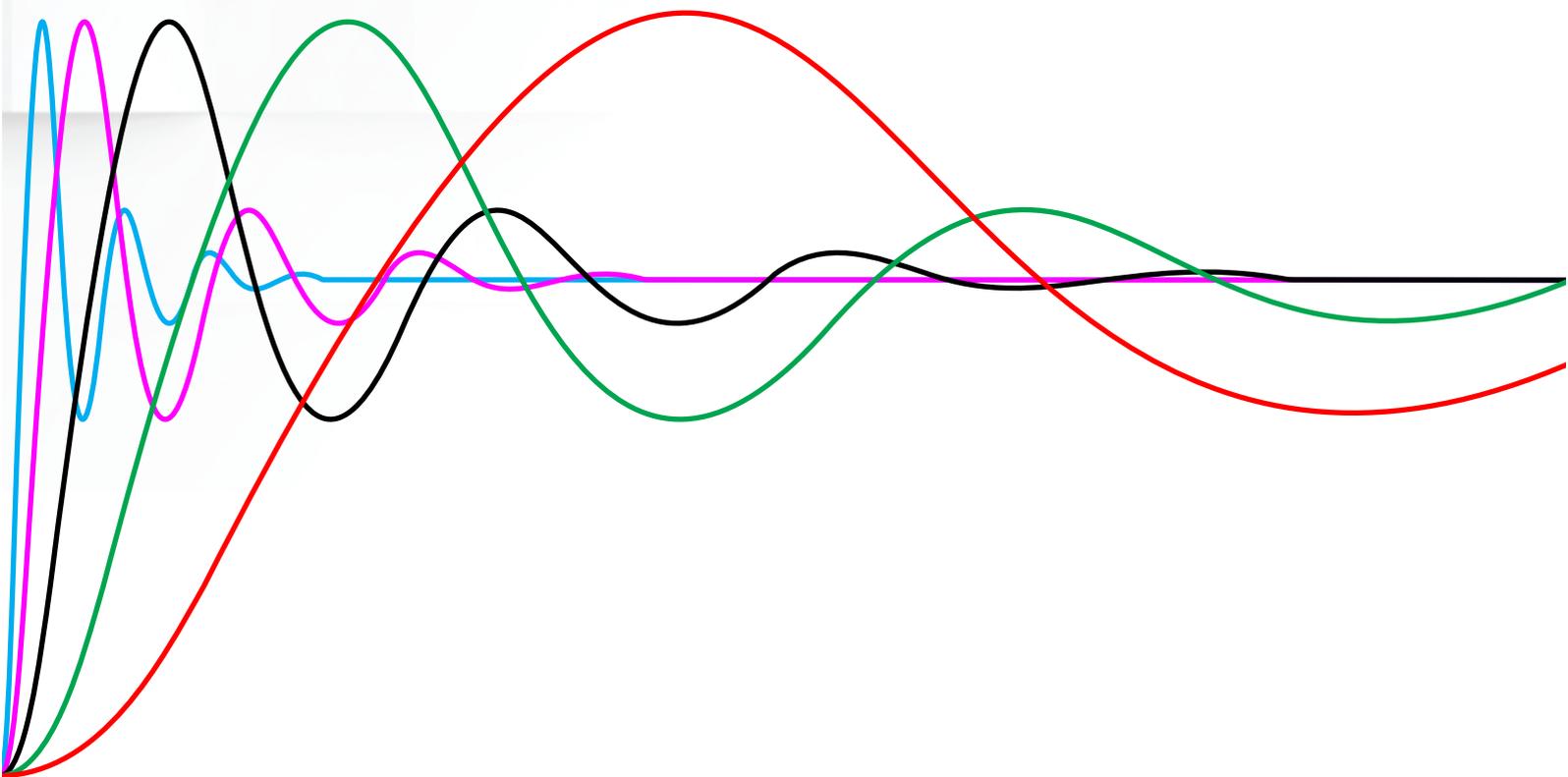


P-ISSN : 2685 - 4341
E-ISSN : 2685 - 5313

Vol. 4, No. 2 Desember 2022

Jurnal Riset Rekayasa Elektro



Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto



Jurnal Riset Rekayasa Elektro

Terbit pertama kali tahun 2019
p-ISSN : 2685-4341

Penanggung Jawab/Publisher

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Pemimpin Redaksi/Editor-in-Chief

Arif Johar Taufiq, S.T., M.T

Dewan Redaksi/Editors

Muhamad Taufiq Tamam, S.T., M.T (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)
Wakhyu Dwiono, ST, MT (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)

Sekretaris Redaksi/Secretary of Editor

Bayu Aji Kurniawan, A.Md.T (Universitas Muhammadiyah Purwokerto)

Alamat Redaksi/Address

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. KH Ahmad Dahlan PO Box 202, Purwokerto 53182

<http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE/index>

email: jurnaljrre@ump.ac.id

Jurnal Riset Rekayasa Elektro (JRRE) adalah terbitan berkala ilmiah yang diterbitkan oleh Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto. JRRE menyajikan artikel hasil pemikiran dan penelitian serta perkembangan terkini dari Teknik Elektro. Redaksi mengundang para peneliti, dosen, dan praktisi untuk bertukar pikiran dan memajukan keilmuan di bidang teknik elektro

(JRRE) Electrical Engineering Research Journal is a periodical scientific publication published by Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Science, Muhammadiyah University of Purwokerto. JRRE presents articles of thought and research as well as the latest developments from Electrical Engineering. Editors invite researchers, lecturers, and practitioners to exchange ideas and advance knowledge in the field of electrical engineering

Jurnal Riset Rekayasa Elektro

Volume 4 No 2 Desember 2022

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
Pengenalan Dialek Bahasa Daerah di Pulau Jawa menggunakan Metode Mel-Frequency Cepstral Coefficients dan Adaptive Network-based Fuzzy Inference System Fajar Muhammad Fauzi, Latiful Hayat, Dian Nova Kusuma Hardani	(39 – 50)
Evaluasi Tingkat Kualitas Pencahayaan Pada Gedung Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Purwokerto Muhammad Yusuf, Winarso	(51 – 66)
Implementasi Jaringan Hotspot dengan Sistem Koin Menggunakan Raspberry Pi di rumah Makan UMI Richi Riyan, Sigit Pramono, Shinta Romadhona	(67 – 78)
Rancang Bangun Pengendali Kapasitor Bank Untuk Koreksi Faktor Daya Listrik Berbasis Internet of Things Bayu Febri Alfianto, Itmi Hidayat Kurniawan	(79 – 86)
Perbandingan Unjuk Kerja Inverter Pure Sine Wave Dan Non Pure Sine Wave Rendi Rinaldy Sukarso, Arif Johar Taufiq	(87 – 94)
PETUNJUK PENULISAN	ii

Pengenalan Dialek Bahasa Daerah di Pulau Jawa menggunakan Metode *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* dan *Adaptive Network-based Fuzzy Inference System*

Fajar Muhammad Fauzi¹, Latiful Hayat², Dian Nova Kusuma Hardani³

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 25 Agustus 2022
Direvisi, 20 Desember 2022
Diterima, 20 Desember 2022

Kata Kunci:

MFCC, ANFIS, Pengenalan Suara

Keyword:

MFCC, ANFIS, Speech Recognition

INTISARI

Indonesia merupakan negara besar yang memiliki banyak keberagaman budaya dan suku sehingga memiliki banyak bahasa atau dialek yang berbeda-beda di setiap daerah. Berbagai penelitian dalam pengolahan sinyal suara telah banyak dikembangkan. Salah satu penelitian yang menarik untuk dikembangkan adalah Identifikasi Dialek. Dalam penelitian ini, dibuat suatu program atau aplikasi Speech Recognition dengan metode Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC) dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk Bahasa di Pulau Jawa, yaitu Bahasa Betawi, Sunda, Banyumasan, dan Suroboyoan. MFCC untuk proses ekstraksi ciri dari sinyal ucapan pembicara dimana prosesnya akan mengubah sinyal suara menjadi beberapa vektor ciri yang kemudian akan ditampilkan dalam bentuk grafik. Analisis dan perancangan bentuk pola suara menggunakan software Python. Pengujian dilakukan dengan cara merancang perangkat lunak, melakukan pengambilan data, training sistem ANFIS, pembuatan GUI, dan pengujian dalam pengolahan data pengujian. Hasil dari penelitian ini menunjukkan MFCC mampu memberikan nilai ciri yang berbeda untuk setiap suara yang dimasukkan ke dalam sistem, dan parameter MFCC yang digunakan pada penelitian ini adalah Preemph = 0,99, Nfilt = 30, Nfft = 512, Winlen = 20ms, Winstep = 10ms, Numcep = 5, dan Lowfreq = 100. Model training yang digunakan dengan 120 data training dan 2 membership function tipe gaussian menghasilkan nilai akurasi secara keseluruhan 32,5% pada proses pengujian (30% untuk Betawi, 50% untuk Sunda, 30% untuk Banyumasan, dan 20% untuk Suroboyoan).

ABSTRACT

Because Indonesia is such a vast country with so much cultural and ethnic diversity, each region has its own set of languages or dialects. Much voice signal processing research has been widely established. Dialect Identification is an exciting topic that is currently being developed. Speech Recognition with Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC) and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) methods for Batavian, Sundanese, Banyumasan, and Suroboyoan dialects in Java island was developed in this study. MFCC denotes a feature extraction procedure from a speaker's speech signal, in which the voice signal is converted into numerous feature vectors and then shown graphically. Software Python was used to analyze and design sound pattern forms. The tests were carried out by designing software, collecting data, training the ANFIS system, creating a GUI, and testing data processing. The results of this study showed that MFCC could provide different feature values for each voice entered into the system, with Preemph = 0.99, Nfilt = 30, Nfft = 512, Winlen = 20ms, Winstep = 10ms, Numcep = 5, and Lowfreq = 100 as the MFCC parameters used in this study. The training model with 120 data training and two membership functions of the Gaussian type resulted in an overall accuracy value of 32.5% in the testing process (30% for Batavian, 50% for Sundanese, 30% for Banyumasan, and 20% for Suroboyoan).

Korespondensi Penulis:

Fajar Muhammad Fauzi
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. KH. Ahmad Dahlan, Purwokerto, 53182
Email: fajar.muslim.fauzi@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Menurut informasi Kementerian Dalam Negeri tahun 2018, jumlah pulau yang dimiliki oleh Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) yaitu 16.056 pulau [1]. Dengan banyaknya pulau menunjukkan bahwa Indonesia memiliki beragam suku, budaya, adat istiadat, dan bahasa. Bahasa dalam interaksi manusia merupakan sebuah alat komunikasi untuk bekerja sama dan mengidentifikasi diri sendiri dalam suatu masyarakat. Masyarakat terdiri atas budaya dan status sosial yang beragam, dimana keragaman dalam masyarakat tersebut berdampak pada variasi bahasa yang digunakan pada daerah tertentu atau yang biasa disebut dengan dialek.

Saat ini perkembangan zaman yang semakin maju menjadikan beberapa dialek bahasa daerah berada di ambang kepunahan. Jika kita mengabaikan hal tersebut, maka kita akan kehilangan sebagian kekayaan budaya bangsa yang tidak ternilai harganya [2]. Salah satu upaya untuk menjaga kelestarian bahasa adalah dengan melakukan penelitian yang terkait dengan dialek bahasa yang ada di Indonesia. Pulau Jawa adalah salah satu pulau di Indonesia yang penduduknya paling banyak, setidaknya ada 56% total penduduk Indonesia atau 149 juta penduduk yang tinggal di pulau Jawa [3]. Pulau Jawa terdiri dari beberapa provinsi antara lain DKI Jakarta, Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan Banten. Pulau Jawa terdiri dari beberapa provinsi antara lain DKI Jakarta, Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan Banten.

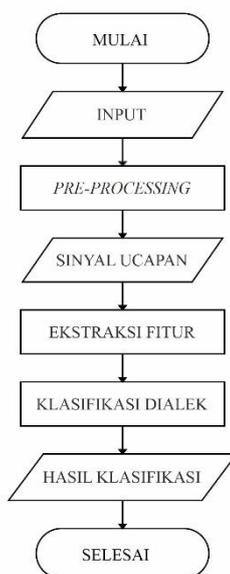
Seiring berkembangnya teknologi, saat ini banyak peneliti melakukan penelitian mengenai pengolahan sinyal suara. Dalam mengidentifikasi pola sinyal suara pada dialek bahasa daerah, muncul perbedaan-perbedaan yang menjadi ciri pada setiap sinyal suara yang dikeluarkan. *Speech recognition* merupakan salah satu dari teknologi yang memanfaatkan sinyal suara manusia sebagai input dan mampu dibaca oleh sistem. *Speech recognition* adalah kemampuan program untuk mengidentifikasi kata dan frasa dalam bahasa lisan dan mengkonversikannya ke format yang dapat dibaca oleh mesin [4]. Metode untuk ekstraksi suara yang sering digunakan adalah *Mel-Frequency Cepstrums Coefficients* (MFCC). MFCC banyak digunakan karena dianggap paling sesuai dalam memodelkan frekuensi suara manusia, sedangkan metode dalam mengidentifikasi sinyal suara salah satunya adalah dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Metode ini banyak digunakan untuk menganalisis suatu permasalahan dan juga digunakan sebagai metode pembelajaran untuk sistem.

Penelitian dari Putra (2021) berhasil mengidentifikasi dialek di Sumatra Selatan menggunakan ekstraksi mel spectrogram dan STFT. Akurasi tertinggi dicapai dalam mengenali dialek Beliti, yaitu 72,7% dan dialek Palembang 71,4 % jika ekstraksi ciri yang digunakan adalah mel spectrogram. Sedangkan untuk Bahasa Indonesia, akurasi tertinggi adalah dengan menggunakan ekstraksi ciri STFT, yaitu 71,4%. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dibuat sistem *speech recognition* dengan dialek yang ada di Pulau Jawa dengan menerapkan *Mel-Frequency Cepstrums Coefficients* (MFCC) untuk mengekstraksi ciri suara ke suatu sistem yang kemudian diidentifikasi melalui *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) agar dimengerti oleh sistem tersebut dan cara menampilkan hasil keluaran dalam bentuk teks angka presentase serta menentukan dialek yang diucapkan.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini diperlukan bahan suara sebagai masukan dengan 40 sampel untuk setiap dialek. Kemudian data diolah pada *pre-processing* untuk mendapatkan bentuk sinyal yang dapat di proses lebih lanjut oleh sistem. Hasil dari *pre-processing* kemudian dilakukan proses ekstraksi fitur untuk diambil cirinya menggunakan metode MFCC. Keluaran dari proses ekstraksi fitur kemudian dinormalisasi datanya agar data yang digunakan dapat dimasukkan kedalam *database* ciri. Proses klasifikasi dengan metode ANFIS, yang pertama dilakukan adalah melatih sistem agar mendapatkan hasil keluaran yang sesuai. Sistem yang sudah dilatih kemudian diuji dengan memberikan beberapa sample uji untuk melihat besarnya nilai akurasi sistem. Proses uji sistem dibangun dalam sistem berbasis aplikasi desktop/GUI dan hasil klasifikasi akan ditampilkan

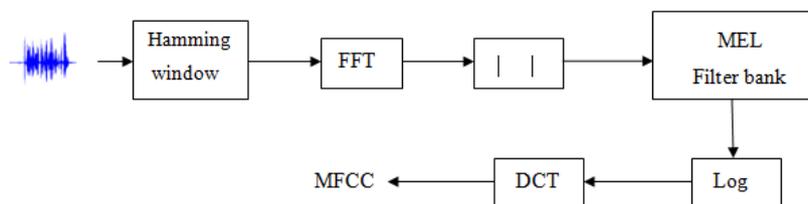
pada aplikasi tersebut guna mempermudah penggunaan. Gambar 1 adalah rangkaian alur identifikasi dari penelitian ini.



Gambar 1. Alur perancangan sistem

2.1. Ekstraksi Fitur

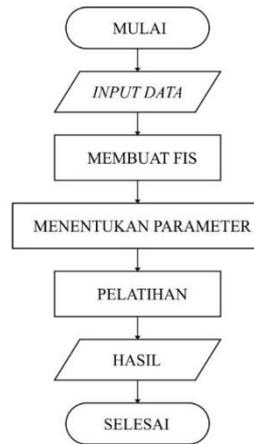
Ekstraksi ciri atau feature extraction dilakukan pada dua proses, yaitu ekstraksi ciri untuk pembuatan database sebagai template dan ekstraksi ciri masukan data uji. *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) adalah metode ekstraksi fitur yang mendekati sistem pendengaran manusia. MFCC sering digunakan untuk ekstraksi fitur dalam pengolahan ucapan yang bertujuan untuk mengekstrak karakteristik penting dari sinyal ucapan yang unik pada setiap kata untuk membedakan antara serangkaian kata yang berbeda. MFCC dianggap sebagai metode standar untuk ekstraksi fitur dalam pengenalan suara dan sering digunakan untuk pemrosesan suara [5]. Proses ekstraksi fitur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Ekstraksi Fitur dengan MFCC [7]

2.2 Klasifikasi Dialek

Pada tahap ini sistem klasifikasi dibuat dengan menggunakan metode ANFIS. *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) adalah penggabungan *Fuzzy Inference System* yang digambarkan dalam arsitektur jaringan syaraf. Proses awal klasifikasi dilakukan dengan cara menggabungkan semua nilai yang diperoleh pada tahapan ekstraksi ciri untuk dimasukkan ke dalam suatu *database* yang kemudian digunakan dalam proses *training* ANFIS. Setelah ANFIS di-*training* oleh *database* maka akan diperoleh suatu sistem ANFIS yang dapat digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi dialek dengan dasar klasifikasi dari *database* tersebut. langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan sistem ANFIS dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alur Proses Klasifikasi

Pada tahap pertama data yang didapat dari hasil ekstraksi ciri semua komponen akan dimasukan ke database, kemudian dibangun sistem FIS. Langkah selanjutya adalah menentukan parameter-parameter ANFIS yang diperlukan agar sistem ANFIS dapat melakukan pengambilan keputusan sesuai dengan yang diinginkan. Kemudian dilakukan proses training sistem ANFIS untuk kemudian dilakukan pengujian terhadap sistem tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

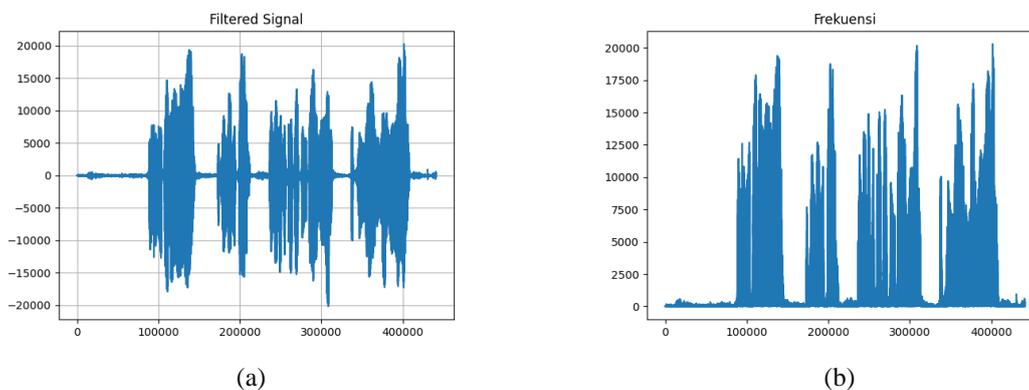
Pada penelitian ini, data yang digunakan berasal dari sampel suara dari dialek setiap daerah di pulau Jawa dalam bentuk format digital. Sampel suara didapat dari fitur rekaman suara *Voice Note* aplikasi WhatsApp dengan jumlah 160 sampel suara. Dengan 40 data untuk setiap dialek yang terdiri dari 30 data untuk data latih dan 10 data untuk data uji. Format yang digunakan aplikasi WhatsApp adalah .otf, .ogg dan .mp4 sehingga perlu diselaraskan menjadi format file .wav dan dipotong menjadi 10 detik. Setelah didapatkan data suara, selanjutnya adalah memproses data tersebut pada pre-processing melalui software PyCharm dengan bahasa pemrograman python.

3.1. Pre-processing

Setelah proses akuisisi data dan pengkondisian sinyal serta telah didapatkan data yang ideal, maka proses selanjutya adalah *pre-processing* atau pra-pengolahan yang berfungsi untuk mempersiapkan data sebelum dimasukan ke proses ekstraksi ciri. Pada penelitian ini proses *pre-processing* dibagi dalam beberapa tahapan yaitu :

1) *Filtering*

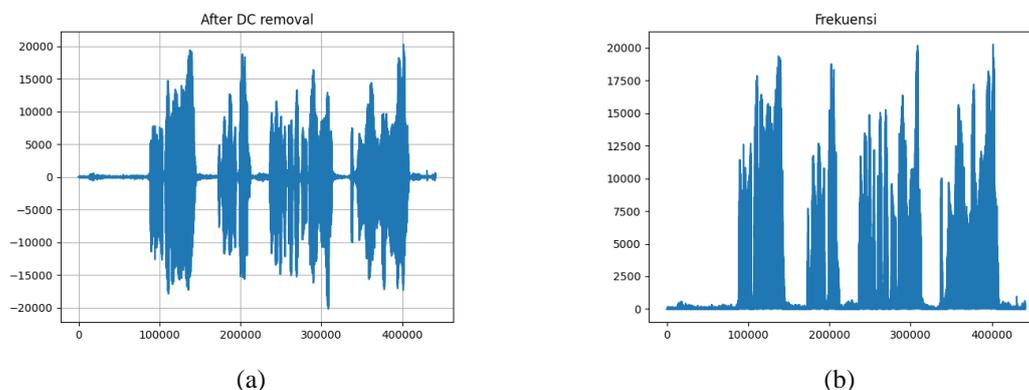
Pada proses *filtering* data yang telah diolah pada akuisisi data disaring (*filter*) pada rentang frekuensi 1 Hz – 16.384 Hz. Rentang maksimum frekuensi yang dipilih adalah sebesar 16.384 Hz, karena nilai tersebut adalah batas frekuensi yang mampu didengar oleh telinga manusia. *Output* dari *filtering* tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Output suara setelah proses filtering domain waktu (a) dan frekuensi (b)

2) DC Removal

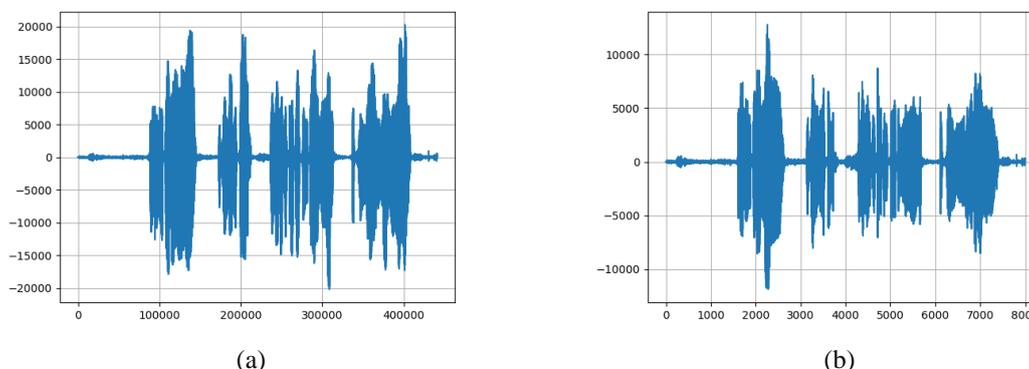
Proses konversi sinyal analog ke digital menyebabkan *noise* dengan frekuensi yang sangat rendah dengan rentang 0 – 5 Hz. *Noise* yang terbentuk dari proses tersebut merupakan komponen DC. Untuk menghilangkan komponen DC diperlukan proses *DC Removal* yang dapat dilakukan dengan mengurangi sinyal dengan nilai rata-rata sinyal. Seperti prosedur *High Pass Filter*, pada *DC Removal* nilai frekuensi diatas nilai tertentu diloloskan sehingga *noise* pada rentang frekuensi rendah teredam. Pada *PyCharm*, sebagai pengganti *DC Removal* digunakanlah *High Pass Filter* dengan frekuensi *cut-off* 5 Hz. *Output* dari proses *DC Removal* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Output suara setelah proses DC removal pada domain waktu (a) dan frekuensi (b)

3) Resampling

Proses selanjutnya adalah *Resampling*, dimana data yang telah di *filter* memiliki nilai *sampling* sebesar 44.100 Hz diturunkan menjadi sebesar 8.000 Hz. Penurunan *sampling* ini berfungsi untuk mengurangi beban kerja sistem. Hasil dari proses *down-sampling* dapat dilihat pada Gambar 6.

