936
2	0,43	230,3	101,4	10	6'26''59	6,26	0,010332026	900	9,2988231	-7,540490796
3	0,43	231,0	101,6	10	6'40''60	6,41	0,010611755	900	9,5505795	-4,705688278
4	0,42	224,0	97,7	10	6'51''09	6,51	0,01020768	900	9,186912	-8,850503847
5	0,43	230,6	101,5	10	6'34''74	6,35	0,010494222	900	9,4447995	-5,878372537
6	0,43	230,3	103,5	10	6'30''26	6,30	0,010398045	900	9,3582405	-6,857694029
7	0,43	230,6	101,4	10	6'32''21	6,23	0,010295906	900	9,2663151	-7,91776334
8	0,43	231,2	103,2	10	6'35''23	6,35	0,010521527	900	9,469374	-5,603601674
9	0,42	223,0	96,6	10	6'46''41	6,46	0,01008406	900	9,075654	-10,18489687
10	0,43	230,8	101,3	10	6'40''32	6,40	0,010586027	900	9,527424	-4,960165518
11	0,43	231,2	101,4	10	6'42''12	6,42	0,010637512	900	9,5737608	-4,452160534
12	0,42	223,0	96,4	10	4'49''22	6,58	0,010280592	900	9,2525328	-8,078514458
13	0,43	230,2	101,5	10	6'43''42	6,43	0,010608	900	9,5471997	-4,742755093
14	0,42	223,0	96,8	10	6'28''29	6,28	0,00980308	900	8,822772	-13,3430627
15	0,43	231,2	103,2	10	6'35''09	6,35	0,010521527	900	9,469374	-5,603601674
16	0,43	227,2	99,2	10	6'40''24	6,41	0,010437189	900	9,3934704	-6,456927783
17	0,42	227,2	99,8	10	6'34''28	6,34	0,010083136	900	9,0748224	-10,19499401
18	0,42	227,2	99,8	10	6'29''53	6,29	0,010003616	900	9,0032544	-11,07094786
19	0,42	227,2	99,7	10	6'33''42	6,34	0,010083136	900	9,0748224	-10,19499401
20	0,43	227,2	99,8	10	6'35''38	6,33	0,010306928	900	9,2762352	-7,80235499
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0,43	230,2	101,2	10	6'46''43	6,46	0,010657493	900	9,5917434	-4,25633363
23	0,42	230,2	101,2	10	6'40''56	6,4	0,01031296	900	9,281664	-7,739301918
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	0,42	230,2	101,2	10	6'41''12	6,45	0,01039353	900	9,354177	-6,904113531
26	0,42	230,2	102,2	10	6'56''03	6,56	0,010570784	900	9,5137056	-5,111514067
27	0,42	230,2	102,1	10	6'48''24	6,48	0,010441872	900	9,3976848	-6,40918708
28	0,42	230,2	102,2	10	6'38''47	6,38	0,010280732	900	9,2526588	-8,077042677