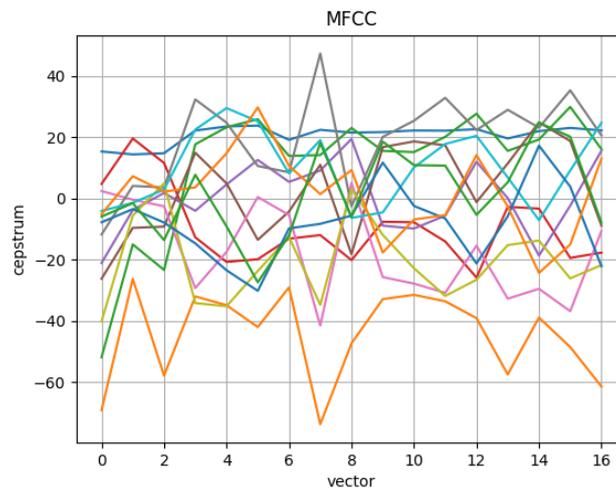


Gambar 6. Bentuk sinyal sebelum (a) dan sesudah (b) proses resampling

Pada Gambar 6 data yang diperoleh dari proses *down-sampling* terlihat penurunan *sampling* dari panjang data semula $44,1 \times 10^4$ menjadi 8×10^4 . Perubahan ini terjadi dikarenakan nilai dari *sampling rate* yang digunakan hanya 8.000 sampel maka panjang data menjadi 10 detik x 8.000 sampel = 80.000 sampel. Bentuk sinyal setelah diturunkan tidak berubah, yang berarti menandakan bahwa data dari suara telah diturunkan sampelnya.

3.2. Ekstraksi Ciri

Proses selanjutnya adalah data di ekstraksi cirinya untuk mendapatkan bagian unik dari setiap datanya. MFCC menjadi salah satu metode untuk mendapatkan ciri dengan nilai cepstrum. *Python* memiliki *library* untuk memproses sinyal suara menggunakan metode MFCC. Dalam modul MFCC terdapat dalam *library Python_speech_features* beberapa fungsi yang ada dalam *library* tersebut: *Mel Frequency Cepstral Coefficients*, *Filterbank Energies*, *Log Filterbank Energies*, *Spectral Subband Centroids*. Hasil keluaran pada proses ekstraksi ciri dapat dilihat pada gambar 7.

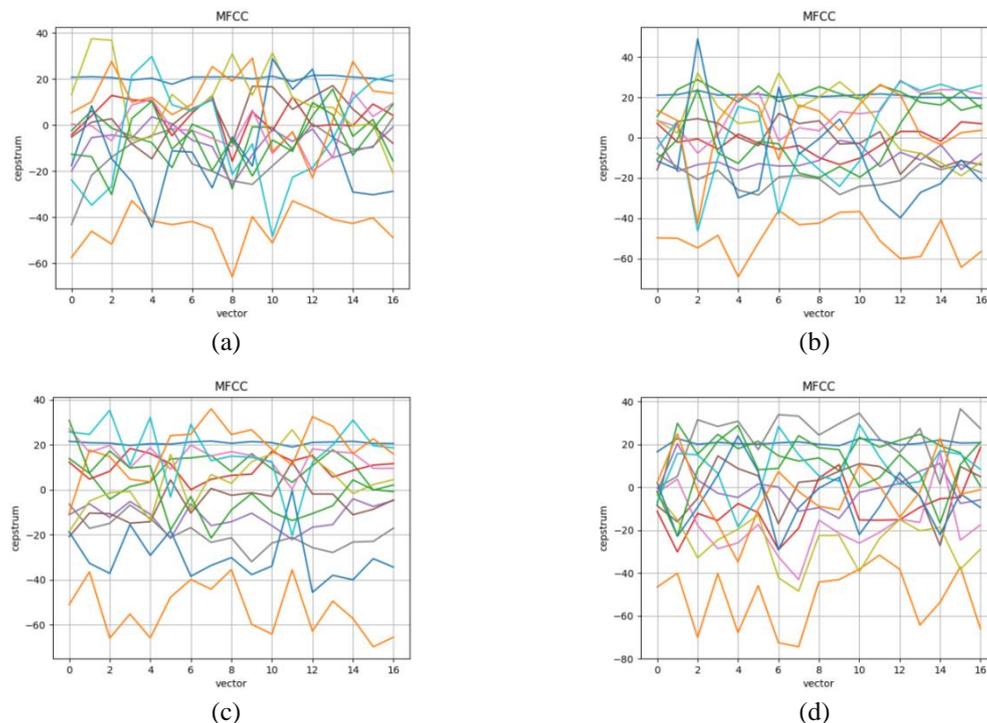


Gambar 7. Hasil dari proses ekstraksi ciri menggunakan MFCC

Pada penelitian ini, nilai MFCC akan dicari yang paling optimal dengan mengubah nilai pada parameter yang ada pada modul MFCC. Bentuk grafik dan nilai akan ditampilkan agar terlihat perbedaan pada setiap dialek. Parameter yang akan diubah adalah jumlah koefisien *cepstral*, batasan frekuensi rendah dan tinggi, ketetapan *preemphasis*, dan durasi frame.

1) Percobaan 1

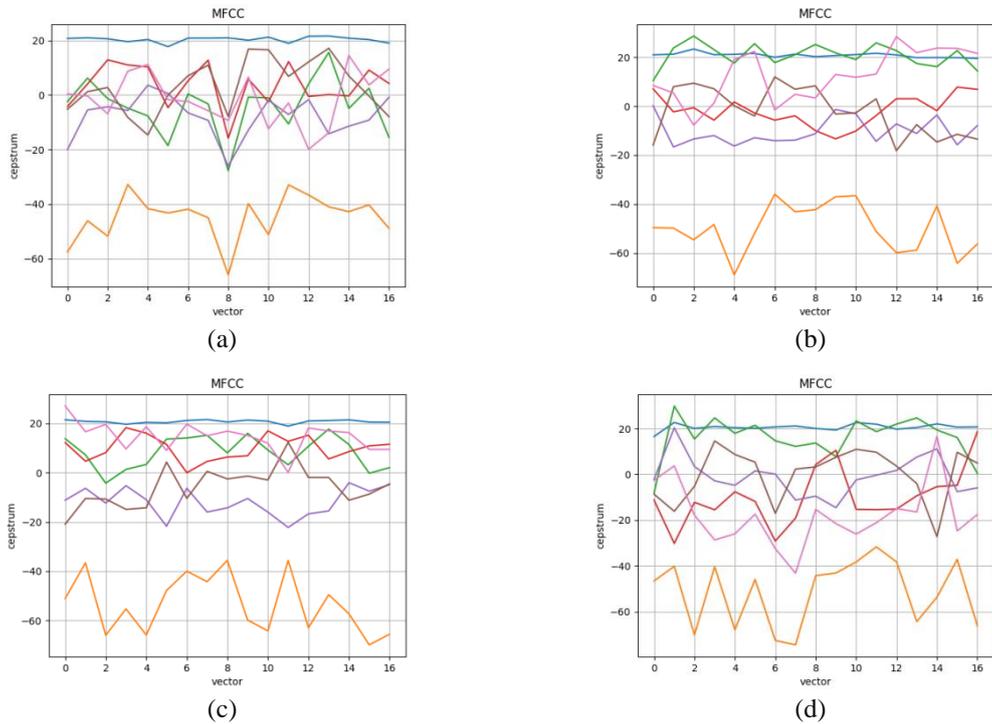
Pada percobaan 1 ini tidak ada nilai yang diubah, semua parameter yang digunakan adalah sesuai dengan default dari modul MFCC, hanya memasukan nilai sinyal dan *samplerate* yang datanya telah diolah sebelumnya. Maka hasil dari perhitungan dengan menggunakan percobaan 1 ini didapat grafik ciri seperti Gambar 8.



Gambar 8. Hasil ekstraksi percobaan 1 dialek (a) betawi, (b) ngapak, (c) sunda, (d) suroboyoan

2) Percobaan 2

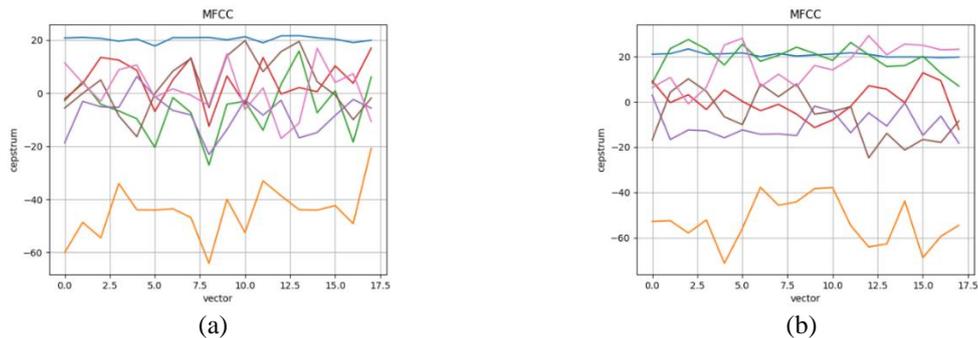
Pada percobaan 2 ini hanya dikurangi untuk nilai koefisien *cepstral* menjadi 7, hal ini dilakukan untuk mengurangi beban kerja dari sistem ANFIS. Kemudian parameter lain akan diatur *default* sesuai dengan yang telah ditentukan oleh modul MFCC. Bentuk grafik dari percobaan 2 adalah seperti Gambar 9.

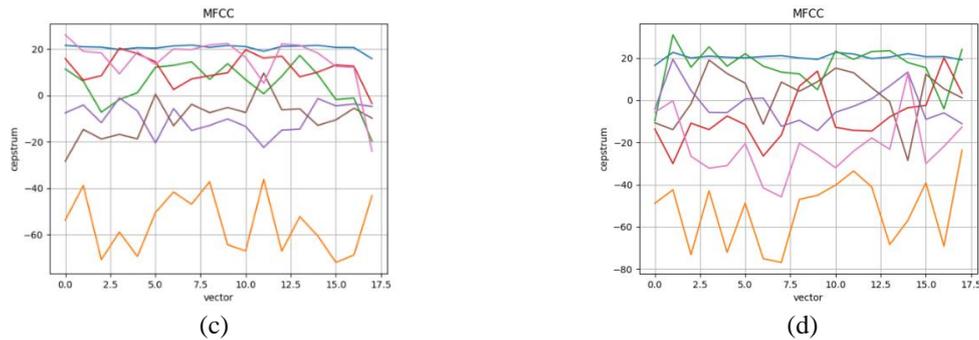


Gambar 9. Hasil ekstraksi percobaan 2 dialek (a) betawi, (b) ngapak, (c) sunda, (d) suroboyoan

3) Percobaan 3

Pada percobaan 3 ini jumlah koefisien *cepstral* dikurangi menjadi 7, agar mengurangi beban kerja pada saat menjadi parameter nilai dalam ANFIS. Kemudian parameter yang lain akan disamakan sesuai penelitian yang dilakukan oleh Rusydi Umar, Imam Riadi, dan Abdullah Hanif yang berjudul “*Analisis Bentuk Pola Suara Menggunakan Ekstraksi Ciri Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)*” dimana pada penelitian tersebut berhasil membedakan bentuk pola suara dari masing-masing sampel. Parameter yang digunakan adalah $Preemph = 0,99$, $Nfilt = 30$, $Winlen = 20$, dan $Lowfreq = 100$. Bentuk grafik dari percobaan 3 adalah seperti Gambar 10.

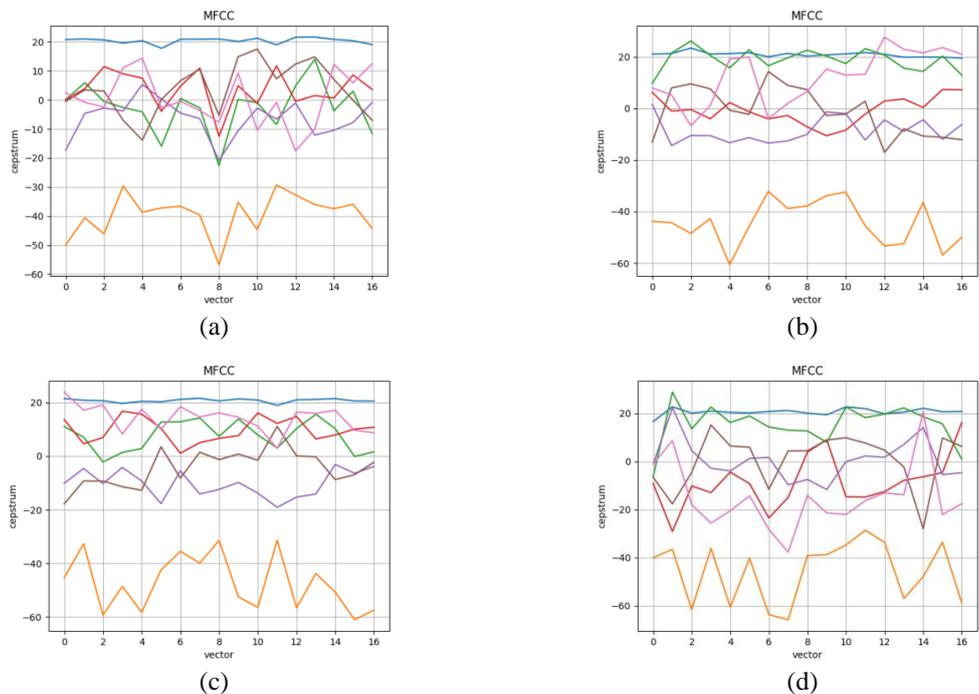




Gambar 10. Hasil ekstraksi percobaan 3 dialek (a) betawi, (b) ngapak, (c) sunda, (d) suroboyoan

4) Percobaan 4

Pada percobaan 4 ini jumlah koefisien *cepstral* dikurangi menjadi 7, agar mengurangi beban kerja pada saat menjadi parameter nilai dalam ANFIS. Kemudian parameter yang lain akan disamakan sesuai penelitian yang dilakukan oleh Siti Helmiyah, Abdul Fadlil, dan Anton Yudhana yang berjudul “*Pengenalan Pola Emosi Manusia Berdasarkan Ucapan Menggunakan Ekstraksi Fitur Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)*” dimana pada penelitian tersebut, MFCC mampu mengenali pola emosi manusia berdasarkan ucapan dari sampel yang ada. Parameter yang digunakan adalah $Preemph = 0,97$, $Nfilt = 20$, $Winlen = 25$, $Winstep = 10$, dan $Numcep = 7$. Bentuk grafik dari percobaan 4 adalah seperti Gambar 11.



Gambar 11. Hasil ekstraksi percobaan 4 dialek (a) betawi, (b) ngapak, (c) sunda, (d) suroboyoan

3.3. Training ANFIS

Proses *training* diawali dengan pembuatan *database training* yang digunakan untuk melatih sistem ANFIS agar mampu melakukan proses klasifikasi. Data yang dimasukkan kedalam *database training* ini adalah ketujuh ciri yang dihasilkan dari proses ekstraksi ciri menggunakan metode *Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)*. Kemudian setelah didapatkan *database training*, maka selanjutnya adalah melakukan proses *training*. Proses *training* ini memerlukan dua modul yaitu ANFIS dan *membership function*, dimana kedua modul ini telah tersedia pada *library python*. Proses pemanggilan *database* pada *training* ini menggunakan perintah :

```
ts = numpy.loadtxt("database_MFCC.txt",
usecols=[1,2,3,4,5,6,7,8])
X = ts[:,0:7]
Y = ts[:,7]
```

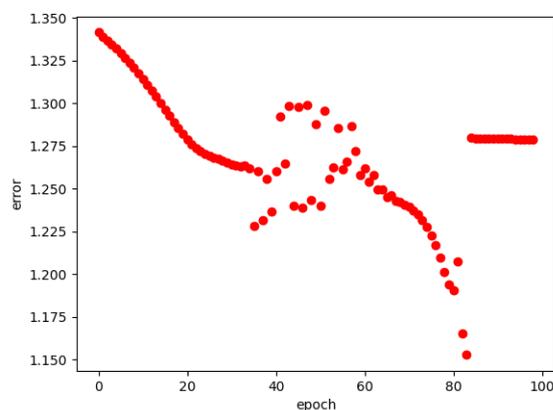
Dimana pada perintah tersebut, kolom yang akan digunakan pada *database* adalah dari kolom ke-1 sampai ke-8. Dan untuk *input* parameter *training* ditunjukkan pada variabel X, sedangkan variabel Y digunakan untuk menentukan *output* training ideal. Kemudian pada proses *training* ini menggunakan 2 *membership function* untuk tiap variabelnya. Dikarenakan keterbatasan komputasi menggunakan *python* dengan spesifikasi perangkat yang digunakan oleh penulis, maka ditentukan hanya menggunakan 2 *membership function*. Setelah ditentukan jenis *membership function*-nya selanjutnya adalah membuat FIS (*Fuzzy Inference System*) menggunakan modul ANFIS menggunakan perintah :

```
anf = ANFIS.ANFIS(X, Y, mfc)
anf.trainHybridJangOffLine(epochs=5)
```

Variabel *anf* menjadi parameter didalam program ANFIS ini. Pada modul ANFIS ini menggunakan metode pembelajaran *hybrid* yang merupakan metode pembelajaran yang terdiri dari dua bagian yaitu arah maju dan arah mundur. Dimana pada arah maju menggunakan metode LSE (*Least Square Estimator*) dan pada arah mundur menggunakan *backpropagation-error*.

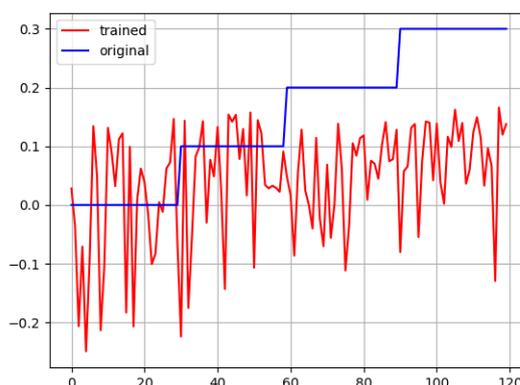
Proses *training* ini dilakukan dengan memasukan nilai *epoch* atau nilai iterasi. Nilai *epoch* adalah nilai iterasi atau pengulangan pada proses *training*, dimana pada setiap pengulangan akan dilakukan perubahan nilai bobot pada *neural network* untuk membuat sistem lebih mampu beradaptasi pada keluaran yang dikehendaki. Sejauh ini masih belum ditemukan metode yang mampu menentukan nilai *epoch* yang ideal pada suatu *neural networks*. Oleh karena itu penulis melakukan beberapa kali percobaan untuk menentukan nilai dari *epoch* yang ideal.

Pada percobaan pertama menggunakan 7 variabel input pada *database*, sistem memproses nilai *error* dengan sangat lama. Karena keterbatasan perangkat yang digunakan oleh penulis, maka menulis mencoba mengurangi parameter input menjadi 5. Dengan mengurangi jumlah variabel maka sistem bekerja dengan baik. Oleh karena itu nilai *epoch* yang akan dipilih menggunakan 5 variabel *input* saja, yaitu mulai dari kolom 0 hingga 5 pada variabel X. Pada percobaan ini penulis menentukan nilai *epoch* pada *training* diawali dengan 100. Kemudian akan dilihat titik mana nilai *error* yang paling kecil. Gambar plot nilai *error* dengan nilai *epoch* 100 dapat diamati pada Gambar 12.



Gambar 12. Plot data hasil training dengan nilai epoch 100

Dari percobaan dengan nilai *epoch* 100 yang ditampilkan pada Gambar 3.6 terlihat nilai *error* yang paling kecil terjadi ketika nilai *epoch* berada pada nilai 83 dengan nilai *error* sebesar 1,152809. Nilai yang cukup besar untuk sebuah nilai *error*, karena nilai *error* yang paling baik adalah yang mendekati 0. Dengan hasil yang muncul pada gambar, maka telah ditentukan nilai *epoch* yang akan digunakan pada saat proses *training* adalah sebesar 83. Plot data asli dan data *training* dengan nilai *epoch* 83 dapat diamati pada Gambar 13.



Gambar 13. Plot data asli dan data original dengan nilai epoch 83

Dari proses *training* ANFIS ini telah didapatkan sebuah sistem ANFIS yang akan digunakan sebagai alat klasifikasi dialek. Dimana pada keluaran dari sistem merupakan nilai yang bersifat *crisp*. Nilai *crisp* ini memiliki range antara 0 – 0,3 dan angka inilah yang akan digunakan sebagai penentu dari setiap dialek. Penentuan ini dilakukan dengan perintah :

```
anf_output = ANFIS.predict(anf, MFCC_mean)
if anf_output < 0:
    print("Others")
elif anf_output < 0.1:
    print("Betawi")
elif anf_output < 0.2:
    print("Sunda")
elif anf_output < 0.3:
    print("Banyumasan")
elif anf_output <= 0.4:
    print("Suroboyoan")
else
    print("Others")
```

maka bentuk kaidah dari perintah diatas adalah sebagai berikut:

- 1) $\infty - 0$ output adalah other
- 2) $0 < 0,1$ output adalah Betawi
- 3) $0,1 < 0,2$ output adalah Sunda
- 4) $0,2 < 0,3$ output adalah Banyumasan
- 5) $0,3 < 0,4$ output adalah Soroboyoan
- 6) $0,4 - \infty$ ouput adalah other

3.4. Pengujian Sistem ANFIS

Proses pengujian sistem ANFIS dilakukan dengan cara menjalankan program atau GUI pada *Python*. Selanjutnya dilakukan pengujian tingkat akurasi dari sistem. Pengujian dilakukan untuk mengetahui dari tingkat ketepatan sistem dalam mengklasifikasi dialek Betawi, Sunda, Banyumasan, dan Suroboyoan. Data *input* dari pengujian ini berupa 40 data suara yang terdiri dari 10 suara dari setiap dialek. Hasil dari nilai akurasi didapat dengan cara membandingkan jumlah nilai klasifikasi yang benar dengan jumlah seluruh data yang diuji. Nilai klasifikasi bernilai benar apabila hasil klasifikasi dari program sesuai dengan dialek yang sebenarnya, sedangkan nilai bernilai salah apabila hasil klasifikasi dari program tidak sama dengan dialek yang sebenarnya atau ketika program tidak dapat memasukan jenis dialek yang telah diklasifikasi ke salah satu dari empat dialek yang digunakan pada penelitian ini.

Setiap hasil data uji dialek menghasilkan nilai akurasi yang kurang dari 50%, dan total keakuratan kurang dari 50% hal ini bisa terjadi karena beberapa faktor yaitu :

1) Sedikitnya jumlah sampel yang digunakan

Pada penelitian ini 30 data digunakan untuk *training* dan 10 data digunakan untuk data uji. Semakin banyak sampel yang digunakan pada saat proses *training* maka akan semakin baik pula sistem dalam mengklasifikasikan suatu dialek.

2) Rendahnya jumlah variabel dari ekstraksi ciri

Default jumlah keluaran dari MFCC adalah 13 ciri yang dimana pada jumlah tersebut diatur pada parameter *numcep*. Penulis mencoba mengurangi jumlah keluaran MFCC menjadi 7 ciri dan mencobanya menjadi *database training*, tetapi muncul *error* pada sistem yang memberitahukan bahwasannya *memory* perangkat tidak mampu bekerja dengan jumlah variabel yang banyak. Oleh karena itu penulis mengurangi hanya 5 ciri saja yang digunakan.

3) Program ekstraksi ciri yang masi terdapat kekurangan

Penentuan nilai parameter pada modul MFCC dilakukan berdasarkan 4 percobaan dengan masing-masing percobaan berdasar pada peneliti sebelumnya yang telah mampu menggunakan MFCC sebagai model ekstraksi ciri. Tetapi pada saat parameter digunakan masih banyak nilai yang belum mencirikan dari dialek tersebut. Pengujian untuk penentuan parameter sebaiknya dilakukan dengan banyak percobaan dengan membandingkan perubahan dari masing-masing parameter.

4) Rendahnya jumlah *membership function* yang digunakan

Pada proses training ANFIS, penelitian ini hanya menggunakan 2 *membership function*. Hal ini dilakukan karena keterbatasan dari perangkat. Penulis telah mencoba dengan menambah jumlah *membership function* menjadi 4, tetapi muncul *error* pada saat sistem dijalankan. *Error* tersebut terjadi karena *memory* perangkat tidak bisa menampung tugas yang diberikan. 2 *membership function* terlalu sedikit untuk digunakan sebagai dasar klasifikasi.

5) Pengaturan nilai *membership function*

Pada skrip program, terdapat penentuan jenis *membership function* yang digunakan, pada penelitian ini menggunakan *membership function* tipe Gaussian. *Membership function* tipe Gaussian ini meminta 2 parameter untuk digunakan yaitu *mean* dan *sigma*. Nilai tersebut mempengaruhi *membership function* dalam mengelompokan data.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan hasil penelitian sebagai berikut :

1. Metode *Mel Frequency Cepstrums Coeffieicients* (MFCC) dapat memberikan nilai ciri yang berbeda pada setiap suara.
2. Nilai parameter yang digunakan pada metode MFCC mempengaruhi keluaran dari ekstraksi ciri MFCC.
3. Patameter MFCC yang digunakan pada penelitian ini adalah $Preemph = 0,99$, $Nfilt = 30$, $Nfft = 512$, $Winlen = 20ms$, $Winstep = 10ms$, $Numcep = 5$, dan $Lowfreq = 100$ mampu memberikan ciri yang berbeda pada setiap dialek.
4. Hasil ciri yang digunakan sebagai *database* adalah nilai rata-rata (*mean*) dari hasil matriks MFCC.
5. Jumlah sampel yang digunakan untuk *training*, jumlah variabel, serta jumlah *membership function* yang digunakan dalam pembuatan ANFIS berbanding lurus dengan nilai akurasi dari klasifikasi.
6. Sistem ANFIS yang dibuat pada penelitian ini menghasilkan nilai akurasi rata-rata sebesar 32,5% (30% untuk Betawi, 50% untuk Sunda, 30% untuk Banyumasan, dan 20% untuk Suroboyoan).
7. Pada sistem ANFIS belum tercapai target yang diharapkan yaitu nilai akurasi rata-rata diatas 80%. Sehingga sistem ANFIS yang dibuat pada penelitian ini dikatakan belum ideal.
- 8.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Peneliti banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS, 2017. *Jumlah Pulau di Indonesia Menurut Provinsi*, Jakarta: Badan Pusat Statistika.
- [2] Dharma, A., 2011. *Pembinaan dan Pengembangan Bahasa Daerah*. Semarang, Pusat Program Bahasa Universitas Diponegoro.
- [3] Ashari, A., 2020. BOBO.id. [Online] Available at: <https://bobo.grid.id/read/082008972/pulau-jawa-pulau-paling-banyak-penduduknya-di-dunia-pulau-apalagi-yang-banyak-penduduknya?page=all> [Accessed 30 April 2020].
- [4] Adi, M. R., Osmond, A. B. & Prasasti, A. L., 2019. Penentuan Dialek Jawa Menggunakan Metode Deep Neural Network. *e-Proceeding of Engineering*, Volume 6, pp. 5637-5647.
- [5] Helmiyah, S., Fadil, A. & Yudhana, A., 2018. Pengenalan Pola Emosi Manusia Berdasarkan Ucapan Menggunakan Ekstraksi Fitur Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC). *Cogito Smart*, 4(2), pp. 372-381.
- [6] Putra, R. M., 2021. Pengenalan Dialek Di Sumatera Selatan Menggunakan Algoritma Deep Neural Network. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Avoer 13*. Universitas Sriwijaya
- [7] Brunet, Kevin et. all.. 2013. Speaker Recognition for Mobile User Authentication: An Android Solution. 8ème Conférence sur la Sécurité des Architectures Réseaux et Systèmes d'Information (SAR SSI).

Evaluasi Tingkat Kualitas Pencahayaan Pada Gedung Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Muhammad Yusuf¹, Winarso²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 12 Januari 2022
Direvisi, 17 Juni 2022
Diterima, 5 Desember 2022

Kata Kunci:

Dialux, luxmeter, LED, armatur, pencahayaan

INTISARI

Intensitas pencahayaan yang baik dapat mempengaruhi kualitas kinerja dalam beraktivitas, pencahayaan yang kurang tepat juga dapat menyebabkan tekanan secara mental terhadap pengguna ruangan, gangguan pada mata, dan gangguan pada tubuh. Penelitian ini dibuat untuk menganalisa kebutuhan dan kesesuaian kualitas cahaya dengan melakukan perhitungan jenis lampu, pengukuran luxmeter dan visualisasi menggunakan Dialux. Dialux merupakan perangkat lunak untuk simulasi, visualisasi, dan menganalisis kinerja sistem pencahayaan di lokasi geografis dan lingkungan objek tertentu, dengan hasil situasi pencahayaan yang optimal. Saat penelitian intensitas pencahayaan pada ruangan di gedung Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan salah satunya pada ruangan laboratorium pengembangan yang didapatkan hasil perhitungan 86,66 lux, pengukuran luxmeter 83,44 lux, dan hasil analisa dialux 109 lux hal ini dikarenakan adanya penyusutan pada lampu yang terpasang, serta kurangnya armatur, dan titik lampu sehingga intensitas pencahayaan belum memenuhi Standar Nasional Indonesia ruang laboratorium sebesar 500 lux. Maka solusinya dibuatkan desain rekomendasi yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia. Salah satu desain rekomendasi yang dibuat pada ruang laboratorium pengembangan diperoleh hasil sebesar 561 lux menggunakan jenis lampu Meval LED Tube 22 Watt. Dikarenakan indeks pada setiap ruangan berbeda maka saat menentukan titik lampu harus dibulatkan sesuai dengan kebutuhan ruangan.

ABSTRACT

Good lighting intensity can affect the quality of performance in activity, improper lighting can also cause mental stress on room users, eye disorders, and disorders of the body. This research was created to analyze the needs and suitability of light quality by performing calculations of lamp types, luxmeter measurements and visualization using Dialux. Dialux is software for simulating, visualizing, and analyzing the performance of lighting systems in geographic locations and environments of specific objects, with optimal lighting situation results. When researching the intensity of lighting in the room in the Building of the Faculty of Teacher Training and Education, one of them in the development laboratory room obtained the results of calculations of 86.66 lux, measurement of luxmeter 83.44 lux, and the results of 109 lux dialux analysis, this is due to shrinkage in the installed lamp, as well as the lack of armature, and lamp point so that the intensity of lighting has not met the Indonesian National Standard of laboratory space of 500 lux. So the solution was made a design recommendation that refers to the Indonesian National Standard. One of the design recommendations made in the development laboratory room obtained results of 561 lux using a type of Meval LED Tube lamp 22 Watts. Because the index in each room is different, when determining the light point must be rounded according to the needs of the room.

Keyword:

Dialux, luxmeter, LED, armature, lighting

Korespondensi Penulis:

Muhammad Yusuf

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto

JL. Raya Dukuwaluh, Purwokerto, 53182

Email: muhammadyusuf9975@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Suatu ruangan yang pencahayaan baik dapat mempengaruhi optimalnya proses belajar mengajar. Dengan pencahayaan yang baik maka terciptanya perasaan yang nyaman. Sedangkan sebaliknya apabila pencahayaan pada ruang kelas tidak baik maka menyebabkan perasaan yang tidak nyaman. pencahayaan yang kurang tepat juga dapat menyebabkan tekanan secara mental terhadap pengguna ruangan, gangguan pada mata, dan gangguan pada tubuh. Oleh karena itu, intensitasi pencahayaan di dalam ruangan perlu diatur untuk menghasilkan kebutuhan penglihatan. Sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) [1].

Sistem pencahayaan yang baik adalah sistem pencahayaan yang sesuai dengan kebutuhan aktifitas rutin setiap hari seperti pekerjaan perkantoran, bengkel, pendidikan dan lainnya. Sistem pencahayaan yang baik merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan kenyamanan, produktifitas dan kontinuitas kerja. Pada umumnya sumber pencahayaan yang baik berasal dari sinar matahari maupun penerangan buatan dari lampu. [2].

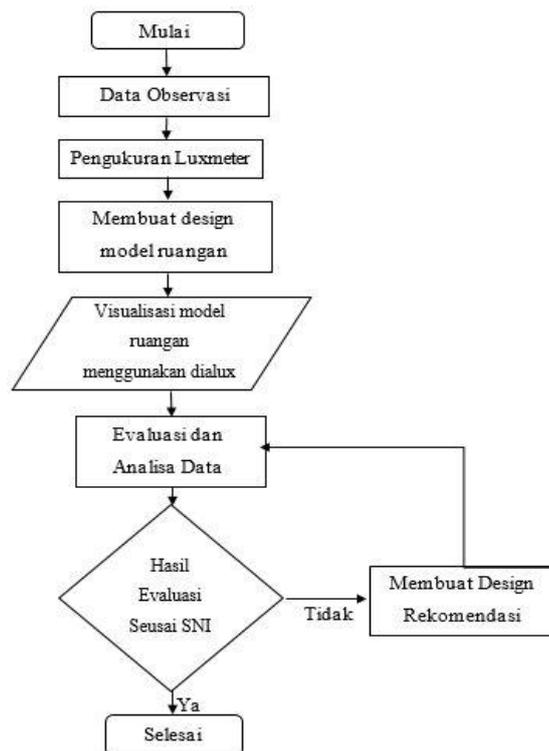
Banyaknya pencahayaan dan kualitasnya pada suatu ruangan dapat mempengaruhi kinerja dan kenyamanan pengguna, misalnya kebutuhan intensitas cahaya untuk membaca dan melukis pasti berbeda. Pencahayaan berlebih ataupun kurang menyebabkan produktifitas kerja terganggu. Semua aktifitas pekerjaan kerja oleh manusia membutuhkan cahaya untuk berfungsi dengan baik. Jika pencahayaan di dalam ruangan tidak sesuai dengan standar pencahayaan, maka akan menurunkan tingkat kinerja dan produktivitas manusia di dalamnya [3].

Berbagai cara untuk mendesain sistem pencahayaan agar lebih baik dilakukan oleh perencana suatu bangunan, misalnya dengan software DIALux. DIALux adalah perangkat lunak komputer untuk simulasi dan visualisasi pencahayaan di suatu lingkungan. Studi pencahayaan di Indonesia menggunakan Dialux karena gratis dan relatif mudah digunakan. Software DIALux memudahkan perencana untuk menciptakan lingkungan virtual baik siang hari maupun malam hari dengan cahaya buatan serta mensimulasikan bangunan, ruangan, dan menganalisis kinerja sistem pencahayaan di lokasi geografis dan lingkungan objek tertentu. Keluaran software DIALux berupa angka, grafik, dan gambar dan dapat memberikan gambaran yang cukup untuk menggambarkan situasi pencahayaan yang optimal [4].

Penelitian intensitas pencahayaan ini dilakukan pada gedung FKIP Universitas Muhammadiyah Purwokerto dengan menggunakan dua metode yaitu dengan metode pengukuran dan pengamatan (observasi) di lapangan dan dengan metode visualisasi menggunakan aplikasi DIALux yaitu sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi pencahayaan, dalam ruangan maupun luar ruangan, pencahayaan alami maupun buatan.

2. METODE PENELITIAN**2.1. Diagram Alur (Flowchart) Penelitian**

Diagram alur atau flowchart sistem nantinya akan menggambarkan lebih detail tentang pembuatan penelitian ini. Diagram alir proses penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur (Flowchart) Penelitian

Dalam melakukan pembuatan penelitian ini perlu adanya rancangan jadwal pelaksanaan kegiatan, agar mampu memaksimalkan waktu supaya lebih efisien dan efektif. Kegiatan penelitian diawali dengan mempelajari literatur perancangan intensitas cahaya yang bersumber dari buku, jurnal, penelitian terdahulu dan artikel-artikel di internet, kemudian melakukan pengukuran langsung besaran seperti luas ruangan, spesifikasi lampu (jenis lampu, titik lampu, banyaknya lampu yang berfungsi) dan mengukur pencahayaan yang ada di ruangan menggunakan alat luxmeter. Penelitian dilanjutkan dengan evaluasi tingkat kualitas cahaya dengan software dialux dan kualitas armatur dan lampu berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Kegiatan penelitian diakhiri dengan kegiatan penyusunan laporan berdasarkan data dan evaluasi yang telah dilakukan.

2.2. Standar Pencahayaan

Sistem pencahayaan untuk gedung yang diberlakukan di negara kita adalah berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) [5]. Intensitas cahaya dalam ruangan dipengaruhi oleh kondisi ruangan, warna ruangan, fungsi ruangan serta sumber cahaya. Pencahayaan akan berkurang intensitasnya seiring dengan lama pemakaian, hal ini dipengaruhi oleh umur lampu dan warna ruangan yang semakin pudar, sehingga untuk menjaga intensitas pencahayaan suatu ruangan harus selalu dievaluasi dengan mengukur intensitas cahaya dengan luxmeter. Tabel 1 memperlihatkan standar pencahayaan berdasarkan SNI.

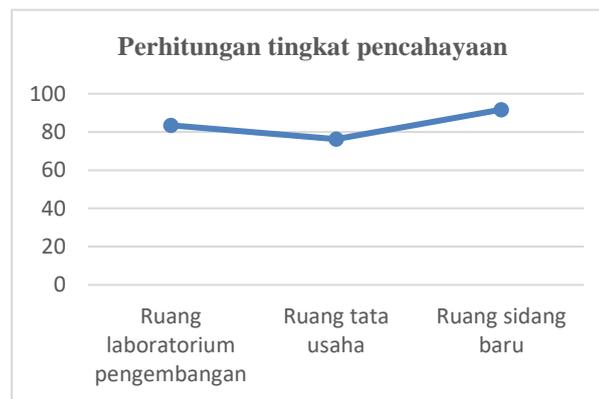
	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok rederasi warna	Keterangan
Ruang Kelas	250	1 atau 2	
Perpustakaan	300	1 atau 2	
Laboratorium	500	1	
Ruang Gambar	750	1	Pencahayaan setempat pada meja.
Kantin	200	1	
Ruang Praktik Komputer	500	1 atau 2	armatur berkisi untuk mencegah silau akibat pantulan layar monitor

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi pencahayaan pada penelitian ini pada gedung FKIP yang sudah lama digunakan karena ada indikasi terjadi penurunan intensitas penerangan. Penelitian ini dimulai dengan membuat permodelan ruang, beserta variabel menggunakan *software* DIALux v.4.12. Permodelan ruangan dibuat sesuai dengan kondisi sebenarnya seperti luas ruangan, penempatan armatur, jenis armatur dan tinggi armatur. Penelitian ini difokuskan pada pengujian kualitas pencahayaan berdasarkan Standar Nasional Indonesia dengan pencahayaan yang ideal pada masing-masing gedung atau ruangan. Gedung yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah gedung FKIP Universitas Muhammadiyah Purwokerto dikarenakan penelitian ini difokuskan pada beberapa sampel ruangan yang berbeda.

3.1. Perhitungan Tingkat Pencahayaan

Pencahayaan yang baik ruang laboratorium PGSD sangat diperlukan untuk menunjang kegiatan praktikum sehingga diperlukan evaluasi intensitas pencahayaan seperti pada gambar 2, berikut ini :

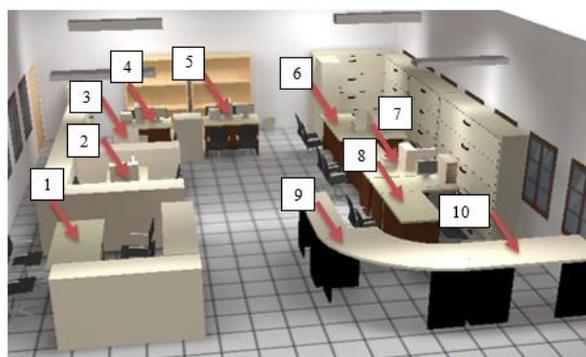


Gambar 2. Grafik perhitungan tingkat pencahayaan

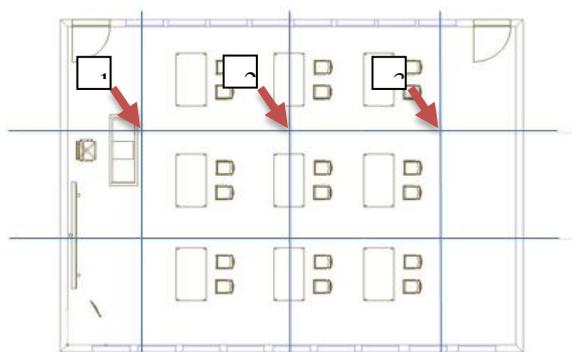
Pengukuran intensitas pencahayaan dilakukan pada ruang laboratorium, tata usaha dan ruang sidang baru. Dari hasil observasi diketahui bahwa ruangan-ruangan tersebut menggunakan lampu *Flouresen* TL 18 watt tanpa armatur, penempatan lampu yang tidak merata dan lampu banyak yang sudah mati. Dari hasil pengukuran diketahui bahwa intensitas pencahayaan kurang dari 100 lux dan tidak memenuhi standar pencahayaan berdasarkan SNI.

3.2. Hasil pengukuran Setempat dan Umum

Evaluasi sistem pencahayaan dapat diketahui dengan melakukan pengukuran kuat cahaya pada ruangan. Pengukuran dapat dilakukan dengan menempatkan alat ukur cahaya pada beberapa lokasi yang dikehendaki pada ruangan tersebut, seperti ditunjukkan pada gambar 3 dan 4.



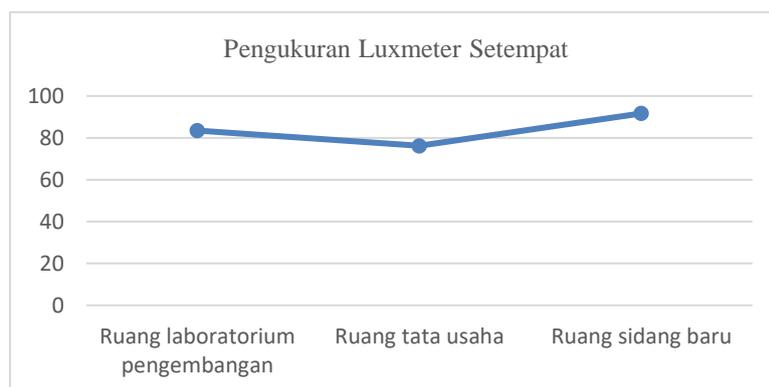
Gambar 3. Penempatan luxmeter diatas bidang kerja



Gambar 4. Penempatan titik luxmeter penerangan umum

3.2.1. Pengukuran Penerangan Setempat

Penerangan setempat yaitu pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui intensitas pencahayaan pada benda-benda, obyek kerja, peralatan atau mesin dan area kerja tertentu dimana aktivitas yang dilakukan membutuhkan intensitas pencahayaan yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini pengukuran setempat dilakukan pada beberapa ruang kuliah, ruang dosen, laboratorium, dan ruang tata usaha dengan obyek berupa meja kerja, meja kuliah, dan beberapa meja serta peralatan laboratorium. Gambar 5. berikut menunjukkan hasil pengukuran ruangan setempat.

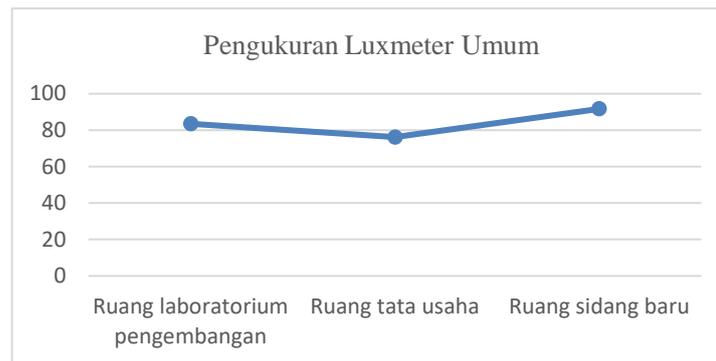


Gambar 5. Pengukuran penerangan setempat

Hasil pengukuran penerangan setempat pada ruang laboratorium pengembangan PGSD dan PBI adalah tidak sama tingkat intensitas pencahayaannya dikarenakan luas ruangan yang berbeda, jenis armatur yang tidak sama, jumlah titik lampu berbeda dan banyak lampu yang sudah berumur, sebagai contoh jenis lampu yang digunakan pada ruangan tata usaha adalah lampu *Flouresen TL-D 36* watt dan ruangan sidang baru adalah jenis lampu *Meval LED 18* watt. Berdasarkan gambar 5., hasil pengukuran setempat intensitas pencahayaan pada ruangan laboratorium pengembangan adalah 56 lux, ruang tata usaha sebesar 45,97 lux dan pada ruang sidang baru 91,66 lux, sehingga hasil pengukuran penerangan setempat pada setiap ruangan belum memenuhi Standar Nasional Indonesia. Solusinya adalah dengan menambahkan titik lampu, armatur, dan mengganti jenis lampu pada ruangan tersebut agar pencahayaan yang didapat sesuai dengan kebutuhan pada setiap ruangan.