Tabel 4. Hasil perhitungan persentase *error* kWh meter cara 2

<i>kWh</i> <i>meter</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>t*</i>	<i>Rev/kWh</i>	<i>E</i>	<i>E<sub>s</sub></i>	<i>Error (%)</i>
1	10	424,8	7,08	900	0,0111111	0,01174124	5,366767936
2	10	375,6	6,26	900	0,0111111	0,01033203	-7,540490796
3	10	384,6	6,41	900	0,0111111	0,01061176	-4,705688278
4	10	390,6	6,51	900	0,0111111	0,01020768	-8,850503847
5	10	381	6,35	900	0,0111111	0,01049422	-5,878372537
6	10	378	6,3	900	0,0111111	0,01039805	-6,857694029
7	10	373,8	6,23	900	0,0111111	0,01029591	-7,91776334
8	10	381	6,35	900	0,0111111	0,01052153	-5,603601674
9	10	387,6	6,46	900	0,0111111	0,01008406	-10,18489687
10	10	384	6,4	900	0,0111111	0,01058603	-4,960165518
11	10	385,2	6,42	900	0,0111111	0,01063751	-4,452160534
12	10	394,8	6,58	900	0,0111111	0,01028059	-8,078514458
13	10	385,8	6,43	900	0,0111111	0,010608	-4,742755093
14	10	376,8	6,28	900	0,0111111	0,00980308	-13,3430627
15	10	381	6,35	900	0,0111111	0,01052153	-5,603601674
16	10	384,6	6,41	900	0,0111111	0,01043719	-6,456927783
17	10	380,4	6,34	900	0,0111111	0,01008314	-10,19499401
18	10	377,4	6,29	900	0,0111111	0,01000362	-11,07094786
19	10	380,4	6,34	900	0,0111111	0,01008314	-10,19499401
20	10	379,8	6,33	900	0,0111111	0,01030693	-7,80235499
21	-	-	-	-	-	-	-
22	10	387,6	6,46	900	0,0111111	0,01065749	-4,25633363
23	10	384	6,4	900	0,0111111	0,01031296	-7,739301918
24	-	-	-	-	-	-	-
25	10	387	6,45	900	0,0111111	0,01039353	-6,904113531
26	10	393,6	6,56	900	0,0111111	0,01057078	-5,111514067
27	10	388,8	6,48	900	0,0111111	0,01044187	-6,40918708
28	10	382,8	6,38	900	0,0111111	0,01028073	-8,077042677

Selanjutnya *error* kWh meter dapat juga ditentukan dengan Persamaan (6) dan hasilnya hampir sama dengan Persamaan (1) yaitu masih melebihi yang diijinkan, hal ini dapat dilihat Gambar 6.



Gambar 6. Diagram persentase temuan *error* kWh meter cara 2

Mengingat kWh meter ini digunakan untuk praktikum di Laboratorium dan Workshop Teknik Elektro PNB, maka anjuran dari PLN dapat digunakan, sehingga mahasiswa dapat memahami kWh meter yang diijinkan dan tidak diijinkan.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil pembahasan dan analisis menunjukkan bahwa semua kWh meter yang dimiliki oleh Laboratorium Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro belum memenuhi batas kesalahan yang diijinkan berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri Nomor 24/PDN/KEP/3/2010 Tentang Syarat Teknis Meter kWh meter. Selanjutnya merujuk pada P2TL, kWh meter harus diganti jika dipakai untuk keperluan komersial.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Bapak Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Bapak Kepala Laboratorium karena telah membiayai bahan habis pakai dan alat ukur yang terbaru sehingga dapat diperoleh data untuk digunakan dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Enokela, J.A. (2007). A comparison of performances of electronic and electromechanical energy meters. *Nigerian Journal of Technology*, 26(2), 56-62.
- [2] Sukumar, P., Sawale, B.A. & Suresh, V. (2014) Trends in evaluation of energy meters at

- consumer premises - a case study. *International Journal of Electrical, Electronics and Computer Systems*, 2(2), 23-27.
- [3] Sebayang, J.S. & Masykur, S. (2014). Perbandingan kilowatthour meter analog dengan kilowatthour meter digital (aplikasi pada PT. PLN (persero) cabang Medan). *Singuda Ensikom*, 6(1), 7-12.
- [4] Reza, F., Hartono, H. & Nurhadiyono, S. (2015). Analisa deviasi kWh meter memanfaatkan aplikasi android "App Tole". *Jurnal ITEKS Intuisi Teknologi Dan Seni*. 7(3), 8-15.
- [5] Hanafi, S. & Sjani, M. (2013). Analisis pengaruh beban nonlinier terhadap kinerja Kwh meter induksi satu fasa, *Singuda Ensikom*, 2(2), 50-51.
- [6] Direktorat Jenderal Perdagangan Dalam Negeri. (2010). *Keputusan direktur jenderal perdagangan dalam negeri no. 24/PDN/KEP/3/2010 tentang syarat teknis meter kWh*. Jakarta: Departemen Perdagangan Dalam Negeri.