3.2.2. Pengukuran Penerangan Umum

Penerangan umum adalah titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruang pada setiap jarak tertentu yang diukur pada tinggi satu meter dari lantai. Jumlah titik pengukuran dihitung dengan mempertimbangkan bahwa satu titik pengukuran mewakili area maksimal 3 m² dikarenakan luas ruangan 10m² sampai 100 m². Dari penjelasan tersebut didapatkan nilai pengukuran seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Pengukuran penerangan umum

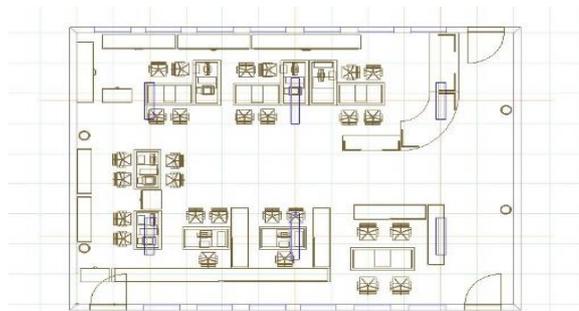
Pengukuran intensitas penerangan umum pada ruang tata usaha, ruang laboratorium, ruang sidang baru dan ruang dosen mempunyai hasil yang berbeda-beda, misalnya pada ruangan tata usaha sebesar 51 lux, ruang sidang baru 76,22 lux, ruang laboratorium pengembangan PGSD dan PBI 83,44 lux dan laboratorium matematika adalah 64 lux. Berdasarkan gambar 6 tersebut bahwa intensitas pencahayaan tidak sama karena luas ruangan, jenis armatur, jumlah armatur, jenis lampu dan pencahayaan alami yang tidak sama, sehingga hasil pengukuran penerangan umum pada setiap ruangan belum memenuhi Standar Nasional Indonesia. Solusinya adalah dengan menambahkan titik lampu, armatur, dan mengganti jenis lampui pada ruangan tersebut agar pencahayaan yang didapat sesuai dengan kebutuhan setiap ruangan.

3.3. Visualisasi dan Evaluasi setiap ruangan menggunakan Dialux

Evaluasi sistem pencahayaan pada Gedung FKIP dapat dicapai dengan baik yaitu dengan membuat visualisasi ruangan sesuai dengan lapangan. Visualisasi ini meliputi ruangan-ruangan seperti dibawah ini :

3.3.1. Ruang tata usaha

Ruang tata usaha pada gedung E dengan luas 108,00 m². Panjang ruangan 9 meter, lebar 12 meter, tinggi 3,8 meter. Pada penelitian ini akan menampilkan visualisasi ruang tata usaha dengan hasil simulasi dialux yang meliputi desain 2D, desain 3D, dan hasil evaluasi yang terdapat pada ruang tata usaha dengan tinggi 3,8 meter.

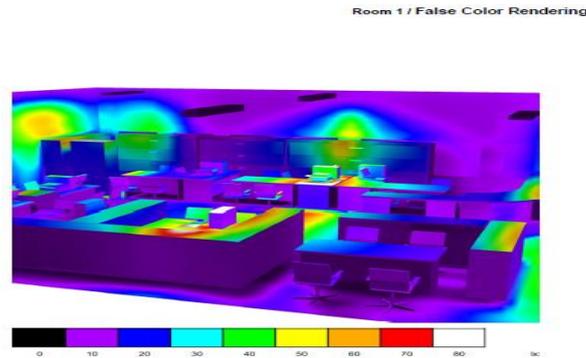


Gambar 7. Tampilan desain 2D visualisasi ruang tata usaha

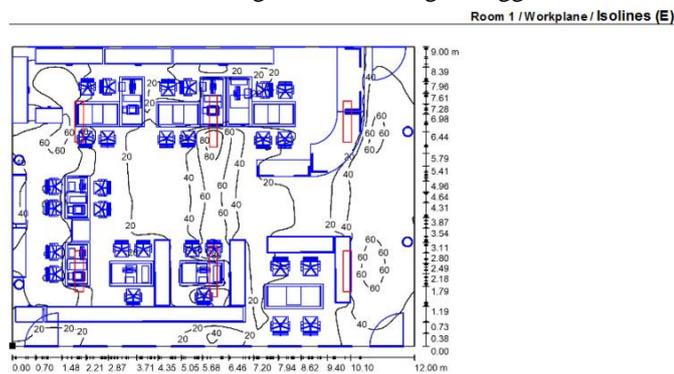


Gambar 8. Tampilan desain 3D visualisasi ruangan tata usaha dengan tinggi 3,8 meter

Seperti yang terlihat pada Gambar 7 dan Gambar 8 ruang tata usaha yang terletak pada gedung E menggunakan 6 buah lampu pada titik penerangan, kemudian peneliti akan menampilkan hasil evaluasi ruang tata usaha pada kondisi lampu menyala.



Gambar 9. Evaluasi 3D ruang tata usaha dengan tinggi 3,8 meter

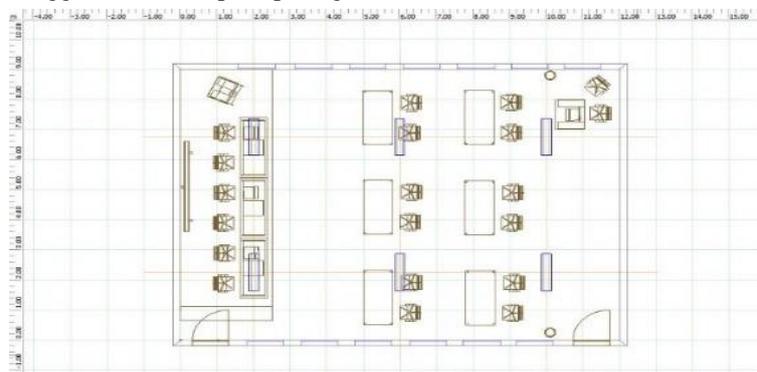


Gambar 10. Evaluasi floor plane ruang tata usaha dengan tinggi 3,8 meter

Berdasarkan hasil visualisasi ruang tata usaha pada gedung E Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan seperti pada gambar 9., dapat diketahui bahwa tingkat pencahayaan ruang tata usaha tidak mencapai 350 lux. Dari gambar 10 evaluasi *floor plane* menampilkan tingkat pencahayaan untuk ruang tata usaha nilai tertinggi adalah 80 lux dan berdasarkan perhitungan luminasi ruang tata usaha dengan tinggi 3,8 meter didapat rata-rata 96 lux. Dengan itu dapat diketahui bahwa pada ruang tata usaha belum memenuhi Standar Nasional Indonesia dikarenakan adanya penyusutan pada lampu yang terpasang serta kurangnya armatur dan titik lampu. Solusinya adalah dengan menambahkan penempatan titik lampu dan armatur lampu pada ruangan tersebut agar pencahayaan yang didapat sesuai dengan kebutuhan ruangan.

3.3.2. Ruang Sidang Baru

Ruang sidang baru pada gedung E mempunyai panjang ruangan 9 meter, lebar 12 meter, tinggi 3,8 meter atau dengan luas 108,00 m². Pada penelitian ini akan menampilkan visualisasi ruang sidang baru dengan hasil simulasi dialux yang meliputi desain 2D, desain 3D, dan hasil evaluasi yang terdapat pada ruang sidang baru dengan tinggi 3,8 meter seperti pada gambar 11.

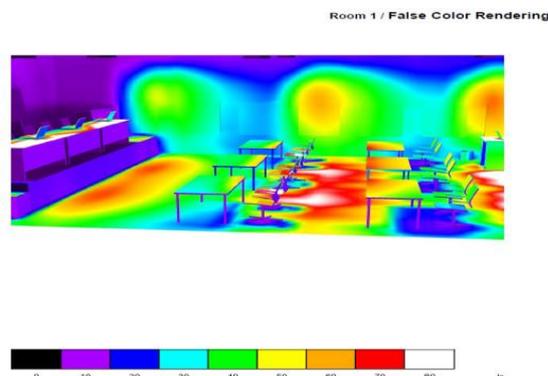


Gambar 11. Tampilan desain 2D visualisasi ruang sidang baru

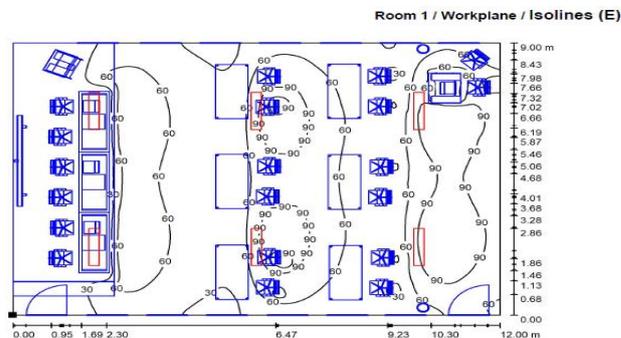


Gambar 12 . Tampilan desain 3D visualisasi ruang sidang baru

Seperti yang terlihat pada Gambar 11 dan Gambar 12 ruang sidang baru yang terletak pada gedung E menggunakan 12 buah lampu pada titik penerangan, kemudian peneliti akan menampilkan hasil evaluasi ruang sidang baru pada kondisi lampu menyala.



Gambar 13. Evaluasi 3D Ruang Sidang Baru dengan tinggi 3,8 meter

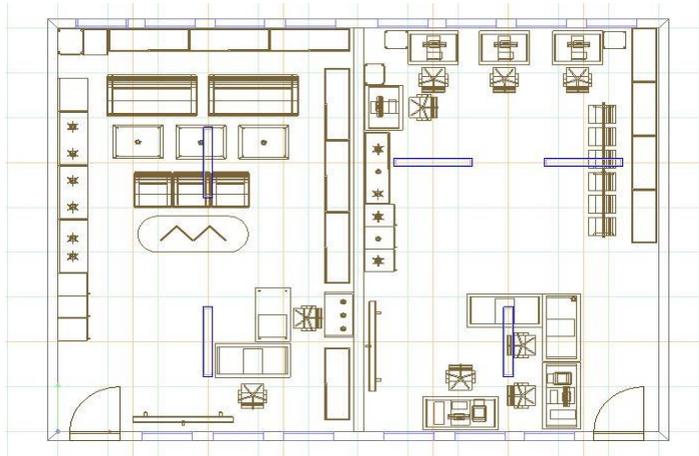


Gambar 14. Evaluasi Floor Plane Ruang Sidang Baru dengan tinggi 3,8 meter

Berdasarkan hasil visualisasi ruang sidang baru gedung E Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan seperti pada gambar 12., dapat diketahui bahwa tingkat pencahayaan ruang tata usaha tidak mencapai 300 lux. Dari gambar 13, evaluasi *floor plane* menampilkan tingkat pencahayaan untuk ruang tata usaha nilai tertinggi adalah 121. Dengan itu dapat diketahui bahwa pada ruang sidang baru belum memenuhi Standar Nasional Indonesia dikarenakan adanya penyusutan pada lampu yang terpasang serta kurangnya armatur dan titik lampu. Solusinya adalah dengan menambahkan penempatan titik lampu dan armatur lampu pada ruangan tersebut agar pencahayaan yang didapat sesuai dengan kebutuhan ruangan.

3.3.3. Ruang Laboratorium pengembangan

Ruang laboratorium pengembangan PGSD PBI pada gedung F dengan luas 108,00 m². Panjang ruangan 9 meter, dengan lebar ruangan 12 meter yang dibagi menjadi 2 ruangan masing-masing lebar ruangan 6 meter dengan tinggi 3,5 meter. Pada penelitian ini akan menampilkan visualisasi ruang sidang baru dengan hasil simulasi dialux yang meliputi desain 2D, desain 3D, dan hasil evaluasi yang terdapat pada ruang laboratorium pengembangan PGSD PBI dengan tinggi 3,5 meter seperti gambar 15 dan 16.

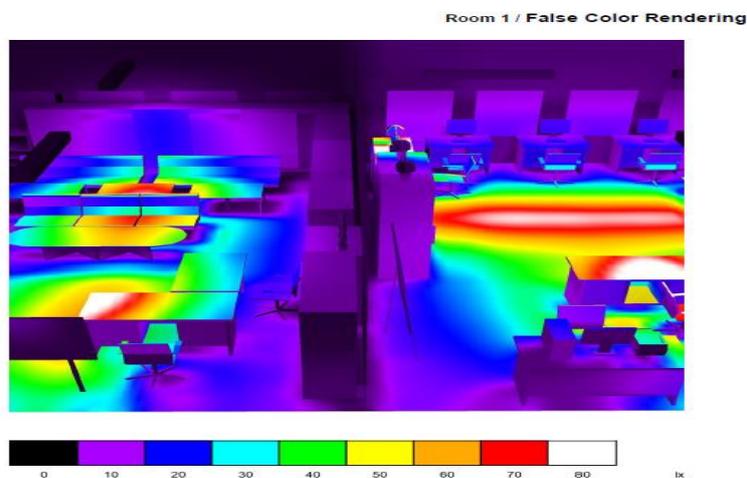


Gambar 15. Tampilan desain 2D ruang laboratorium pengembangan

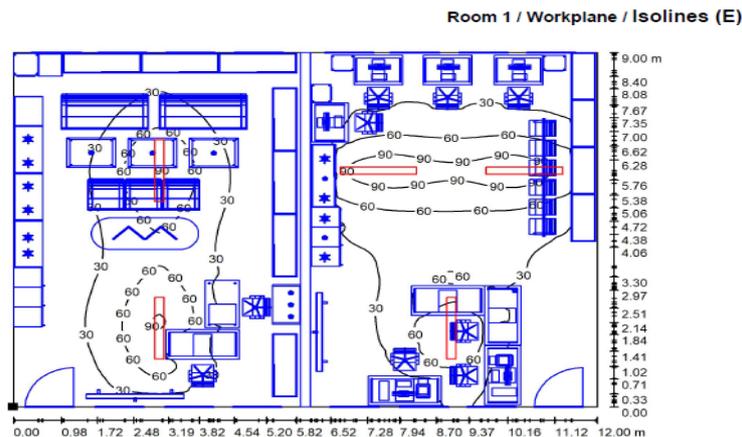


Gambar 16. Tampilan desain 3D ruang laboratorium pengembangan

Seperti yang terlihat pada gambar 15 dan gambar 16 pada ruang laboratorium pengembangan PGSD PBI gedung F menggunakan 6 buah lampu pada titik penerangan, kemudian peneliti akan menampilkan hasil evaluasi ruang tata usaha pada kondisi lampu menyala.



Gambar 17. Evaluasi 3D ruang laboratorium pengembangan dengan tinggi 3,5 meter



Gambar 18. Evaluasi floor plane ruang laboratorium pengembangan dengan tinggi 3,5 meter

Berdasarkan hasil visualisasi ruang laboratorium pengembangan PGSD PBI gedung F, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan seperti pada gambar 17., dapat diketahui bahwa tingkat pencahayaan ruang tata usaha tidak mencapai 500 lux. Dari gambar 18, evaluasi *floor plane* menampilkan tingkat pencahayaan untuk ruang tata usaha nilai tertinggi adalah 90 lux dan berdasarkan perhitungan luminasi ruang laboratorium pengembangan dengan tinggi 3,5 meter didapat rata-rata 109 lux. Dengan itu dapat diketahui bahwa pada ruang tata usaha belum memenuhi Standar Nasional Indonesia dikarenakan adanya penyusutan pada lampu yang terpasang serta kurangnya armatur dan titik lampu. Solusinya adalah dengan menambahkan penempatan titik lampu dan armatur lampu pada ruangan tersebut agar pencahayaan yang didapat sesuai dengan kebutuhan ruangan.

3.4. Desain rekomendasi pencahayaan

3.4.1 Klasifikasi data desain rekomendasi ruang tata usaha

- Memilih jenis lampu yang akan digunakan pada ruangan
Sistem pencahayaan pada gedung FKIP dapat diperbaiki dengan meenentukan sumber cahaya yang berkualitas misalnya menggunakan lampu Philips TLD SPR 36 Watt. Intensitas penerangan ruangan berdasarkan SNI sebesar 350 lux Flux cahaya pada lampu sebesar 3250 Lumen
- Memilih faktor depresiasi Faktor depresiasi (kd) pada ruangan tata usaha ini yaitu 0.8
- Menentukan faktor refleksi berdasarkan warna langit langit dan dinding
Refleksi langit langit (rp) = 0.7
Refleksi dinding (rw) = 0.5
Refleksi lantai (rm) = 0.5
- Memilih indeks ruangan Lampu yang akan dipasang pada langit langit, dan terdapat bidang kerja berupa meja dan kursi. $h = 3,04$

$$k = \frac{12 \times 9}{(12 \times 9) 3,04} = 2,74 \dots \dots \dots (1)$$

- Menentukan nilai koefisien penggunaan (kp). Dari perhitungan indeks ruangan maka di dapatkan nilai faktor utility (kp). di dapatkan nilai :

$$k1 = 2,5 \qquad \qquad \qquad kp1 = 0,59$$

$$k2 = 3 \qquad \qquad \qquad kp2 = 0,61$$

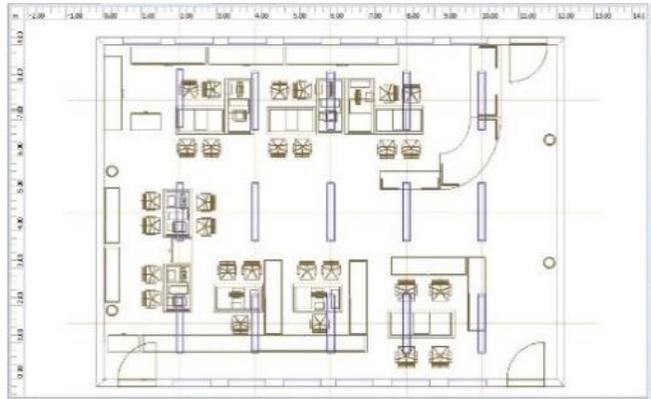
dari persamaan diatas di dapatkan nilai kp seperti berikut :

$$kp = 0,59 + \frac{2,74-2,5}{3-2,5} (0,61 - 0,59) = 0,604 \dots \dots \dots (2)$$

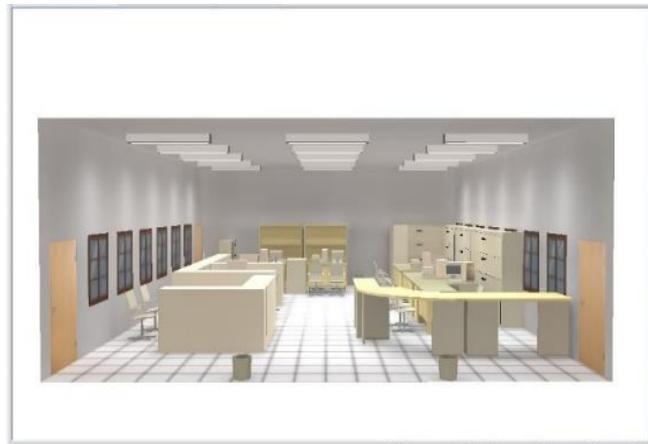
- Menentukan jumlah titik lampu ruang tata usaha seperti berikut :

$$n = \frac{350 \times 108}{6500 \times 0,6 \times 0,8} = 12,11 \dots \dots \dots (3)$$

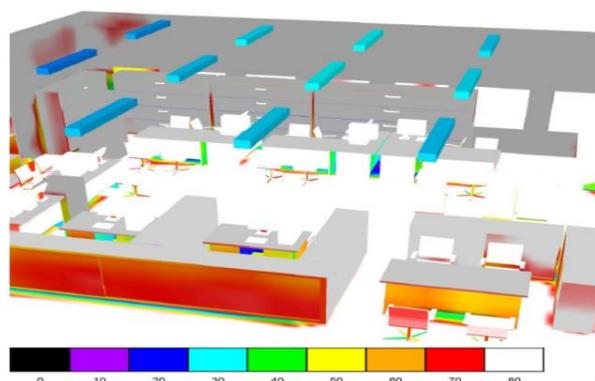
Jika dilihat dari kebutuhannya pencahayaan pada ruang tata usaha membutuhkan 15 titik lampu agar intensitas pencahayaan yang di inginkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Berikut tampilan desain rekomendasi pencahayaan ruang tata usaha



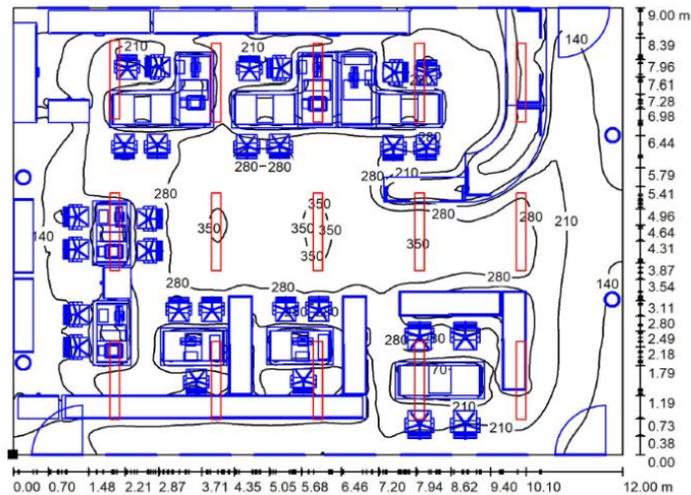
Gambar 19. Tampilan desain rekomendasi 2D visualisasi ruang tata usaha



Gambar 20. Desain rekomendasi 3D visualisasi ruang tata usaha h = 3,8 meter



Gambar 21. Evaluasi 3D visualisasi ruang tata usaha dengan tinggi 3,8 meter



Gambar 22. Rekomendasi floor plane visualisasi ruang tata usaha dengan tinggi 3,8 meter

Dari hasil desain rekomendasi yang sudah dibuat dengan menambahkan titik lampu, armatur, dan mengganti jenis lampu dapat diketahui bahwa pada setiap ruangan mempunyai kualitas tingkat pencahayaan yang berbeda dikarenakan indeks pada setiap ruangan yang berbeda sehingga di dapatkan beberapa titik lampu yang dibulatkan sesuai dengan kebutuhan setiap ruangan. Sebelum dilakukan evaluasi rata-rata lux yang dihasilkan pada ruangan tata usaha sebesar 96 lux menggunakan jenis lampu Fluoresen TL-D 18 watt. Kemudian pada saat dilakukan evaluasi dengan menggunakan jenis lampu philips TLD SPR 36 watt didapat hasil lux yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia sebesar 365 lux.