## SIMULASI SISTEM KELISTRIKAN KAMAR HOTEL MENGUNAKAN SMART RELAY

I Nyoman Sukarma<sup>1</sup>, Ida Bagus Ketut Sugirianta<sup>2</sup>, I Made Purbhawa<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

<sup>1</sup>sukarma@pnb.ac.id

**Abstrak:** Fungsi dari alat *key tag* atau *hotel switch* atau *key card* adalah memutus atau menyambungkan aliran listrik ke dalam suatu area tertentu atau ruang. *Key tag* memiliki peran penting pada kamar hotel untuk mencegah pemborosan energi pada saat kamar hotel tidak berpenghuni atau belum tersewakan. Untuk itu, penulis merancang simulasi sistem kelistrikan pada kamar hotel yang dikontrol dengan *smart relay*. Pada simulasi ini digunakan *smart relay Zelio Logic* buatan *Schneider Electric*. Pemrograman *smart relay* ini menggunakan *ladder diagram* yang disusun menggunakan perangkat lunak *ZelioSoft2* dari *Schneider Electric*. *Smart relay* menerima sinyal masukan dari sensor, *key tag* dan sakelar. Sinyal masukan tersebut selanjutnya diproses agar lampu, kotak-kontak, *exhaust fan*, dan AC (*Air Conditioner*) pada kamar hotel dapat bekerja.

**Kata kunci:** *Key Tag, Smart Relay, Kontrol.*

**Abstract:** *The function of key tag or hotel switch or key card is to cut off or connect the electric current into the certain area or space. Key tag has an important role in hotel room to prevent energy wasting when the hotel room is unoccupied or unrented. Therefore, we design the simulation of electrical system of hotel room that is controlled by a smart relay. In this simulation, the Zelio Logic smart relay made by Schneider Electric is used. A ladder diagram which is compiled using ZelioSoft2 software from Schneider Electric is used to program the smart relay. The smart relay receives input signals from sensors, key tag, and switch. The input signal is then processed so the light, electric socket, exhaust fan, and air conditioner in a hotel room are able to work.*

**Keywords:** *Key Tag, Smart Relay, Control.*

### I. PENDAHULUAN

*Key tag* atau *hotel switch* atau *key card* merujuk pada satu alat yang berfungsi untuk memutus atau menyambung aliran listrik ke dalam suatu area atau ruang. Kartu yang digunakan biasanya diberi lambang dan gambar hotel. *Key tag* memiliki fungsi yang sangat penting untuk kamar hotel. Bila satu kamar hotel tidak berpenghuni atau belum terjual, kemungkinan arus listrik akan masih mengalir ke dalam ruangan tersebut yang pada akhirnya akan terjadi pemborosan listrik [1,2,3]. Jika menggunakan *key tag*, maka semua arus listrik akan terputus saat kartu diambil dari tempatnya. Apabila kamar tersebut hanya menggunakan sistem *key tag* saja, maka pada saat masuk ke dalam kamar hotel, *key tag* harus ditempatkan terlebih dahulu agar rangkaian instalasi listrik pada kamar hotel dapat bekerja atau menyala. Jika membawa banyak barang, maka tamu akan mengalami sedikit kesulitan untuk memasukkan kartu pada *key tag* tersebut. Sehingga dibuat suatu rangkaian kontrol instalasi listrik pada kamar hotel agar rangkaian dapat bekerja atau menyala secara otomatis [4,5,6]. Pada penelitian ini, dirancang suatu simulasi sistem kelistrikan kamar hotel menggunakan *smart relay* untuk mengontrol instalasi listrik pada kamar hotel. Keuntungan penggunaan *smart relay* adalah sebagai penunjang berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi suatu sistem terpadu. Dengan menggunakan bantuan program, sistem *smart relay* dapat dirancang sesuai dengan yang dikehendaki. Alasan pemilihan *smart relay* sebagai sistem kontrol pada simulasi kamar hotel ini adalah karena *smart relay* memiliki fitur-fitur dan kelebihan seperti

memiliki fungsi logika, *sequencing*, pewaktu (*timing*), dan pencacahan (*counting*) sehingga dapat membuat berbagai macam sistem kontrol dengan hanya memerlukan satu buah alat untuk mengendalikan keseluruhan sistem kelistrikan pada kamar hotel [7,8,9].