3.4.2. Klasifikasi data desain rekomendasi ruang sidang baru

- Memilih armatur dan jenis sumber cahaya untk ruangan sidang baru
Sistem pencahayaan pada gedung dapat diperbaiki dengan meenentukan sumber cahaya yang berkualitas misalnya menggunakan lampu LED 22 Watt. Intensitas penerangan ruangan berdasarkan SNI sebesar 300 lux. Flux cahaya pada lampu sebesar 2640 Lumen
- Menentukan faktor depresiasi Faktor depresiasi (kd) pada ruangan sidang baru ini yaitu 0.8
- Menentukan faktor refleksi berdasarkan warna langit langit dan dinding
Refleksi langit langit (r_p) = 0.7
Refleksi dinding (r_w) = 0.5
Refleksi lantai (r_m) = 0.5
- Menentukan indeks ruangan Lampu yang akan dipasang pada langit langit, dan terdapat bidang kerja berupa meja dan kursi. $h = 3,04$.

$$k = \frac{12 \times 9}{(12 \times 9)3,04} = 2,74 \dots\dots\dots (4)$$

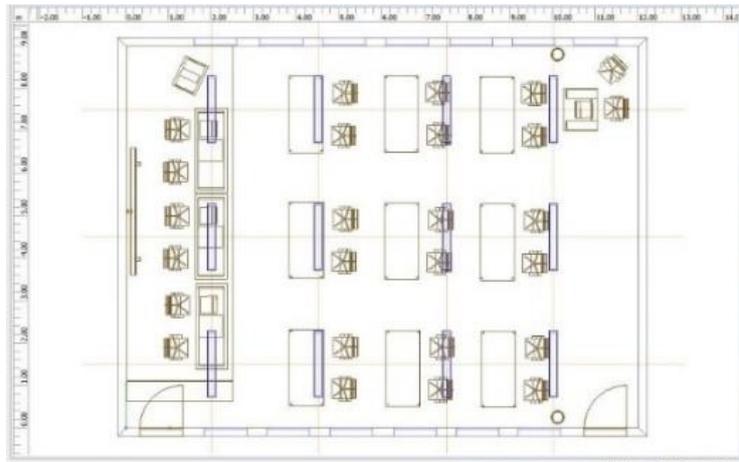
- Menentukan nilai koefisien penggunaan (k_p)
 $k_1 = 2,5$ $k_{p1} = 0,59$
 $k_2 = 3$ $k_{p2} = 0,61$
dari persasmaan diatas di dapatkan nilai k_p seperti berikut :

$$k_p = 0,59 \frac{2,74 \times 2,5}{3 \times 2,5} (0,61 - 0,59) = 0,604 \dots\dots\dots (5)$$

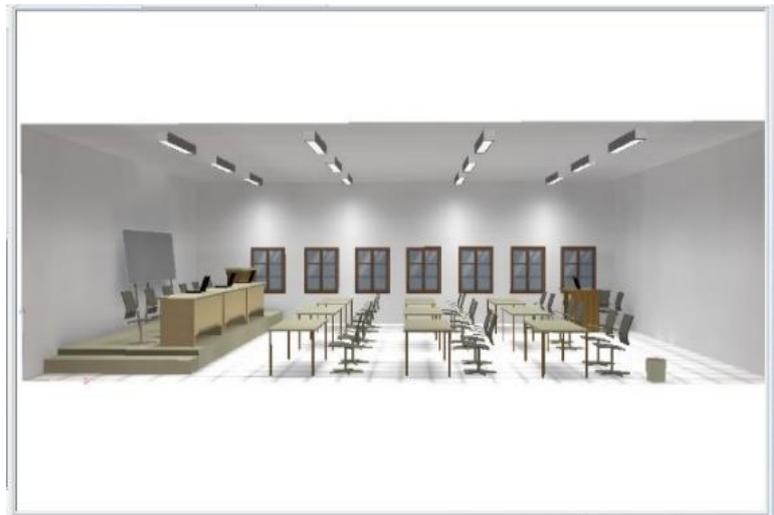
- Menentukan jumlah titik lampu ruang sidang baru

$$n = \frac{300 \times 108}{300 \times 0,6 \times 0,8} = 12,78 \dots\dots\dots (6)$$

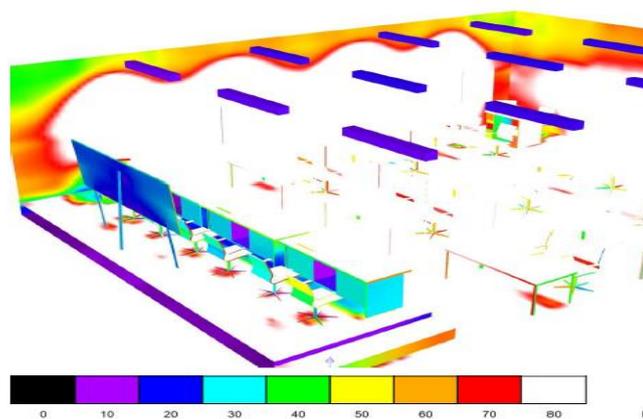
Jika dilihat dari kebutuhannya pencahayaan pada ruang sidang baru membutuhkan 12 titik lampu agar intensitas pencahayaan yang di inginkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Berikut tampilan desain rekomendasi pencahayaan ruang sidang baru seperti pada gambar 23 dan 24.



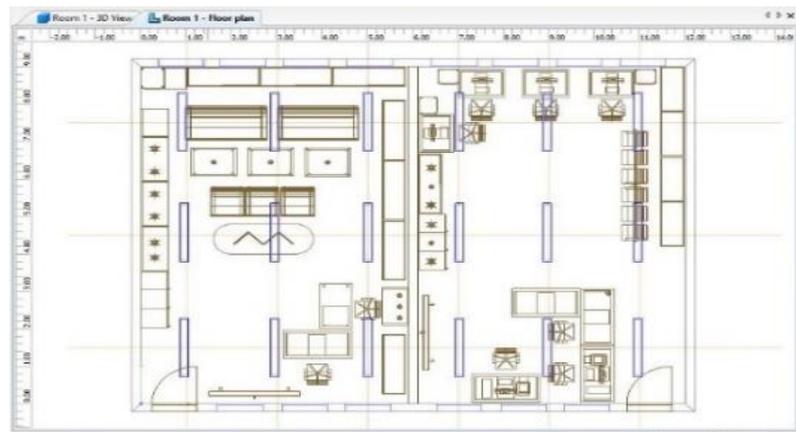
Gambar 23. Tampilan desain rekomendasi 2D visualisasi ruang sidang baru



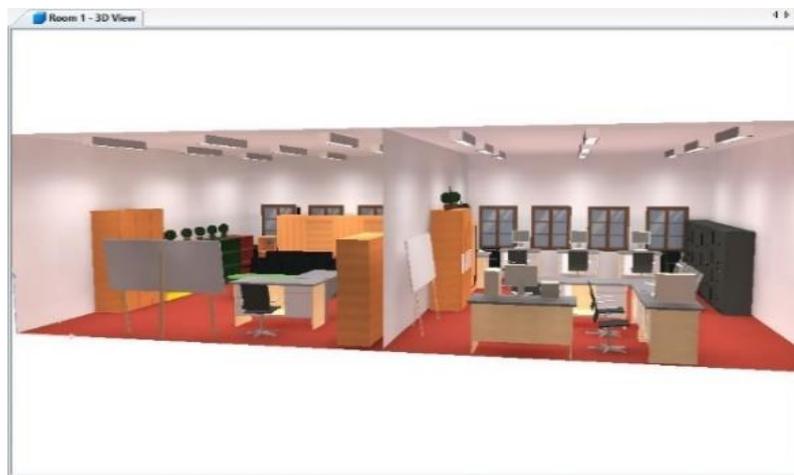
Gambar 24. Tampilan desain rekomendasi 3D visualisasi ruang sidang baru dengan tinggi 3,8 meter



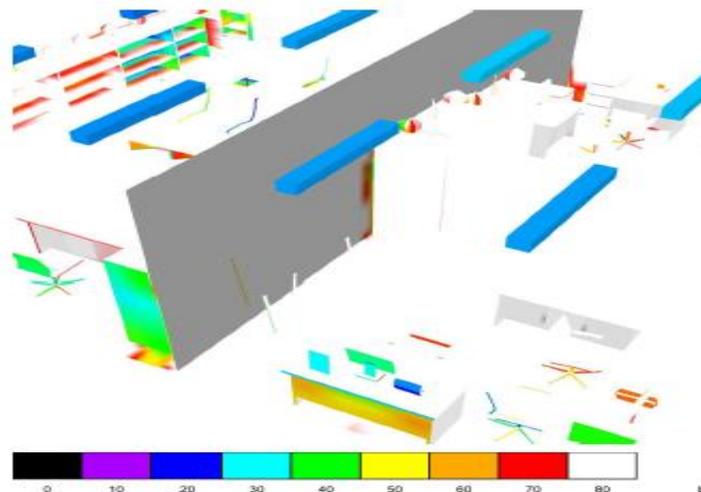
Gambar 25. Evaluasi 3D visualisasi ruang sidang baru dengan tinggi 3,8 meter



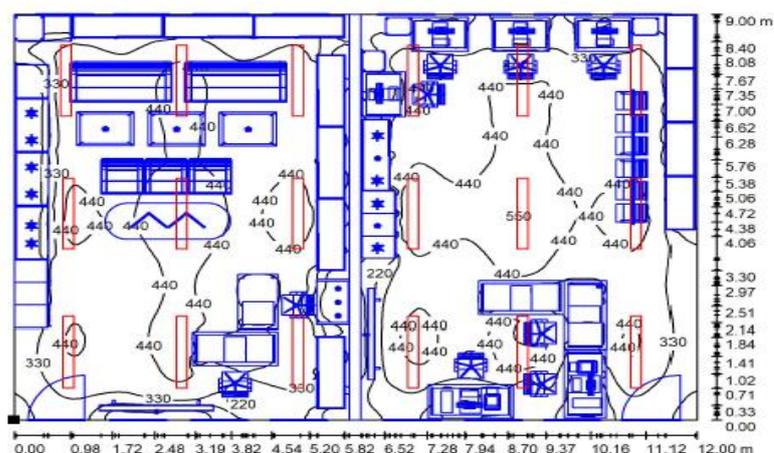
Gambar 27 Tampilan desain rekomendasi 2D visualisasi ruang laboratorium pengembangan



Gambar 28. Tampilan desain rekomendasi 3D visualisasi laboratorium pengembangan



Gambar 29. Evaluasi ruang laboratorium pengembangan dengan tinggi 3,5 meter



Gambar 30. Rekomendasi *floor plane* visualisasi ruang laboratorium pengembangan

Dari hasil desain rekomendasi yang sudah dibuat dengan menambahkan titik lampu, armatur, dan mengganti jenis lampu dapat diketahui bahwa pada setiap ruangan mempunyai kualitas tingkat pencahayaan yang berbeda dikarenakan indeks pada setiap ruangan yang berbeda sehingga di dapatkan beberapa titik lampu sesuai dengan kebutuhan setiap ruangan. Sebelum dilakukan evaluasi rata-rata lux yang dihasilkan pada ruangan laboratorium pengembangan sebesar 109 lux menggunakan jenis Lampu Fluoresen TL 18 watt Kemudian pada saat dilakukan evaluasi dengan menggunakan jenis lampu Meval LED Tube 22 Watt didapat hasil lux yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia sebesar 561 lux.

4. KESIMPULAN

Hasil observasi lapangan yang dilakukan pada gedung FKIP disetiap ruangan ditemukan ada beberapa lampu yang mati dan tidak menggunakan armatur. Pada saat pengukuran pencahayaan setempat dan umum didapatkan beberapa perbedaan nilai yang disebabkan oleh kurangnya titik lampu dan pencahayaan alami yang tidak mencakup semua ruangan sehingga didapat hasil intensitas pencahayaan ruangan yang belum memenuhi Standar Nasional Indonesia. Pada visualisasi menggunakan software dialux didapatkan nilai lux rata-rata dibawah Standar Nasional Indonesia, dikarenakan terdapat faktor refleksi suatu sumber cahaya terhadap suatu ruangan diantaranya yaitu faktor refleksi yang diterima oleh dinding, faktor refleksi yang diterima langit-langit, dan faktor refleksi yang ditentukan oleh lantai. Maka solusinya membuat desain rekomendasi dimana kebutuhan tingkat pencahayaan yang dibuat pada setiap ruangan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia agar kualitas pencahayaan ruangan menjadi nyaman digunakan untuk beraktivitas. Desain rekomendasi adalah menentukan jenis lampu yang digunakan, menentukan faktor depresiasi, faktor refleksi, menentukan indeks ruangan lampu yang akan dipasang, menentukan nilai koefisien penggunaan, dan menentukan jumlah titik lampu, Jika di lihat dari kebutuhannya pencahayaan pada setiap ruangan membutuhkan titik lampu yang berbeda, hal itu dikarenakan indeks pada setiap ruangan berbeda sehingga di dapatkan beberapa titik lampu yang sesuai dengan kebutuhan setiap ruangan agar intensitas pencahayaan yang di inginkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. R. Aulia, "Evaluasi Penerangan Ruang Kelas Pada Gedung K . H . a . Wahid Hasyim Menggunakan Aplikasi," *Dsp. Repos. Univ. Islam Indones.*, 2018.
- [2] R. N. Putri and M. Trifiananto, "Analisis tingkat pencahayaan di akademi komunitas semen indonesia-gresik," *Tecnoscienza*, vol. 2, no. 2, pp. 67–82, 2018.
- [3] R. S. Saraswati, B. A. Wibawa, and B. E. Saputra, "Optimization of Natural and Artificial Lighting System in UPGRI Lecturer's Workspace using Dialux Evo," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 738, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/738/1/012033.
- [4] M. L. Nurrohman, P. Feros, Wahyuning, R. F. Madina, and N. Pratiwi, "Efficient Lighting Design for Multiuse Architecture Studio Classroom using Dialux Evo 9," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 738, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/738/1/012034.
- [5] B. S. N. Standar Nasional Indonesia, "SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung," *SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Peranc. Sist. Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*, pp. 1–32, 2001.

Implementasi Jaringan Hotspot dengan Sistem Koin Menggunakan Raspberry Pi di rumah Makan UMI

Richi Riyan¹, Sigit Pramono², Shinta Romadhona³

^{1,2,3} Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Jl. D.I Panjaitan No. 128 Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 7 Desember 2022
Direvisi, 8 Desember 2022
Diterima, 12 Desember 2022

Kata Kunci:

Wifi koin, Raspberr pi 3, Uang koin, Rumah makan

INTISARI

Perkembangan teknologi khususnya internet sangat berperan dalam kehidupan sehari-hari. Di era modern ini kebutuhan akan internet sudah menjadi hal utama bagi sebagian besar orang. Rumah makan merupakan usaha mikro yang sangat menguntungkan. Hal ini berdampak pada usaha rumah makan untuk lebih berpikir kreatif dalam menciptakan konsep yang berbeda dari rumah makan yang lainnya. Peningkatan fasilitas pemilik rumah makan dilakukan dalam hal penyediaan akses internet secara gratis seperti hotspot agar menarik para konsumen untuk makan dan bersantai menghabiskan waktu luang. Pada penelitian ini jaringan Hotspot diimplementasikan menggunakan mini PC Raspberry Pi 3 model B yang memiliki fitur GPIO untuk mengirimkan perintah sesuai instruksi atau sesuai dengan program yang telah dibuat. Pada penelitian ini menggunakan percobaan uang koin 1000 dan 500 untuk mencari jumlah waktu dan *bandwidth* yang akan didapatkan oleh *user*. Hasil percobaan, waktu dan *bandwidth* yang didapatkan bahwa uang koin 1000 memiliki waktu 10 menit perkoinnya sedangkan uang koin 500 memiliki waktu 5 menit perkoinnya, dan memiliki besar *bandwidth* yang sama yaitu 1.024MBps. Perubahan waktu dan jumlah *bandwidth* secara manual hanya dapat disetting oleh admin, *user* hanya mendapatkan apa yang sudah di setting oleh admin.

ABSTRACT

The development of technology, especially the internet, plays a significant role in everyday life. In this modern era, the need for the internet has become the main thing for most people. Restaurants are very profitable micro businesses. This impacts restaurant businesses to think more creatively in creating concepts different from other restaurants. Improvement of restaurant owners' facilities is carried out by providing free internet access, such as hotspots, to attract consumers to eat and relax while spending their free time. In this study, the Hotspot network was implemented using a Raspberry Pi 3 model B mini PC which has a GPIO feature to send commands according to instructions or according to the program that has been made. This study uses the 1000 and 500 coin experiments to find the amount of time and bandwidth the user will obtain. The experiment results, time and bandwidth obtained show that the 1000 coin has 10 minutes per coin while the 500 coin has 5 minutes per coin and has the same bandwidth 1024MBps. Changing the time and amount of bandwidth manually can only be set by the admin, the user only gets what has been set by the admin.

Korespondensi Penulis:

Richi Riyan

Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Jl. D.I. Panjaitan No. 128 Purwokerto

Email : 18101172@ittelkom-pwt.ac.id, sigit@ittelkom-pwt.ac.id, shinta@ittelkom-pwt.ac.id

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi khususnya internet sangat berperan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan adanya internet, informasi dapat dengan mudah disebarluaskan dan diakses oleh banyak orang. Di era modern ini kebutuhan akan internet sudah menjadi hal utama bagi sebagian besar orang.

Sebuah komputer memiliki banyak fungsi diantaranya pengolahan data, pengontrolan, server dan banyak lagi fungsi lainnya. Raspberry Pi 3 adalah suatu perangkat mini komputer yang berukuran sebesar kartu kredit. Raspberry Pi 3 ini bisa digunakan untuk berbagai hal yaitu sebagai akses point untuk pembangunan hotspot, mengendalikan lampu jarak jauh. Keuntungan dari Raspberry Pi 3 dalam pembangunan hotspot yaitu Raspberry Pi 3 yang berukuran kecil sehingga memudahkan untuk meletakkan dimana saja dan juga harga dari Raspberry Pi 3 lebih murah dari tipe akses point lainnya sehingga mengurangi biaya yang lebih mahal. Pada Penelitian Agustian Noor meneliti tentang "Pembangunan Hotspot Dengan Raspberry PI 3 Studi Kasus Rumah Makan Mama Juai Pelaihari". Dimana hotspot yang digunakan di rumah makan mama juai sinyal kurang kuat dikarenakan titik hotspot yang berjarak 15 meter dengan tempat rumah makan sehingga internet kurang cepat untuk diakses. Raspberry Pi 3 ini bisa digunakan untuk berbagai hal yaitu sebagai akses point untuk pembangunan hotspot, mengendalikan lampu jarak jauh. Keuntungan dari Raspberry Pi 3 dalam pembangunan hotspot yaitu Raspberry Pi 3 yang berukuran kecil sehingga memudahkan untuk meletakkan dimana saja dan juga harga dari Raspberry Pi 3 lebih murah dari tipe akses point lainnya sehingga mengurangi biaya yang lebih mahal [1].

Penelitian Tria Aprilianto, Samsul Arifin meneliti tentang "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI HOTSPOT CERDAS BERBASIS MIKROTIK OS DAN WEB SERVER MINI PC RASPBERRY PI". Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah sistem jaringan komputer berbasis router os dan web server autentikasi yang ditanamkan dalam sebuah mini PC, proses autentikasi login *user* diterapkan pada sebuah sistem hotspot router yang dikombinasikan dengan mini PC sehingga dapat menghasilkan sebuah sistem manajemen yang bagus atau yang dapat disebut sebagai hotspot cerdas. Manajemen *user* yang dibangun dalam sistem hotspot cerdas ini memiliki kemampuan untuk menentukan otoritas *user*, hirarki limitasi *bandwidth*, serta limitasi terhadap situs serta konten yang dapat diakses oleh *user*, sistem ini mampu mendeteksi konten-konten atau situs yang mengandung malware, phishing, atau pornografi. Dari 718 situs yang mengandung konten terlarang yang masuk list web proxy access deny, diambil sample sejumlah 40 situs. Didapatkan presentase hasil yaitu sebesar 5% gagal block *redirect*, dan 95% berhasil melakukan block situs. Situs yang gagal di block dan *redirect* merupakan situs berbasis https [2].

Hotspot adalah tempat khusus yang disediakan untuk mengakses internet menggunakan peralatan Wi-fi. Umumnya layanan hotspot bersifat gratis. Dengan bekal laptop atau PDA maka koneksi internet dapat dilakukan secara cuma-cuma. Biasanya pengguna terlebih dulu harus melakukan registrasi ke penyedia layanan hotspot untuk mendapatkan login dan password, proses otentikasi dilakukan ketika browser diaktifkan. Untuk membuat hotspot dibutuhkan alat seperti access point (AP). Access point bisa dianalogikan dengan hub dan repeater pada (wired LAN). Access point dapat menerima dan meneruskan sinyal dari berbagai peralatan WIFI. Router adalah peralatan jaringan yang dapat menghubungkan satu jaringan dengan jaringan yang lain. Router bekerja menggunakan routing table yang disimpan di memorinya untuk membuat keputusan tentang kemana dan bagaimana paket dikirimkan. Router merupakan perangkat yang dikhususkan untuk menangani koneksi antara dua atau lebih jaringan yang terhubung melalui packet switching [3].

Didalam jaringan internet terdapat *bandwidth* (kecepatan transfer data) yaitu jumlah data yang dapat ditransfer (dikirimkan atau diterima) dari sebuah titik ke titik lain dalam waktu tertentu *Bandwidth* ini biasanya dinyatakan dalam ukuran bps (bits per second), maupun Bps (bytes per second) [4].

Pembangunan hotspot menggunakan Raspberry pi dimana raspberry pi adalah Single Board Computer (SBC) atau biasa dikenal dengan mini PC Raspberry Pi yang memiliki fungsi yang sama dengan komputer atau laptop pada umumnya. Raspberry Pi pertama kali dirilis pada februari tahun 2012 dan dikembangkan oleh Yayasan Nirlaba Raspberry Pi Foundation yang didalamnya merupakan Developer dan Ahli Komputer dari Universitas Cambridge, Inggris. Pada perkembangannya Raspberry Pi sudah mengalami perubahan dari versi yang pertama sampai sekarang. Raspberry Pi yang pertama dirilis pada Februari 2012 adalah Raspberry Pi model B Versi 1 yang menggunakan Memori RAM sebesar 256 MB, kemudian pada september 2012 dibuat lagi Raspberry Pi model B Versi 2 dengan perubahan pada RAM yaitu sebesar 512 MB dan masih banyak lagi versi dari Raspberry Pi yang dibuat sampai dengan Raspberry Pi terakhir yang dibuat yaitu pada februari 2016 dengan nama Raspberry Pi 3 Model B [5].

Raspberry pi 3 model b memiliki spesifikasi seperti CPU dan GPU, Memory RAM, power, MicroSD Card, port HDMI, port Audio/Vidio, port USB, port LAN (RJ-45), port CSI (Camera Serial Interface), port DSI (Display Serial Interface), chip Bluetooth dan wireless, dan pin GPIO (General Purpose Input Output) [6].

Module Relay adalah sebuah rangkaian Elektromagnetik yang dioperasikan oleh perubahan kondisi suatu rangkaian listrik, Pada Relay terdapat 3 buah kaki pengendali atau pada istilah umum yang Sering

digunakan yaitu Normally Open (NO) yaitu tidak terhubung saat tidak ada arus, Normally Close (NC) yaitu terhubung saat tidak ada arus dan Common sebagai pasangan dari NO dan NC yang berubah saat ada arus yang masuk ke Relay [7].

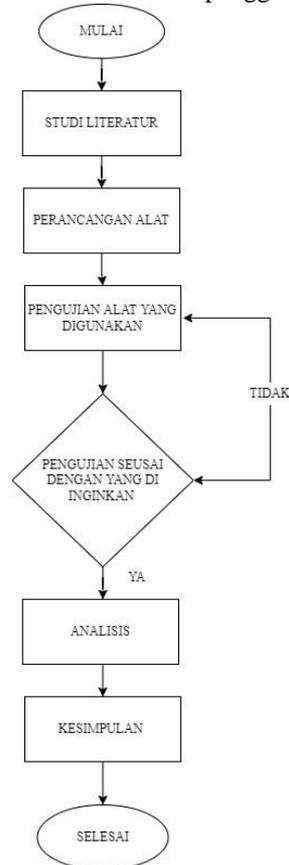
Modul Step-Down LM2596 adalah modul yang memiliki IC LM2596 sebagai komponen utamanya. IC LM2596 adalah sirkuit terpadu/integrated circuit yang berfungsi sebagai Step-Down DC converter dengan current rating 3A [8].

Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC) [9].

Koin selector Untuk mendeteksi apakah koin yang dimasukkan oleh konsumen ke alat adalah benar-benar uang logam seperti yang ditetapkan dalam perancangan, maka diperlukan suatu piranti yang dikenal sebagai Coin Selector, piranti ini dapat mendeteksi koin dari ukuran fisik berupa diameter dan ketebalan. Jika diameter dan ketebalan tidak cocok maka koin akan dikeluarkan kembali (rejected) [10].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan merancang suatu perangkat sistem hotspot koin menggunakan Raspberry Pi 3 model B. Pada sistem tersebut terdiri dari Raspberry pi 3 model B sebagai otak dari sistem hotspot koin untuk membaca semua program dan menghubungkan semua alat yang digunakan. Untuk membaca koin yang digunakan pada hotspot koin ini menggunakan coin selector yang terdapat sensor pembaca koin di dalamnya setelah terbaca kemudian diteruskan ke Raspberry pi 3 lalu Raspberry pi 3 akan memberi sebuah jaringan yang akan bisa digunakan oleh *user* atau pengguna. Berikut alur penelitian dari penelitian ini:

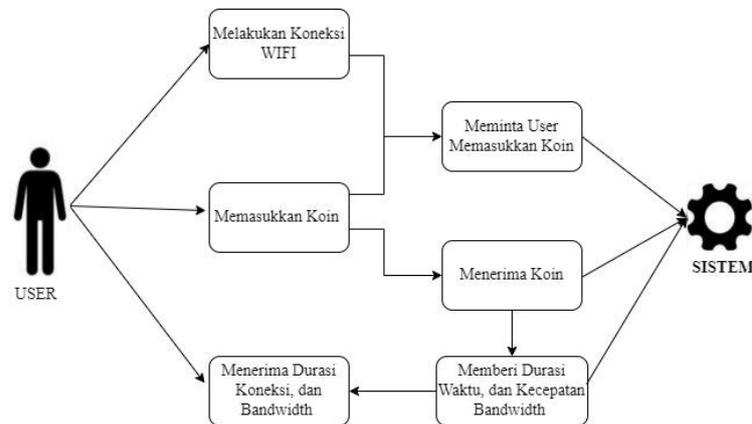


Gambar 1. Alur penelitian

Sebelum melakukan penelitian ini, melakukan studi literatur terlebih dahulu guna mempertimbangkan dan melihat beberapa referensi jurnal yang bisa dipakai sebagai dasar penelitian yang akan digunakan dan melihat apa saja yang berkaitan dengan judul penelitian yang digunakan ini. Kemudian melakukan perancangan alat implementasi wifi koin pada tahap ini dilakukan spesifikasi implementasi wifi koin dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini. Bahan yang akan digunakan antara lain yaitu raspberry pi 3 untuk

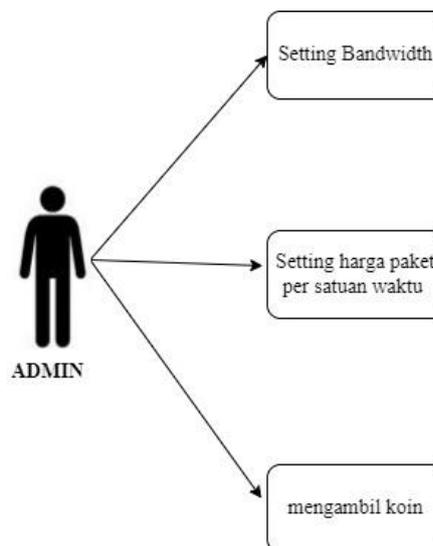
menjalankan program, koin selector digunakan untuk membaca koin yang akan digunakan, module relay digunakan sebagai switch pada rangkaian wifi koin.

Kemudian melakukan pengujian alat yang akan digunakan pada implementasi wifi koin Pada tahap ketiga dalam penelitian ini yaitu dilakukan pengujian alat implementasi wifi koin dengan menggunakan raspberry pi untuk menjalankan program yang digunakan dalam pembangunan implementasi wifi koin. Jika alat berjalan dengan sempurna sesuai yang diharapkan akan dilakukan tahap selanjutnya yaitu analisis Pada tahap ini peneliti akan melakukan analisis dari hasil implementasi wifi koin menggunakan raspberry pi di rumah makan umi seperti identifikasi alat serta identifikasi jaringan yang digunakan. Tahap terakhir ini, penulis mengambil kesimpulan terhadap seluruh analisis yang telah dilakukan



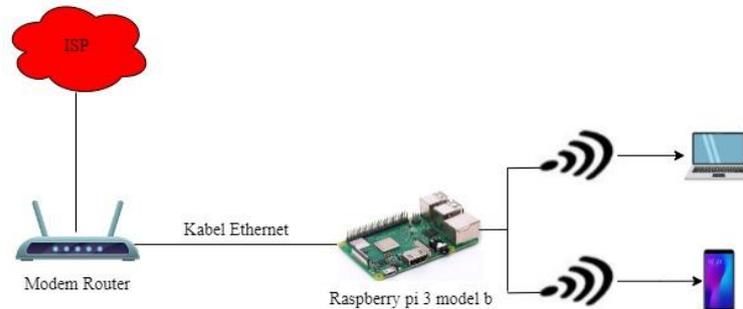
Gambar 2. Diagram blok untuk pengguna dan sistem Wifi Koin

Pada gambar 2 menunjukkan blok diagram pada sistem wifi koin dalam penelitian ini. Gambar 2 tersebut memberikan gambaran tentang bagaimana konsep dimulainya sistem wifi koin, dimulai dari *user* untuk melakukan pembelian koneksi internet menggunakan koin pada mesin. *User* dapat masuk ke sistem, melakukan koneksi wifi, memasukkan jumlah koin, dan mendapatkan durasi waktu koneksi internet sesuai jumlah koin yang dimasukkan. Sementara dari sistem akan menerima *user* memasukkan koin, menerima koin, dan memberikan koneksi internet serta memberikan kecepatan *bandwidth* yang sudah di tentukan oleh admin dengan durasi waktu sesuai pembelian pengguna.



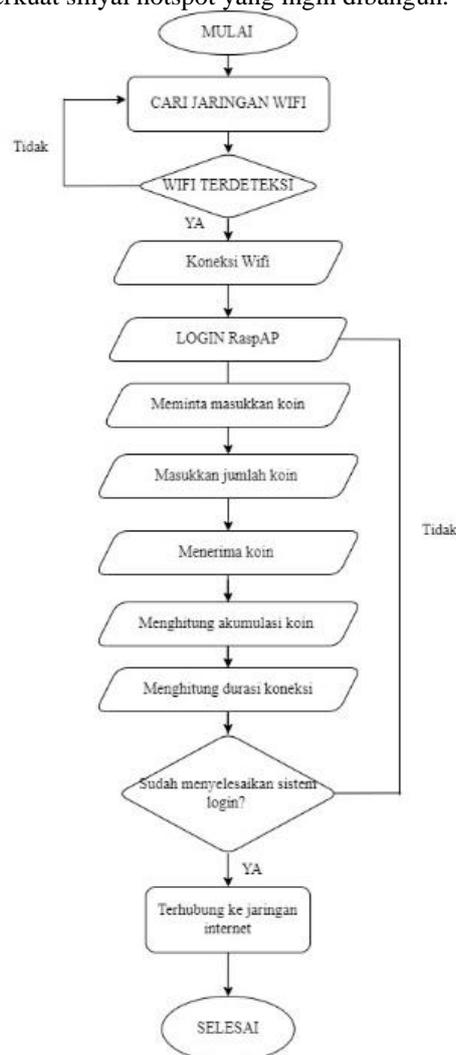
Gambar 3. Diagram Blok untuk admin wifi koin

Pada gambar 3 menggambarkan blok diagram dari sisi admin, meliputi kegiatan yang dilakukan oleh admin. Admin dapat melakukan pengaturan *Bandwidth* setiap satu pengguna, admin dapat mengatur harga koin per satuan waktu, dan admin dapat melakukan pengambilan koin dari hasil penjualan.



Gambar 4. Rangkaian skematik

Pada gambar 4 menggambarkan skematik perangkat keras pada wifi koin. Pertama ada Internet Service Provider (ISP) yang berguna untuk memberikan layanan koneksi internet, kemudian ada modem Router atau disebut juga dengan modem internet yang digunakan sebagai akses internet untuk raspberry Pi 3, kemudian ada kabel ethernet yang berfungsi sebagai pemberi jaringan internet atau jalur jaringan internet dari modem ke raspberry Pi 3, dan yang terakhir ada raspberry pi 3 yang digunakan untuk access point dan sebagai hotspot yang ingin dibangun agar memperkuat sinyal hotspot yang ingin dibangun.



Gambar 5. Flowchart Program Pada Wifi Koin

Pada gambar 5 menggambarkan flowchart program wifi koin bagaimana sistem wifi koin bekerja. Diawali dengan mencari jaringan wifi yang tersedia, kemudian ketika wifi koin sudah di temukan langsung saja melakukan koneksi ke wifi tersebut dan ketika tidak menemukan wifi koin yang tersedia maka Kembali mencari koneksi wifi koin yang tersedia ketika sudah berhasil maka otomatis *user* akan menuju portal wifi yaitu RaspAp , lalu portal wifi meminta *user* untuk memasukkan uang koin untuk dapat menggunakan jaringan internet, otomatis wifi koin akan menerima koin yang sudah dimasukkan oleh *user*, selanjutnya wifi koin akan menghitung jumlah akumulasi koin yang di masukkan dan menghitung durasi koneksi yang dapat digunakan, ketika sudah menyelesaikan sistem login maka *user* otomatis dapat menggunakan jaringan yang tersedia dari wifi koin, tetapi ketika proses login belum selesai maka *user* tidak akan dapat menggunakan jaringan dari wifi koin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

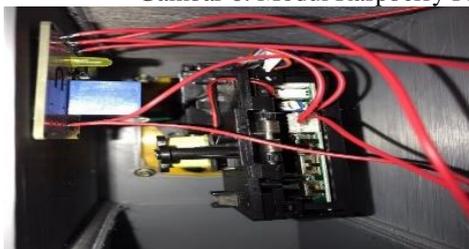
Hasil pengujian dan pembahasan pada bab ini merupakan tahapan lanjut setelah proses perancangan dan pembuatan “Implementasi jaringan hotspot dengan sistem koin menggunakan Raspberry Pi di rumah makan umi” pada penelitian ini menghasilkan data yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan analisa. Pengujian yang dilakukan antara lain adalah pengujian wifi koin dengan menggunakan uang koin 1000 dan 500. Pada percobaan wifi koin ini, satu koin akan mendapatkan jumlah waktu yang sudah ditentukan dan dapat mengetahui dalam satu *user* bisa mencakup berapa besar bandwidth dalam satu koin.

3.1. Hasil Perancangan Alat

hasil perancangan alat ini alat yang digunakan terdiri dari, modul Raspberry Pi yang berfungsi untuk menjalankan program yang sudah di kerjakan, koin selector yang berfungsi sebagai sensor pendeteksi koin yang akan digunakan pada saat menjalankan wifi koin, ketiga yaitu modul relay yang berfungsi untuk memindahkan posisi on ke off atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik, dan yang terakhir menggunakan adpisoft sebagai portal dari wifi koin yang sudah dirangkai



Gambar 6. Modul Raspberry Pi setelah dimasukkan kedalam box



Gambar 7. Koin selector dan Relay di dalam box

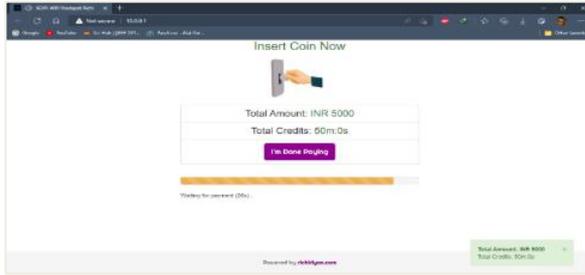


Gambar 8. Portal untuk Wifi Koin

3.2. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan menggunakan uang koin 1000 dan 500 dengan cara memasukkan uang koin 1000 sejumlah 5 koin dan memasukkan uang koin 500 sejumlah 10 koin. Percobaan kali ini hanya bisa menggunakan satu jenis koin oleh karna itu pengujian alat dilakukan secara bergantian dan dalam percobaan kali ini menggunakan lebih dari 1 *user*. Pada percobaan wifi koin dengan menggunakan uang koin 1000 dengan total memasukan koin sebanyak 5 koin dengan total 5000 durasi yang akan didapatkan 50 menit dimana ketika memasukan uang 1 koin dengan menggunakan uang koin 1000 akan mendapatkan 10 menit perkoin. Pada percobaan wifi koin dengan menggunakan uang koin 500 dengan total memasukan koin sebanyak 5 koin dengan total 2500 durasi yang akan didapatkan 25 menit dimana ketika memasukan uang 1 koin dengan menggunakan uang koin 500 akan mendapatkan 5 menit perkoin. Ketika memasukan uang koin tidak

menggunakan koin 1000 atau 500 maka otomatis koin akan di tolak dan tidak dapat terhubung dengan wifi koin dikarenakan sensor pada koin selector hanya membaca uang koin 1000 dan 500.



Gambar 9. Pengujian alat uang koin 1000



Gambar 10. Pengujian alat uang koin 500

3.3. Pengujian Waktu dan *Bandwidth*

Rate Values		
Amount	Time Rates (mins)	Action
500	5m.0s	Edit Delete
1000	10m.0s	Edit Delete

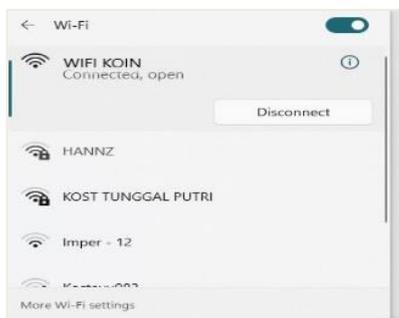
+ Add New Rate

Gambar 11. Pengaturan Waktu

Pada pengujian waktu dapat dilihat pada gambar diatas dimana uang koin 500 akan mendapatkan 5 menit setiap koinnya sedangkan uang koin 1000 akan mendapatkan 10 menit setiap koinnya. Pada gambar diatas yang dapat mengatur dan mengubah limit waktu ialah seorang admin pada wifi koin. Admin juga akan melakukan pengaturan *bandwidth* atau kecepatan jaringan yang dapat digunakan oleh *user*. *Bandwidth* yang sedang digunakan pada pengujian kali ini yaitu 1.024 MBps *user* akan mendapatkan 1.024 MBps setiap 1 koinnya baik koin 1000 maupun koin 500.

3.4. Pengujian Langkah menggunakan Wifi Koin

Pada pengujian ini akan menjelaskan bagaimana langkah *user* yang akan menggunakan jaringan wifi koin.



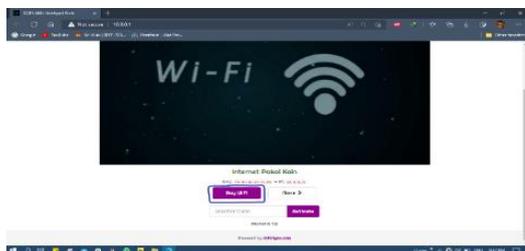
Gambar 12. Pengaturan Wifi



Gambar 13. Portal Wifi Koin

Langkah pertama yang akan di lakukan *user* ketika akan menggunakan wifi koin. Langkah yang harus dilakukan adalah membuka pengaturan wifi dan mencari akses jaringan wifi koin lalu *user* akan melakukan

koneksi dengan jaringan wifi koin yang tersedia. Tampilan portal pada saat akan menggunakan jaringan wifi koin seperti pada Gambar 13. Sebelum terhubung dan dapat menggunakan wifi koin maka *user* akan masuk kedalam portal terlebih dahulu untuk melakukan *insert* koin atau melakukan pembelian wifi dengan sistem koin.



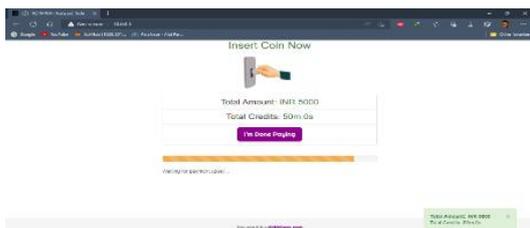
Gambar 14. Portal pembelian Wifi Koin



Gambar 15. Tampilan memasukkan koin

Tampilan portal pada saat akan melakukan pembelian wifi dengan menggunakan sistem koin, seperti pada gambar 14, terdapat tulisan buy wifi maka *user* akan menekan *buy* wifi agar bisa masuk ketahap selanjutnya sebelum menggunakan internet wifi koin ini.

Gambar 15 memperlihatkan tampilan dalam proses memasukkan koin, *user* akan melakukan pembelian wifi koin dengan memasukkan koin yang sudah di tentukan untuk menggunakan jaringan wifi koin. terdapat tampilan seperti berapa banyak jumlah koin yang dimasukkan dan berapa limit waktu yang akan dapat digunakan oleh *user*.



Gambar 16. tampilan sesudah memasukkan koin



Gambar 17. Tampilan Redirect to pada wifi koin

Gambar 16 menampilkan tampilan sesudah *user* memasukkan koin dalam menggunakan internet menggunakan koin, ketika *user* sudah memasukkan jumlah koin maka terdapat tampilan berapa jumlah koin yang telah di masukkan oleh *user* dan berapa jumlah waktu yang didapatkan oleh *user* selama pemakaian jaringan wifi koin. Ketika sudah selesai dalam proses memasukkan koin maka *user* akan menekan tombol "I'm done paying" yang menunjukan bahwa *user* sudah selesai melakukan pembelian jaringan wifi koin setelah itu maka *user* akan dapat menggunakan jaringan wifi koin. Gambar 17 merupakan tampilan *redirect* to pada wifi koin dimana setelah melakukan semua proses dalam pembelian internet wifi koin maka secara otomatis akan langsung menuju halaman *igracias* *itp* dikarenakan sudah dilakukan setting oleh admin menuju halaman tersebut. Pada tampilan *redirect* to ini dapat dirubah oleh admin pada pengujian wifi koin.

3.5. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada tahap pengujian keseluruhan sistem ini menggunakan dua jenis koin yang berbeda yaitu koin 1000 dan koin 500. Pada masing-masing koin yang akan dilakukan pengujian berjumlah 5000 baik uang koin 1000 maupun uang koin 500.

3.5.1. Pengujian Wifi Koin Menggunakan Koin 1000

Pada pengujian ini akan memasukkan koin 1000 sebanyak 5 koin dengan jumlah total 5000, pada pengujian ini akan dilakukan pengujian berapa jumlah waktu yang akan di dapat oleh *user* dan berapa besar *bandwidth* yang akan di dapatkan oleh *user* serta berapa banyak *user* yang dapat tersambung pada jaringan wifi koin. Pada pengujian wifi koin menggunakan uang koin 1000 akan mendapatkan waktu 10 menit perkoin dan akan mendapatkan kecepatan *bandwidth* sebesar 1.024MBps yang sudah di setting oleh admin. Pada percobaan ini sebanyak 50 *user* yang akan bisa menggunakan jaringan internet wifi koin dan setiap *user* yang menggunakan wifi koin akan mendapatkan waktu dan *bandwidth* yang sama sesuai yang sudah di setting sebelumnya oleh admin.



Gambar 18. Pengujian Uang 1000



Gambar 19. Pengujian uang 500

3.5.2. Pengujian Wifi Koin Menggunakan Koin 1000

pengujian wifi koin dengan menggunakan uang koin 500. Pada pengujian ini sma seperti pengujian dengan uang koin 1000 dimana *user* akan memasukkan koin 500 sebanyak 5 koin dengan jumlah total 2500, pada pengujian ini akan dilakukan pengujian berapa jumlah waktu yang akan di dapat oleh *user* dan berapa besar *bandwidth* yang akan di dapatkan oleh *user* serta berapa banyak *user* yang dapat tersambung pada jaringan wifi koin. Pada pengujian wifi koin menggunakan uang koin 500 akan mendapatkan waktu 5 menit perkoin dan akan mendapatkan kecepatan *bandwidth* sebesar 1.024MBps yang sudah di setting oleh admin. Pada percobaan ini sebanyak 50 *user* yag akan bisa menggunakan jaringan internet wifi koin dan setiap *user* yang menggunakan wifi koin akan mendapatkan waktu dan *bandwidth* yang sama sesuai yang sudah disetting sebelumnya oleh admin.

3.6. Perbandingan uang koin 1000 dan 500

Dalam penelitian ini melakukan perbandingan antara uang koin 1000 dan 500 untuk mencari jumlah waktu dan *bandwidth* yang akan didapatkan oleh *user* seperti tabel 1.

Tabel 1. Perbanding Uang Koin 1000 dan 500 pada *user*

No	Uang Koin 1000	Waktu	Uang Koin 500	Waktu	<i>Bandwidth</i>
1	1	10 menit	1	5 menit	1.024 mbps
2	2	10 menit	2	10 menit	1.024 mbps
3	3	20 menit	1	5 menit	1.024 mbps
4	4	20 menit	2	10 menit	1.024 mbps

percobaan perbandingan antara uang koin 1000 dan 500. Dilihat dari waktu dan *bandwidth* yang didapatkan. Pada tabel 1 menunjukkan bahwa uang koin 1000 memiliki waktu 10 menit perkoinnya sedangkan uang koin 500 memiliki waktu 5 menit perkoinnya, pada perbandingan ini memiliki besar *bandwidth* yang sama yaitu 1.024MBps. Pada penelitian ini waktu dan jumlah *bandwidth* hanya dapat disetting oleh admin sebagai *user* hanya mendapatkan apa yang sudah di setting oleh admin.