Simulasi ini dirancang agar pada saat masuk ke kamar hotel atau kartu belum terpasang pada *key tag*, lampu depan akan menyala dan memberikan penerangan untuk dapat menemukan letak dari *key tag* tersebut. Begitu pula pada saat keluar dari kamar hotel, kartu harus diambil dari *key tag* sehingga rangkaian instalasi pada kamar hotel tidak ada yang bekerja. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar pihak hotel dapat menghemat energi yang terbuang pada saat kamar hotel dalam keadaan kosong.

### II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan studi pustaka dengan mencari referensi melalui media cetak maupun elektronik dan *data sheet* dari masing-masing komponen yang digunakan.

Langkah perancangan dimulai dari perencanaan blok diagram, kemudian diagram alir (*flow chart*), dilanjutkan dengan pengecekan komponen-komponen, pemasangan komponen, penyolderan dan pembuatan program. Selanjutnya dilakukan pembuatan alat yang dimulai dengan pemilihan komponen yang sudah diuji terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan pembuatan PCB.

Perancangan perangkat lunak selanjutnya dilakukan untuk memprogram *smart relay*. Penelitian ini menggunakan *ZelioSoft2* dari *Schneider Electric*.

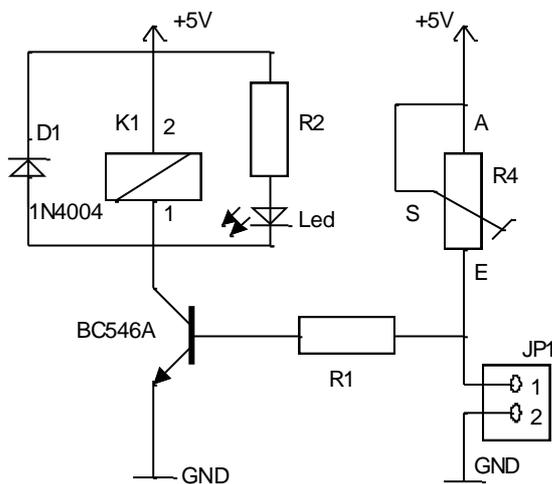
Proses pembuatan perangkat lunak simulasi sistem kelistrikan pada sebuah kamar hotel berbasis *smart relay* ini dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu: perencanaan pembuatan *ladder diagram*, pembuatan *ladder diagram* pada PC, melakukan transfer *ladder diagram* ke *smart relay*.

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui kinerja simulasi yang telah dibuat serta untuk melakukan kajian terhadap simulasi sistem kelistrikan pada sebuah kamar hotel berbasis *smart relay*.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini melibatkan pengujian terhadap setiap perangkat keras yang telah dibuat. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana perangkat keras yang telah dibuat memenuhi harapan dan telah dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Jika hasil pengujian per blok telah memenuhi harapan, maka dapat dilanjutkan dengan menggabungkan blok-blok yang ada, sehingga simulasi sistem kelistrikan pada sebuah kamar hotel yang menggunakan *smart relay* dapat berfungsi sesuai harapan. Adapun perangkat keras yang diuji adalah pengujian rangkaian sensor, pengujian rangkaian kontrol, pengujian rangkaian regulator, pengujian *ladder diagram*.

Pengujian blok *input* rangkaian sensor *LDR* ditunjukkan pada Gambar 1. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui cara kerja dan untuk mengetahui keluaran dan besar tegangan yang dihasilkan dari rangkaian sensor *LDR*. Hasil tegangan pada rangkaian sensor *LDR* ditunjukkan pada Tabel 1.



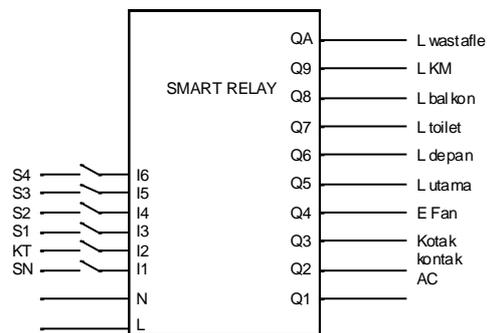
Gambar 1. Rangkaian sensor *LDR*

Tabel 1. Hasil pengujian rangkaian sensor *LED*

Kondisi LDR	VC	VB	Indikator LED
Tidak terkena cahaya	1,2 V	1,2 V	Menyala
Terkena cahaya	5 V	0,4 V	Mati

Berdasarkan hasil pengukuran dan data yang diperoleh terlihat bahwa ketika rangkaian sensor cahaya *LDR* tidak terkena cahaya, nilai resistansinya lebih besar daripada VR4 sehingga tegangan basisnya adalah sebesar 1,2 Volt. Tegangan ini mengaktifkan transistor BC546 dan dapat dilihat pada VC yang diperoleh sebesar 1,2 Volt sehingga *relay* K1 yang dikendalikan oleh transistor ini aktif. Dengan aktifnya *relay* K1 akan membuat anak kontaknya menutup. Jadi, output dari rangkaian LDR ini adalah anak kontak dari *relay* K1. Sedangkan ketika rangkaian sensor cahaya *LDR* terkena cahaya nilai resistansinya menjadi lebih kecil daripada tegangan VR4 yaitu sebesar 0,4 Volt. Tegangan ini tidak cukup untuk mengaktifkan transistor BC546 dan dapat dilihat pada VC yang diperoleh sebesar 5 Volt sehingga *relay* yang dikendalikan oleh transistor ini tidak aktif. Komponen *LDR* dihubungkan dengan menggunakan terminal JP1 seperti yang ditunjukkan di Gambar 1.

Pengujian rangkaian kontrol dilakukan untuk mengetahui kinerja rangkaian dan sistem sensor yang digunakan. Berikut adalah rangkaian dari pengujian rangkaian kontrol seperti pada Gambar 2, dan hasil pengujian sesuai dengan Tabel 2. Rangkaian ini menggunakan *smart relay* dengan 26 I/O dari *Zelio Logic* buatan *Schneider Electric*. Pada Gambar 2, notasi N dan L tersebut adalah merupakan sumber AC untuk *smart relay*.



Gambar 2. Rangkaian control.

Berdasarkan Tabel 2 yang menunjukkan data hasil pengujian rangkaian kontrol di atas, terlihat bahwa pada saat rangkaian sensor *LDR* berada pada kondisi *off*, maka *smart relay* tidak mendapatkan input dan semua keluaran dari *smart relay* tidak ada yang dapat bekerjasehingga hasil pengukuran dari seluruh output pada *smart relay* adalah 0 Volt. Pada saat rangkaian sensor *LDR* berada pada kondisi *on*, rangkaian ini menjadi input pada *smart relay*, sehingga dapat bekerja dan mengeluarkan output sebesar 220 Volt pada terminal Q6. Tegangan ini membuat lampu depan dapat menyala (*on*).

Pada saat *key tag* berada pada kondisi *on*, maka *smart relay* mendapatkan input dari *key tag* sehingga *smart relay* bekerja dan mengeluarkan output sebesar 220 Volt pada Q2, Q3, dan Q5. Tegangan ini memberi catu AC pada anak-kontak, dan lampu utama.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Rangkaian Kontrol

Input		Output								
Komponen	Kondisi	Q2 AC	Q3 Kotak-kontak	Q4 Exhaust fan	Q5 Lampu utama	Q6 Lampu depan	Q7 Lampu toilet	Q8 Lampu balkon	Q9 Lampu kamar mandi	QA Lampu wastafel
Rangkaian sensor LDR	Off	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rangkaian Sensor LDR (SN)	On	0	0	0	0	220	0	0	0	0
Key tag (KT)	On	220	220	0	220	0	0	0	0	0
Saklar tunggal toilet (S1)	On	220	220	220	220	0	220	0	0	0
Saklar tunggal balkon (S2)	On	220	220	220	220	0	220	220	0	0
Saklar tunggal kamar mandi (S3)	On	220	220	220	220	0	220	220	220	0
Saklar tunggal wastafel (S4)	On	220	220	220	220	0	220	220	220	220
Key tag (KT)	Off	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pada saat *key tag* masih dalam kondisi *on* dan saklar tunggal toilet diposisikan pada kondisi *on*, maka *smart relay* mendapatkan input pada I3 dan selanjutnya mengeluarkan output sebesar 220 Volt pada Q4, dan Q7. Tegangan ini mencatu *exhaust fan* dan lampu toilet.