Tabel 2. Perbanding Uang Koin 1000 pada admin

No	Uang Koin 1000	Uang Koin Input	Output	<i>Bandwidth</i>	Keterangan
1	1000	1000	Sukses	1.024 mbps	Dapat menggunakan Internet
2	1000	500	Eror	0 mbps	Uang akan dikeluarkan
3	1000	500+500	Eror	0 mbps	Uang akan dikeluarkan
4	1000	1000+500	Sukses	1.024 mbps	Uang 500 akan dikeluarkan
5	1000	1000+1000	Sukses	1.024 mbps	Dapat menggunakan Internet

percobaan perbandingan uang koin 1000 dari sisi admin. Pada tabel 2 menjelaskan admin telah membuat settingan uang yang akan diterima hanya uang koin 1000, oleh karena itu uang koin selain uang 1000 atau uang koin yang lain dengan jumlah 1000 maka uang tersebut akan keluar secara otomatis dari bagian bawah koin selector dan secara otomatis *user* tidak akan bisa masuk ke portal dari jaringan wifi koin dan tidak dapat menggunakan jaringan internet tersebut.

Tabel 3. Perbandingan Uang Koin 500 pada admin

No	Uang Koin 500	Uang Koin Input	Output	Bandwidth	Keterangan
1	500	500	Sukses	1.024 mbps	Dapat menggunakan Internet
2	500	500+500	Sukses	1.024 mbps	Dapat menggunakan Internet
3	500	500+1000	Sukses	1.024 mbps	Dapat menggunakan Internet
4	500	1000	Eror	0 mbps	Uang akan dikeluarkan
5	500	1000+1000	Eror	0 mbps	Uang akan dikeluarkan

Percobaan perbandingan uang koin 500 dari sisi admin seperti tabel 3 menjelaskan dimana admin telah membuat settingan uang yang akan diterima hanya uang koin 500, oleh karena itu uang koin selain uang 500 atau uang koin yang lain melebihi uang koin 500 maka uang tersebut akan keluar secara otomatis dari bagian bawah koin selector dan secara otomatis *user* tidak akan bisa masuk ke portal dari jaringan wifi koin dan tidak dapat menggunakan jaringan internet tersebut.

Tabel 4. Perbandingan Koin 1000 pada admin dan *user*

No	User 1	Waktu	User 2	Jenis Koin	Bandwidth
1	2 koin	20 menit	4 koin	1000	1.024 mbps
2	4 koin	40 menit	5 koin	1000	1.024 mbps
3	3 koin	30 menit	7 koin	1000	1.024 mbps
4	6 koin	60 menit	2 koin	1000	1.024 mbps
5	8 koin	80 menit	1 koin	1000	1.024 mbps

Tabel 4 merupakan perbandingan uang koin 1000 dari sisi pengaturan yang telah dibuat admin dan dari sisi *user* sebagai pengguna. Tabel 4 menjelaskan tentang waktu yang didapat oleh *user* setiap satu koin 1000 dan berapa besar *bandwidth* yang di dapatkan, dari tabel diatas menunjukkan satu uang koin 1000 mendapatkan waktu 10 menit dan *bandwidth* 1.024MBps. Admin telah membuat settingan berapa waktu yang akan di dapatkan dalam satu koin 1000 dan berapa *bandwidth* yang akan di dapatkan, admin juga telah membuat settingan berapa pun jumlah koin yang dimasukkan makan *bandwidth* yang di dapatkan sama besar yaitu 1.024MBps hanya saja waktu pemakaian pada *user* yang akan bertambah pada saat menggunakan wifi koin.

Tabel 5. Perbandingan Koin 500 pada admin dan *user*

No	User 1	Waktu	User 2	Jenis Koin	Bandwidth
1	2 koin	20 menit	4 koin	500	1.024 mbps
2	4 koin	40 menit	5 koin	500	1.024 mbps
3	3 koin	30 menit	7 koin	500	1.024 mbps
4	6 koin	60 menit	2 koin	500	1.024 mbps
5	8 koin	80 menit	1 koin	500	1.024 mbps

Tabel 5 menjelaskan perbandingan yang sama dengan tabel 4, hanya membedakan uang koinnya saja, pada tabel 5 ini menggunakan koin 500 dari sisi pengaturan yang telah dibuat admin dan dari sisi *user* sebagai pengguna. Tabel 5 diatas menjelaskan tentang waktu yang didapat oleh *user* setiap satu koin 500 dan berapa besar *bandwidth* yang di dapatkan menunjukkan satu uang koin 500 mendapatkan waktu 5 menit dan *bandwidth* 1.024mbps. Admin telah membuat settingan berapa waktu yang akan di dapatkan dalam satu koin 500 dan berapa *bandwidth* yang akan di dapatkan, admin juga telah membuat settingan berapa pun jumlah koin yang dimasukkan makan *bandwidth* yang di dapatkan sama besar yaitu 1.024MBps hanya saaja waktu pemakaian pada *user* yang akan bertambah pada saat menggunakan wifi koin

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan dan pengujian alat implementasi jaringan hotspot dengan sistem koin menggunakan Raspberry Pi di rumah makan umi, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: koin selector akan bekerja apabila ada koin yang dimasukkan pada switch koin, apa bila koin tersebut sama dengan koin yang di setting maka koin akan masuk dan dapat menggunakan jaringan internet dari wifi koin. sebaliknya apa bila koin yang di masukkan tidak sesuai makan sensor koin akan melakukan reject atau koin ditolak dan koin akan keluar pada bagian bawah koin selector. Koin selector hanya mampu membaca satu jenis koin oleh karena itu hanya dapat melakukan percobaan pada koin yang sudah di tentukan.

Pada pengujian wifi koin ini dapat dirubah oleh admin seperti tampilan pada portal login wifi koin, berapa besar *bandwidth* yang akan diberikan kepada *user* dalam 1 koin pada penelitian ini admin membuat settingan *bandwidth* yang diberikan sebesar 1.024MBps setiap *user*, melakukan setting koin apa yang akan dapat digunakan pada tahap ini penelitian menggunakan koin 500 dan 1000, admin juga dapat mengatur berapa waktu yang akan didapatkan oleh *user* dalam 1 koinnya, pada kali ini admin membuat waktu pada 1 koin 1000 yaitu 10 menit dan pada koin 500 yaitu 5 menit. Admin juga dapat melihat berapa device yang sudah terhubung pada jaringan wifi koin dan admin dapat memberhentikan paksa *user* dalam menggunakan jaringan wifi koin.

Sebagai *user* hanya bisa melakukan perintah yang telah di setting oleh admin, *user* hanya dapat melakukan *insert* koin sesuai koin yang telah di tentukan dan *user* akan mendapatkan waktu penggunaan wifi koin serta kecepatan *bandwidth* yang sudah di tentukan oleh admin. Semakin banyak *user* melakukan *insert* koin maka limit waktu yang akan digunakan maka semakin lama tetapi pada *bandwidth* yang akan diberikan tetap sama yaitu 1.024MBps.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Noor, "Pembangunan Hotspot Dengan Raspberry PI 3 Studi Kasus Rumah Makan Mama Juai Pelaihari," *J. Sains dan Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 130–136, 2018, doi: 10.34128/jsi.v4i2.135.
- [2] S. A. Tria Aprilianto, "Perancangan Dan Implementasi Hotspot Cerdas Berbasis Mikrotik Os Dan Web Server Mini Pc Raspberry Pi," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 125–144, 2018.
- [3] M. Di, S. Pradnya, and P. Malang, "Implementasi Penanganan Serangan Mac-Clone Pada Hotspot," *Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 61–74, 2017.
- [4] S. C. Sumarta, "Manajemen *Bandwidth* dan Pengguna Jaringan Pada Universitas Atma Jaya Makassar," *J. Temat.*, vol. 6, no. 2, pp. 85–92, 2018.
- [5] M. Nofran, "Raspberry Pi Raspberry Pi," pp. 3–16, 2017.
- [6] M. R. Nurkamiden, M. E. I. Najoan, and M. D. Putro, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Perangkat Listrik Berbasis Web Server Menggunakan Mini PC Raspberry Pi Studi Kasus Gedung Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi," vol. 11, no. 1, 2017.
- [7] S. Muhammad Ibrahim Nursaid, Ahmad Taqwa, "SISTEM KEAMANAN PINTU RUMAH PURWARUPA DENGAN PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN METODE TRIANGLE FACE BERBASIS RASPBERRY PI. Other thesis, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA.," *Teknol. Technoscientia*, vol. 13 No.1 Ag, pp. 12–13, 2020, [Online]. Available: <http://eprints.polsri.ac.id/10052/>.
- [8] K. MARDONA, "PERANGKAT KERAS PENGADUK ADONAN KEMPLANG IKAN DI PALEMBANG MENGGUNAKAN ARDUINO BERBASIS ANDROID.," pp. 9–25, 2020.
- [9] Z. Y, "RFID, LCD, ARDUINO, Arduino Software (IDE), ADAPTOR, Solenoid Door Lock Electronic, RELAY, BUZZER," pp. 9–25, 2019.
- [10] O. Kharchenko, "RANCANG BANGUN MESIN PENJUAL KOPI MENGGUNAKAN KOIN BEBASIS ATMEGA 8535," *Phys. Rev. E*, 2011, [Online]. Available: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7130/1/LUZARDO-BUIATRIA-2017.pdf>.

Rancang Bangun Pengendali Kapasitor Bank Untuk Koreksi Faktor Daya Listrik Berbasis *Internet of Things*

Bayu Febri Alfianto¹, Itmi Hidayat Kurniawan²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 1 September 2021
Direvisi, 31 Mei 2022
Diterima, 31 Desember 2022

Kata Kunci:

Kapasitor Bank
IoT
Faktor Daya

Keyword:

Capacitor Bank
IoT
Power Factor

INTISARI

Kualitas daya listrik menjadi suatu hal yang perlu diperhatikan. Perbaikan $\cos \phi$ sangatlah diperlukan guna meminimalisir penggunaan daya reaktif energi listrik. Kapasitor bank dapat memperbaiki *power factor* ($\cos \phi$) pada peralatan listrik konsumen. Oleh sebab itu, perlu adanya sebuah sistem pengendali kapasitor bank untuk koreksi faktor daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dan keypad yang dapat memperbaiki nilai $\cos \phi$ secara manual maupun otomatis serta *monitoring* besaran listrik melalui sebuah aplikasi pada *smartphone* serta LCD Display. Komponen keypad pada sistem kendali kapasitor bank digunakan untuk memasukkan nilai referensi faktor daya dalam pengontrolan kapasitor secara real time. Dan IoT dimaksudkan pengontrolan kapasitor untuk memperbaiki nilai faktor daya yang bersifat *online*. Dalam perancangan kapasitor menggunakan rangkaian paralel serta dilengkapi dengan indikator kapasitor pada *smartphone* serta LCD Display memudahkan dalam pengaktifan kapasitor. Sistem perbaikan faktor daya ini dapat memperbaiki nilai faktor daya dengan beban listrik. Dari Hasil penelitian ini nilai sebelum perbaikan $\cos \phi = 0,52$ dan setelah diperbaiki nilai rata-rata $\cos \phi = 0,93$.

ABSTRACT

The quality of the electric power is something that needs to be considered. Improvement of $\cos \phi$ is needed to minimize the use of reactive power of electrical energy. Capacitor banks can improve the power factor ($\cos \phi$) in consumer electrical equipment. Therefore, it is necessary to have a capacitor bank control system for electric power factor correction based on the Internet of Things (IoT) and a keypad that can manually or automatically correct the $\cos \phi$ value and monitor electricity quantities through an application on a smartphone and LCD display. The keypad component of the capacitor bank control system is used to input power factor reference values in real time capacitor control. And IoT is meant to control capacitors to improve the online power factor value. In designing capacitors using parallel circuits and equipped with a capacitor indicator on a smartphone and LCD display makes it easier to activate the capacitor. This power factor improvement system can improve the value of the power factor with the electrical load. From the results of this study, the value before the repair was $\cos \phi = 0.52$ and after it was repaired, the average value was $\cos \phi = 0.93$.

Korespondensi Penulis:

Bayu Febri Alfianto
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto
JL. Raya Dukuwaluh, Purwokerto, 53182
Email: bayufebri0016@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kualitas daya listrik pada industri sangat penting karena sangat mempengaruhi proses dan hasil akhir produksi. Ketika semakin sensitifnya suatu peralatan baik di industri maupun di rumah tangga, kualitas daya listrik menjadi suatu hal yang perlu diperhatikan [1][2][3][4][5].

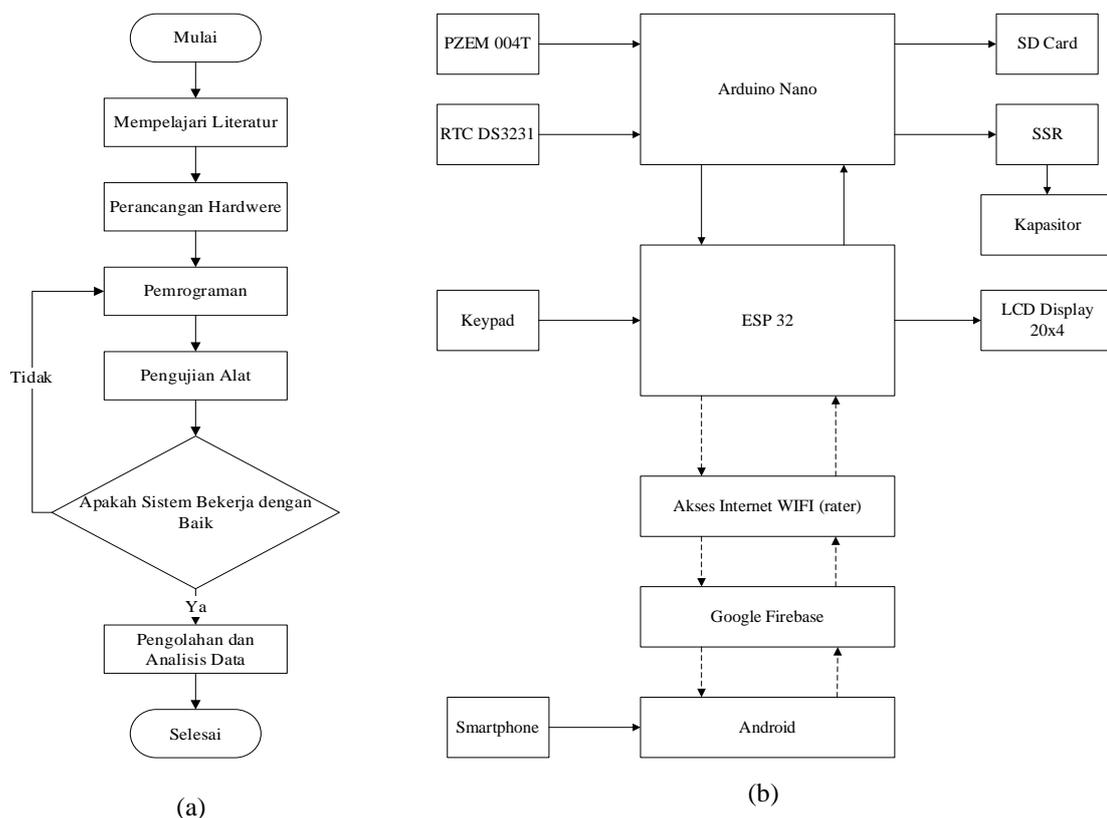
Kapasitor bank dapat memperbaiki *power factor* ($\cos \phi$) untuk meningkatkan kualitas daya sekaligus meningkatkan efisiensi pemakaian peralatan listrik konsumen dan akhirnya efisiensi energi listrik yang disediakan oleh penyedia tenaga listrik [6][7][8][9][10].

Penggunaan keypad pada alat perancangan kapasitor bank dimaksudkan untuk memperbaiki nilai faktor daya dalam pengontrolan kapasitor ketika kondisi benar-benar *urgent*. Dan IoT dimaksudkan pengontrolan kapasitor untuk memperbaiki nilai faktor daya yang bersifat *online* dan pengontrolan pemakaian kapasitor dari jarak jauh menggunakan *smartphone* dengan teknologi IoT.

Berdasarkan latar belakang diatas maka pada penelitian dilakukan Rancang Bangun Pengendali Kapasitor Bank Untuk Koreksi Faktor Daya Listrik Berbasis *Internet of Things*. Tujuannya adalah untuk mewujudkan alat pengendali kapasitor menggunakan aplikasi IoT dengan dilengkapi kendali *solid state relay* guna memperbaiki nilai $\cos \phi$ secara manual dan otomatis dalam menentukan kebutuhan kapasitor pada instalasi listrik guna mengurangi penggunaan daya reaktif.

2. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan kegiatan penelitian ini, ada beberapa tahapan yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, dan tahapan – tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar 1(a).



Gambar 1 (a) Diagram Alir Penelitian, (b) Diagram Blok Perangkat Keras

2.1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dibagi dua bagian yaitu perancangan hardware dan software. Perancangan hardware dimulai membuat blok diagram, membuat diagram alir sistem untuk komunikasi antara sensor, keypad, serta komponen lain menuju mikrokontroler dan keluaran sistem berupa tampilan pada LCD 20x4 dan smartphone dikirim melalui koneksi WiFi. Perangkat keras yang dirancang dalam penelitian ini terdiri dari tiga bagian yaitu

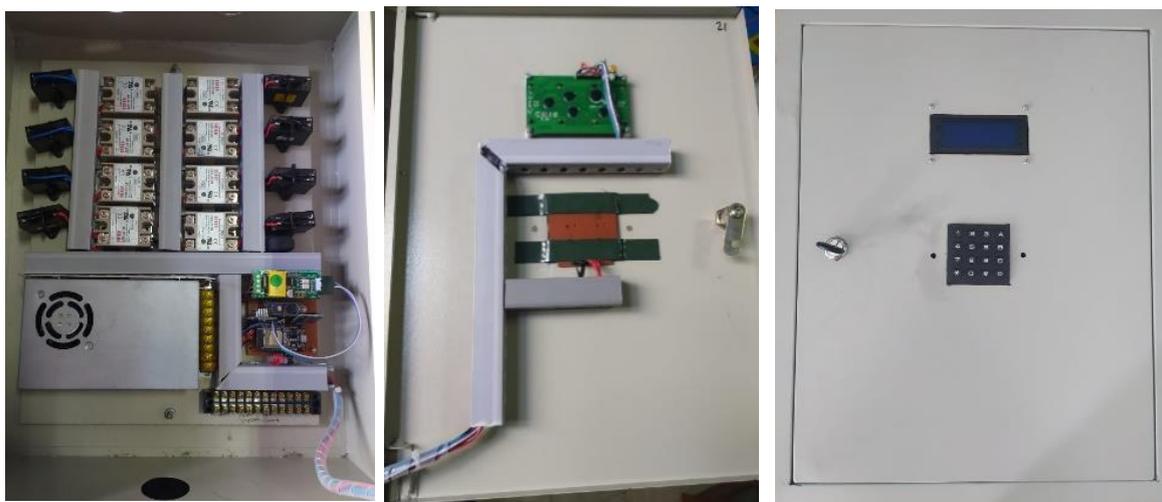
input, proses dan output. Pada Gambar 1(b) dapat di bagi dengan 3 bagian yaitu : Bagian pertama adalah bagian input yaitu sensor PZEM 004T, RTC DS3231, Keypad, *Smartphone* serta *Power Supply*. Bagian kedua adalah bagian proses yaitu mikrokontroler Arduino Nano, ESP 32 serta sistem IoT. Bagian ke tiga adalah bagian output yaitu Modul SD card, *Solid State Relay* dan LCD 20x4.

Perancangan software dilakukan membuat database guna dapat menerima data dari sistem *hardware* secara realtime terkoneksi dengan jaringan internet. Database *realtime* dibuat platform Google Firebase. Kemudian pembuatan aplikasi Android melalui appinventor.mit.edu. Aplikasi ini sebagai penampil data yang dikirimkan oleh sistem *hardware* dan juga sebagai media penyimpanan data. Tahapan dalam proses kerja dalam perangkat lunak pada sistem diawali dengan inisialisasi sensor selanjutnya sistem akan membaca nilai PZEM 004T. Perhitungan *power faktor* dengan menggunakan rumus. Dihasilkan nilai tegangan, arus, daya, frekuensi, $\cos \phi$ awal dan serta kebutuhan kapasitor. Pengendalian alat secara aplikasi dan keypad kemudian sistem menghitung power faktor sesuai dengan nilai kebutuhan. Memasukan nilai kebutuhan dengan sistem otomatis atau manual dengan rentang Level 8 maka SSR 1-8 ON bernilai 32uF, Level 7 maka SSR 2-8 ON bernilai 28uF, Level 6 maka SSR 3-8 ON bernilai 24uF, Level 5 maka SSR 4-8 ON bernilai 20uF, Level 4 maka SSR 5-8 ON bernilai 16uF, Level 3 maka SSR 6-8 ON bernilai 12uF, Level 2 maka SSR 7-8 ON bernilai 8uF, Level 1 maka SSR 8 ON bernilai 4uF. Perhitungan *power faktor* setelah menambahkan kapasitor.

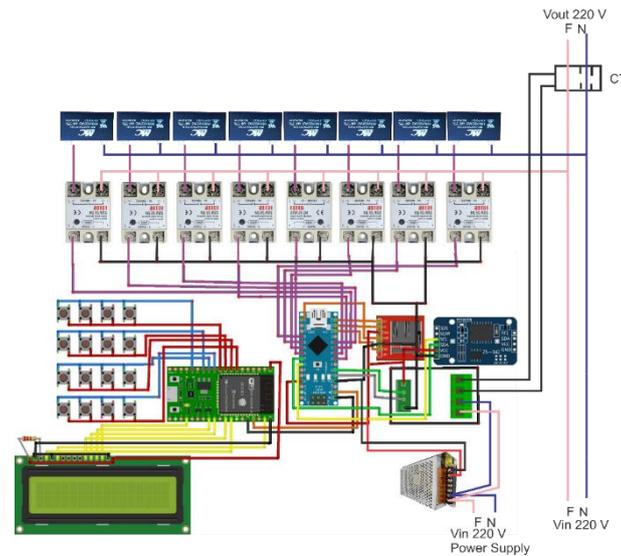
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Perangkat Keras

Sistem peralatan supaya dapat bekerja dengan baik harus dilakukan proses perencanaan yang matang. Pada alat kontrol kapasitor bank secara ini mempunyai beberapa rangkaian *hardware* yang harus berhubungan satu sama lain. Skema rangkaian kapasitor bank dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Rangkaian tersebut meliputi rangkaian keseluruhan meliputi rangkaian suplai 5V, Sensor PZEM-004T, Keypad, Pengendali mikrokontroler Arduino Nano dan ESP 32, *Solid State Relay* kontrol Kapasitor, RTC DS3231, Modul SD Card, LCD Display 20x4.