Pada saat *key tag* masih dalam kondisi *on* dan saklar tunggal balkon diposisikan pada kondisi *on*, maka *smart relay* mendapatkan input pada I4 dan selanjutnya mengeluarkan output sebesar 220 Volt pada Q8. Tegangan ini mencatu lampu balkon.

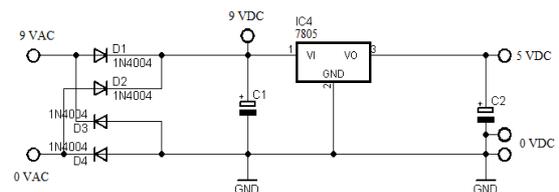
Pada saat *key tag* masih dalam kondisi *on* dan saklar kamar mandi diposisikan pada kondisi *on*, maka *smart relay* akan mendapatkan input pada I5 dan selanjutnya mengeluarkan output sebesar 220 Volt pada Q9. Tegangan ini mencatu lampu kamar mandi.

Pada saat *key tag* masih dalam kondisi *on* dan saklar wastafel diposisikan pada kondisi *on*, maka *smart relay* mendapatkan input pada I6 dan kemudian mengeluarkan output sebesar 220 Volt pada QA. Tegangan ini mencatu lampu wastafel.

Pada saat *key tag* diposisikan dalam kondisi *off*, maka *smart relay* tidak mendapatkan input. Semua keluaran dari *smart relay* tidak dapat bekerja sehingga hasil pengukuran pada output *smart relay* akan menjadi 0 Volt.

Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa rangkaian yang dibuat sudah benar dan dapat bekerja sesuai dengan deskripsi kerja yang sudah ditentukan.

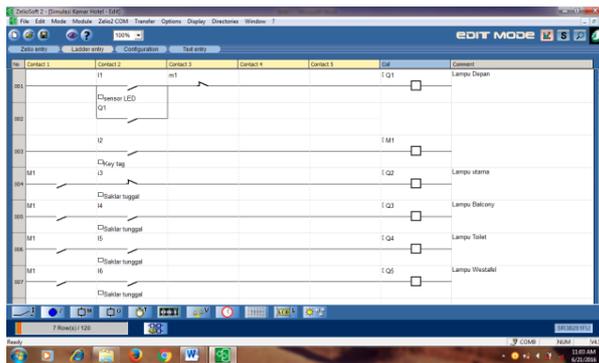
Pengujian rangkaian regulator pada *power supply* dilakukan untuk mengetahui keluaran dari rangkaian *power supply* yang telah dibuat dan mengetahui apakah sudah sesuai dengan yang dibutuhkan untuk mencatu beban. Gambar 3 berikut memperlihatkan rangkaian pengujian regulator. Gambar ini menunjukkan keluaran 0 dan 5 volt.



Gambar 3. Rangkaian regulator

Berdasarkan hasil pengujian tegangan pada rangkaian regulator, diperoleh data tegangan masukan ( $V_{in}$ ) sebesar 8,5 Volt dan setelah melewati filter dan IC regulator 7805 diperoleh tegangan sebesar 5 Volt. Setelah diberi beban sensor *LDR* dan pemicu cahaya, diperoleh tegangan sebesar 5 Volt.

Pemrograman *smart relay* dilakukan dengan *ladder diagram*. Perencanaan *ladder diagram* yang dibuat melalui *PC* selanjutnya ditransfer menuju *smart relay* yang berfungsi sebagai kontrol pada rancangan simulasi sistem kelistrikan kamar hotel. *Ladder Diagram* ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Ladder Diagram

Dengan menggunakan aplikasi *ZelioSoft2*, dapat dilakukan pengujian pada rangkaian dengan menggunakan fasilitas *simulation mode*. *Ladder diagram* yang sudah dibuat dengan cara menjalankan *mode run* selanjutnya dapat diuji pada *simulation mode*. Pada *mode run* ini dapat dilihat kesalahan yang terjadi pada saat pembuatan *ladder diagram*. Jika *ladder diagram* belum sesuai dengan deskripsi kerja dari simulasi sistem kelistrikan pada kamar hotel, maka letak dari kesalahan yang terjadi pada *ladder diagram* dapat langsung diketahui sehingga dapat dengan mudah diperbaiki agar sesuai dengan deskripsi kerja dari simulasi sistem kelistrikan pada kamar hotel.

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa simulasi sistem kelistrikan pada sebuah kamar hotel menggunakan *smart relay* dapat bekerja dengan baik. *Smart relay* dapat memroses semua masukan dari sensor cahaya *LDR*, *key tag*, dan sakelar yang akan mengoperasikan *output* seperti lampu, kotak-kontak, *exhaust fan*, dan AC (*Air Conditioner*). *Smart relay* pada simulasi ini dapat bekerja menggunakan perangkat lunak *ZelioSoft2* dari *Schneider Electric*. Sensor cahaya *LDR* pada simulasi sistem kelistrikan kamar hotel berbasis *smart relay* ini berfungsi sebagai pendeteksi cahaya. Apabila cahaya yang mengenai sensor cahaya *LDR* dihalangi oleh pintu kamar hotel, maka sensor akan memberikan masukan kepada transistor sehingga *relay* yang terdapat pada rangkaian sensor cahaya *LDR* akan bekerja dan mengirimkan sinyal masukan ke *smart relay* agar menghidupkan lampu depan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada editor dan reviewer *Jurnal Matrix* atas koreksi dan kajian yang dilakukan pada artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Mainil, R.I. & Mainil, A.K. Simulasi pemanfaatan panas buang chiller untuk kebutuhan air panas di perhotelan, *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 94-103.

- [2] Adelia, Setiawan, J. (2011). Implementasi customer relationship management (CRM) pada sistem reservasi hotel berbasis website dan desktop, *Jurnal Sistem Informasi*, 6(2), 113-126.
- [3] Damayanti, R. & Wardati, I.U. (2014). Perancangan sistem informasi pemesanan dan pembayaran kamar pada Hotel Remaja Pacitan. *Indonesian Journal on Networking and Security*, 3(2). 10-17.
- [4] Wiguna, I M. A. (2010). *Rancang bangun lampu penerangan jalan dengan pemanfaatan tenaga surya*. Badung: Politeknik Negeri Bali.
- [5] Agustin, M. (2012). Analisis dan perancangan sistem informasi reservasi hotel. *Prosesor*, 3(6), 10-13.
- [6] Arifin, G.G., Deddy, A. & Satria, E. (2013). Pengembangan sistem informasi pemesanan kamar hotel berbasis web menggunakan metodologi rapid application development. *Jurnal Algoritma*, 10(1), 1-9.
- [7] Antara, I M. E. (2013). *Perencanaan dan pemilihan pompa air bersih untuk Ibis Style Hotel Kuta*. Badung: Politeknik Negeri Bali.
- [8] Maulana, D.R., Hermawan & Juningtyastuti. (2017). Perencanaan instalasi listrik Hotel Chanti Semarang menggunakan software ecodial 4.8. *Transient*, 6(3), 483-489.
- [9] Aripriharta. (2014). *Smart Relay dan aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.



## POLITEKNIK NEGERI BALI



Redaksi Jurnal MATRIX  
Gedung P3M, Politeknik Negeri Bali,  
Bukit Jimbaran, PO BOX 1064 Tuban, Badung, Bali.  
Phone: + 62 361 701981, Fax: +62 361 701128  
e mail: p3mpoltekbali@pnb.ac.id  
<http://ojs.pnb.ac.id/index.php/matrix>