Gambar 2. Perangkat Keras yang digunakan dalam penelitian



Gambar 3. Skema rangkaian Sistem Kendali Kapasitor Bank

Untuk menguji kehandalan sistem diperlukan pengujian sistem yang telah dirancang. Pengujian setiap bagian dimaksudkan untuk mengetahui unjuk kerja rangkaian, sehingga rangkaian layak diterapkan dalam sistem. Pengujian keseluruhan dimaksudkan untuk menguji kehandalan sistem terhadap kesalahan

3.2. Pengujian Sensor PZEM-004T

Pengujian Sensor PZEM-004T bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan, arus, daya, frekuensi dan faktor daya pada aliran listrik 220 V. Kemudian dibaca oleh Arduino Nano dan ditampilkan pada LCD 20x4 dan *Smartphone*. Sensor ini menggunakan sensor tegangan dan sensor arus CT yang terintegrasi. Pada pengujian ini sensor PZEM 004T akan dibandingkan dengan watt meter.

a. Pengujian beban tanpa menggunakan kapasitor

Tabel 2 Pengujian menggunakan lampu TL 36 W

No	Parameter	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (P)	PF (°)
1	Alat	219	0,34	38,8	0,53
2	Wattmeter	219,1	0,33	38	0,52
Error %					1

Tabel 3 Pengujian menggunakan lampu TL 2 x 36 W

No	Parameter	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (P)	PF (°)
1	Alat	219	0,68	77,3	0,52
2	Wattmeter	218,4	0,67	75	0,51
Error %					1

Tabel 4 Pengujian menggunakan lampu TL 3 x 36 W

No	Parameter	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (P)	PF (o)
1	Alat	219	1,1	124,6	0,52
2	Wattmeter	219	1,09	122	0,51
Error %					1

Untuk menentukan rata-rata *error*, maka digunakan rumus perhitungan :

$$\Delta\%error = \frac{\sum \%error}{Jumlah Sampel}$$

Dari perhitungan didapat nilai prosentase rata-rata *error* yaitu 1%. Dengan tingkat kesalahan *error* yang rendah, maka dapat disimpulkan bahwa pengukuran dengan alat sangat relevan.

b. Pengujian berbeban menggunakan kapasitor

Tabel 5 Pengujian beban menggunakan kapasitor pada lampu TL 36 W

No	Parameter	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (P)	PF (°)
1	Alat	219	0,19	38,4	0,93
2	Wattmeter	218,4	0,18	38	0,93
<i>Error %</i>					0

Tabel 6 Pengujian beban menggunakan kapasitor pada lampu TL 2 x 36 W

No	Parameter	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (P)	PF (°)
1	Alat	219	0,38	77	0,93
2	Wattmeter	219,1	0,37	76	0,93
<i>Error %</i>					0

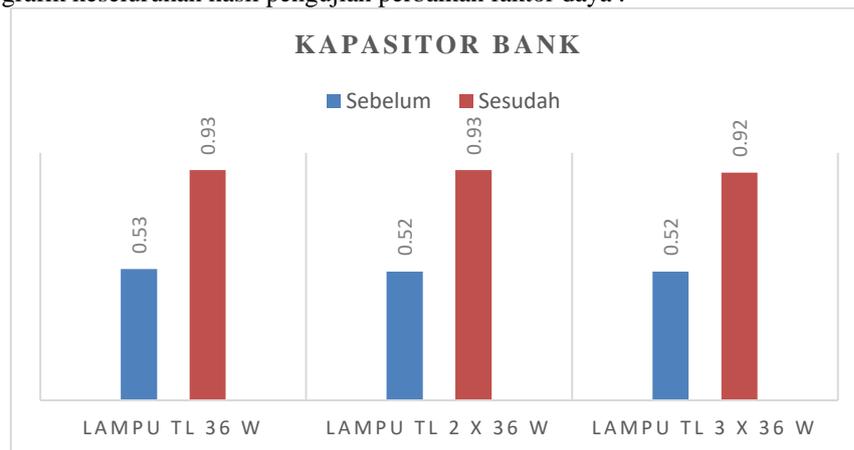
Tabel 7 Pengujian beban menggunakan kapasitor pada lampu TL 3 x 36 W

No	Parameter	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (P)	PF (°)
1	Alat	220	0,62	124,7	0,92
2	Wattmeter	219,5	0,61	123	0,92
<i>Error %</i>					0

Dari perhitungan didapat nilai prosentase rata-rata *error* yaitu 0%. Dengan tingkat kesalahan *error* yang rendah, maka dapat disimpulkan bahwa pengukuran dengan alat sangat relevan.

c. Grafik pengujian tanpa dan menggunakan kapasitor

Adapun grafik keseluruhan hasil pengujian perbaikan faktor daya :



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Perbaikan Faktor Daya

Dari grafik perbaikan faktor daya sudah sesuai dengan standar ketetapan dengan nilai $<0,85 - 1$ yang digunakan. Hasil dari pengujian sensor PZEM004T yaitu pengujian 1 dari penggunaan lampu TL 36 W didapatkan PF sebesar 0,53° dilakukan penambahan kapasitor sebesar level 1 yaitu 1 kapasitor aktif sebesar 4uF sehingga PF naik sebesar 0,93°. Dan kebutuhan kapasitor sebelumnya -4,41uF dan sesudah penambahan menjadi -0,6uF untuk mencapai PF 0,98°. Nilai kebutuhan kapasitor berkurang 3,81uF dengan nilai toleransi kapasitor -5% dan +10%.

Pengujian 2 dari penggunaan lampu TL 2 x 36 W didapatkan PF sebesar 0,52° dilakukan penambahan kapasitor sebesar level 2 yaitu 2 kapasitor aktif sebesar 8uF sehingga naik PF sebesar 0,93°. Dan kebutuhan kapasitor sebelum -9,06uF dan sesudah penambahan menjadi -1,2uF untuk mencapai PF 0,98°. Nilai kebutuhan kapasitor berkurang 7,86uF dengan nilai toleransi kapasitor -5% dan +10%.

Pengujian 3 dari penggunaan lampu TL 3 x 36 W didapatkan PF sebesar 0,52° dilakukan penambahan kapasitor sebesar level 3 yaitu 3 kapasitor aktif sebesar 12uF sehingga naik PF sebesar 0,92°. Dan kebutuhan kapasitor sebelum -14,61uF dan sesudah penambahan menjadi -2,32uF untuk mencapai PF 0,98°. Nilai kebutuhan kapasitor berkurang 12,29uF dengan nilai toleransi kapasitor -5% dan +10%.

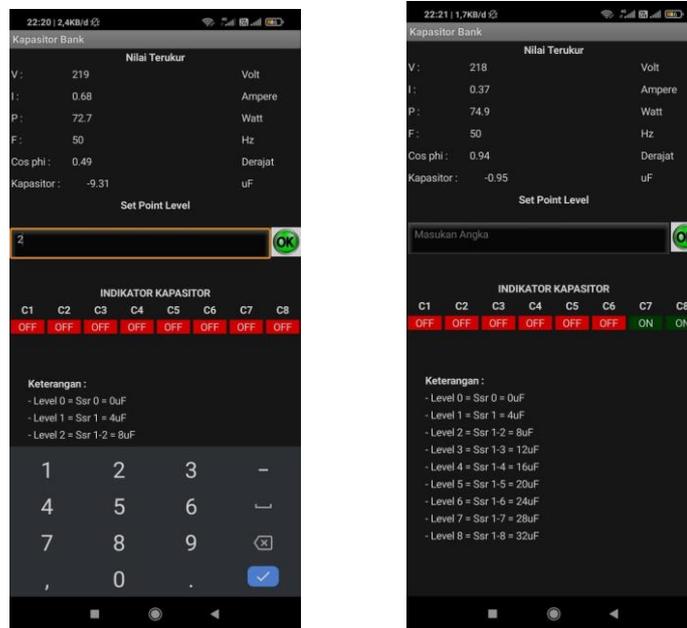
3.3. Pengujian Aplikasi Android

Pengujian Aplikasi kendali ini digunakan untuk memastikan bahwa aplikasi yang dibuat dengan mit app inventor dapat di instal pada *smartphone* Android, serta halaman yang ada pada aplikasi dapat berfungsi dengan baik. Pengujian yang dilakukan yaitu apabila memasukan nilai pada “Masukan Angka” pada *set point level*. Untuk sistem manual dengan memasukan nilai sesuai level yang diharapkan dan untuk sistem otomatis dengan memasukan nilai “999” dengan menggunakan kebutuhan kapasitor. Dan nilai sudah sesuai yang diinginkan maka tekan tombol “OK”. Dan setelah tekan tombol “OK” maka akan menjalankan sistem dengan melihat indikator kapasior yang menyala dan tidak menyala. Serta parameter tegangan, arus, daya, frekuensi, $\cos \phi$ dan kebutuhan kapasitor.

a) Pengujian *set point level 2*

Pada pengujian ini dapat dilakukan dengan sistem manual ataupun otomatis. Pada pengujian secara manual dengan cara masukan angka 2 pada *set point level*. Dan untuk pengujian secara otomatis dengan cara masukan angka 999 pada *set point level*.

Pada Gambar 5 (a) tertera kebutuhan kapasitor sebesar $-9,31\mu\text{F}$ dimana perbaikan faktor daya membutuhkan sebesar $8\mu\text{F}$ sehingga memasukan nilai 2 pada *set point level*. Lalu menekan tombol OK. Pada hasil pengujian aplikasi android dalam memasukan *set point level 2* dapat mengaktifkan 2 SSR 0N relai 8 dan 7 sehingga kebutuhan kapasitor menjadi $-0,95\mu\text{F}$. Sehingga nilai kebutuhan berkurang sebesar $8,36\mu\text{F}$ dengan toleransi kapasitor -5% dan $+10\%$.



(a)

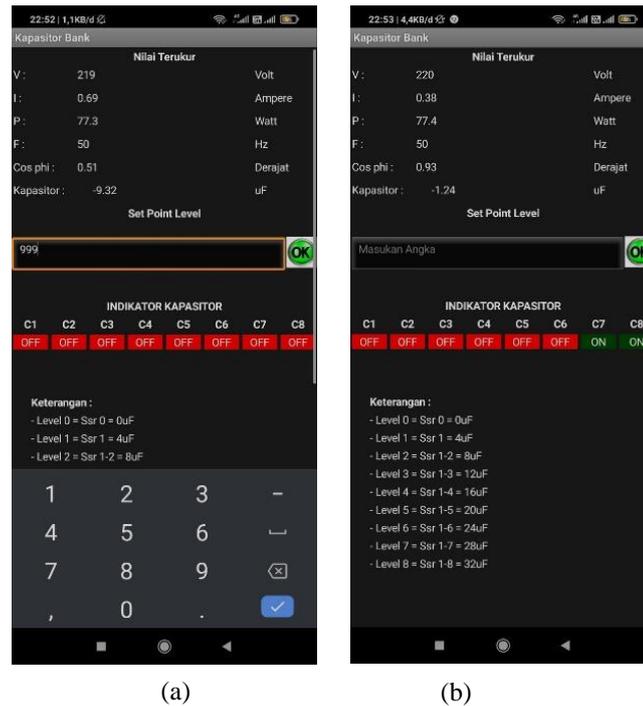
(b)

Gambar 5. (a) Pengujian aplikasi android level 2 secara manual, (b) Hasil Pengujian Pengujian aplikasi android level 2 secara manual

b) Pengujian *set point level 2 secara otomatis*

Pada Gambar 6 (a) tertera kebutuhan kapasitor sebesar $-9,32\mu\text{F}$ dimana perbaikan faktor daya membutuhkan sebesar $8\mu\text{F}$ sehingga memasukan nilai 999 pada *set point level*. Lalu menekan tombol OK.

Pada hasil pengujian aplikasi android dalam memasukan *set point level 2* dapat mengaktifkan 2 SSR 0N relai 8 dan 7 sehingga kebutuhan kapasitor menjadi $-1,24\mu\text{F}$. Sehingga nilai kebutuhan berkurang sebesar $8,08\mu\text{F}$ dengan toleransi kapasitor -5% dan $+10\%$.



Gambar 2 (a) Pengujian aplikasi android level 2 secara otomatis, (b) Hasil Pengujian aplikasi android level 2 secara otomatis

3.4. Pengujian Keseluruhan Sistem

Seluruh sistem berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang sudah dirancang dan direncanakan. Pengujian keseluruhan juga dapat digunakan untuk mengetahui kendala-kendala pada sistem ini. Setelah melakukan semua pengujian didapatkan hasil bahwa Rancang Bangun Pengendali Kapasitor Bank Untuk Koreksi Faktor Daya Listrik Berbasis *Internet of Things* berjalan dengan baik. Pengujian seluruh halaman sistem telah berjalan baik. Sensor PZEM 004T yang digunakan untuk membaca nilai faktor daya memiliki prosentase *error* terbesar 1%. Sedangkan untuk kendali pada aplikasi dapat berfungsi dengan baik.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian pengendali kapasitor bank dari tahap perancangan hingga tahap akhir pengujian sistem dapat disimpulkan :

1. Pengkondisian kapasitor ON/OFF serta pembacaan tegangan, arus, daya, frekuensi, faktor daya dan kebutuhan kapasitor dapat dilihat melalui Aplikasi MIT App Inventor, *firebase* dan LCD Display 20x4.
2. Penentuan nilai $\cos \phi$ agar mendapatkan nilai yang baik digunakan pembacaan kebutuhan kapasitor dengan mengaktifkan *solid state relay* kontrol kapasitor yang dirangkai secara paralel.
3. Pengontrolan kapasitor menggunakan aplikasi IoT serta keypad dalam memperbaiki $\cos \phi$ dengan memberikan nilai yang dibutuhkan namun tidak boleh melebihi kebutuhan yang ada.
4. Pengontrolan kapasitor menggunakan level secara bertingkat dengan level maksimal 8 level dengan nilai total kapasitor 32uF. Sehingga perbaikan kapasitor hanya memenuhi ketika kebutuhan mencapai 32uF.
5. Pengontrolan menggunakan sistem manual dan otomatis. Ketika manual dengan cara memberikan nilai sesuai levelnya. Ketika otomatis dengan cara memasukkan angka "999" dengan sendirinya *leveling* mengikuti nilai kebutuhan kapasitor.
6. Indikator kapasitor sebagai tanda adanya kapasitor yang aktif pada LCD Display dan Aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Putri and F. I. Pasaribu, "Analisis Kualitas Daya Akibat Beban Reaktansi Induktif (X L) di Industri," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 81–85, 2018.
- [2] D. Sancipto, D. Notosudjono, and H. S. Utama, "TANGGA DENGAN KAPASITOR BANK OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) Program Studi Teknik Elektro , Fakultas Teknik-Universitas Pakuan Program Studi Teknik Elektro , Fakultas Teknik-Universitas Pakuan," *J. Online Mhs. Bid. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [3] T. N. Hartono, "Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya Beban Rumah Tangga dengan Menggunakan Switching Kapasitor dan Induktor Otomatis," *Tek. Elektro Univ. Brawijaya*, pp. 1–7, 2014.
- [4] A. K. Al Bahar, "Analisa Pengaruh Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Gedung TI BRI Ragunan," vol. 6, no. 1, pp. 33–41, 2017.
- [5] M. Fahmi Hakim, "Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang," pp. 105–118, 2017.
- [6] S. Noor and N. Saputera, "Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Menggunakan Kapasitor Bank," *Poros Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–6, 2014.
- [7] V. Pratap, S. Tomar, D. Dwivedi, and M. Gwalior, "International Journal of Advance Engineering and Research Development," *Simul. F. Oriented Control Perm. Magn. Synchronous Mot.*, vol. 2, no. 4, pp. 630–636, 2015.
- [8] S. Mane, R. Sapat, P. Kor, J. Shelar, R. D. Kulkarni, and J. Mundkar, "Microcontroller based automatic power factor correction system for power quality improvement," *2020 Int. Conf. Emerg. Technol. INCET 2020*, vol. 4, no. 1, pp. 132–137, 2020, doi: 10.1109/INCET49848.2020.9154008.
- [9] P. Angga Juliantara, I. W. Arta Wijaya, and C. G. Indra Partha, "Rancang Bangun Kapasitor Bank Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 328P Untuk Perbaikan Faktor Daya," *J. SPEKTRUM*, vol. 5, no. 1, p. 157, 2018, doi: 10.24843/spektrum.2018.v05.i01.p23.
- [10] M. Darusman, "Analisa Kelayakan Pemasangan Kapasitor Bank Pada Gardu Distribusi Untuk Kemampuan Layanan di PT. EPI (Energi Pelabuhan Indonesia) Cabang Pontianak," *Elektro*, p. 1, 2011.

Perbandingan Unjuk Kerja *Inverter Pure Sine Wave* dan *Non Pure Sine Wave*

Rendi Rinaldy Sukarso¹, Arif Johar Taufiq²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 24 November 2021

Direvisi, 1 Januari 2022

Diterima, 2 Januari 2022

Kata Kunci:

Pure Sine wave inverter

Non Pure Sine wave inverter

Modul EGS-002

IC 4047

Keyword:

Pure Sine wave inverter

Non Pure Sine wave inverter

Modul EGS-002

IC 4047

INTISARI

Penelitian ini bertujuan membandingkan unjuk kerja dari *inverter* jenis *pure sine wave* (PSW) dan *non pure sine wave* (non PSW). Agar dapat dibandingkan dibuatlah kedua jenis *inverter* ini, *inverter* PSW dibangun berbasis modul EGS-002 sedangkan *inverter* non PSW dibangun dengan prinsip penskalaran berbasis IC 4047. Sumber baterai dan kapasitas transformator yang digunakan sama kapasitasnya. Pengujian *inverter* meliputi uji beban resistif, beban induktif dan kapasitif. Berdasarkan pengujian *inverter* non PSW cocok untuk beban resistif daya besar sedangkan *inverter* PSW cocok untuk beban resistif berdaya kecil. *Inverter* PSW mempunyai kualitas yang lebih bagus dari dari *inverter* non PSW pada bentuk gelombang dan THD, sehingga beban induktif lebih cocok menggunakan *inverter* jenis PSW.

ABSTRACT

This study aims to compare the performance of pure sine wave (PSW) and non pure sine wave (non PSW) inverters. In order to be able to compare these two types of inverters, the PSW inverter was built based on the EGS-002 module while the non PSW inverter was built on the based on IC 4047. The battery source and transformer capacity used are the same capacity. Inverter testing includes pure load tests, inductive and capacitive loads. Based on testing, non-PSW inverters are suitable for large loads, while PSW inverters are suitable for small loads. PSW inverters have better quality than non-PSW inverters in waveforms and THD, so that inductive loads are more suitable for using PSW type inverters.

Korespondensi Penulis:

Rendi Rinaldy Sukarso

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto

JL.KH.Ahmad Dahlan, Purwokerto, 53182

Email: rendirailfans@gmail.com

1. PENDAHULUAN

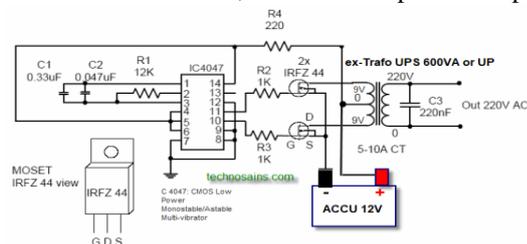
Inverter sangat dibutuhkan saat ini karena melimpahnya sumber daya listrik DC yang dipasang dari panel surya dan media penyimpanan energi listrik DC berupa baterai untuk diubah ke listrik AC 220V. Penelitian terkait *inverter* sudah banyak dilakukan antara lain jenis *inverter* non PSW dan *inverter* PSW [1], [2]. Agar dapat dibandingkan unjuk kerja dari dua jenis *inverter* tersebut maka dibangun dua jenis *inverter* yaitu *inverter* non PSW dan PSW. Untuk *inverter* jenis non PSW misalnya menggunakan pemacu switching mosfet berbasis IC 4047 misalnya seperti yang digunakan pada [3] dan untuk *inverter* jenis PSW menggunakan contoh yang dibuat Luqman [4], Nasukha [5], Hardisal [6].

Penelitian tentang unjuk kerja kedua jenis *inverter* kebanyakan menggunakan *inverter* dipasaran yang belum tentu berbeda kapasitasnya. Maka pada penelitian ini akan dikaji unjuk kerja *inverter* jenis non PSW dan PSW. Jeni *inverter* non PSW diwakili oleh *inverter* yang luarannya berupa tegangan berbentuk gelombang kotak, sedangkan *inverter* PSW diwakili oleh *inverter* yang tegangan luarannya berbentuk gelombang sinus resistif. Dengan demikian pengujian kedua *inverter* yang berkapasitas sama diharapkan pengujian akan mewakili unjuk kerja masing-masing *inverter*.

2. METODE PENELITIAN

Langkah penelitian dimulai dengan membangun kedua jenis *inverter* yaitu *non pure sine wave* (non PSW) dan *pure sine wave* (PSW). Keduanya menggunakan sumber baterai dan jenis transformator step up yang sama. Kapasitas baterai yang digunakan adalah 12V/7AH sedangkan transformator menggunakan trafo khusus untuk *inverter* yang berkapasitas 600VA. Penggunaan baterai dan jenis transformator yang sama diharapkan kedua jenis *inverter* mempunyai daya output yang sama sehingga dapat dibandingkan unjuk kerjanya.

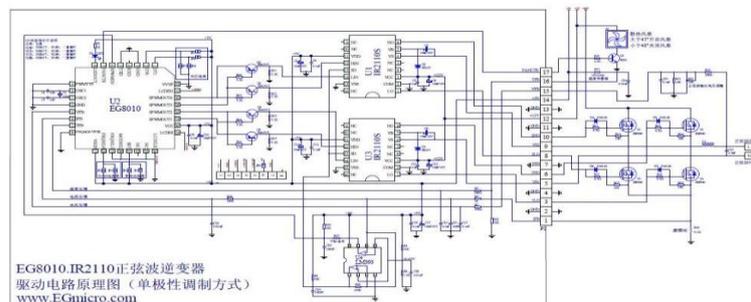
Inverter jenis *non pure sine wave* dibangun berbasis IC 4047 untuk pensaklaran mosfet trafo *step up* yang dirancang frekuensinya sebesar 50Hz sesuai dengan frekuensi kerja PLN. Frekuensi 50Hz ditentukan dari nilai C1 diparalel C2 dan kombinasi R1. Nilai C1, C2 dan R2 dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: <https://technosains.com>

Gambar 1. skema rangkaian *inverter non Pure Sine wave*

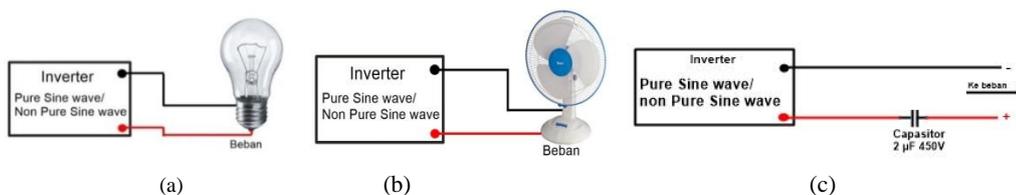
Sedangkan untuk *inverter* jenis *pure sine wave* dibangun berbasis modul EGS-002 yang berisi IC khusus untuk membangun *inverter* gelombang sinus, gambar rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: <http://www.egmicro.com/>

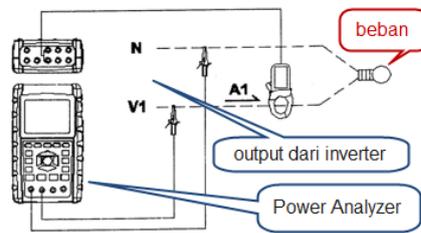
Gambar 2. *Pure sine wave inverter* berbasis modul EGS-002

Pengujian kedua jenis *inverter* dengan jenis beban resistif, beban induktif dan beban kapasitif. Beban resistif berupa bohlam lampu 220VAC dengan variasi daya dari 15W sampai 100W. Beban induktif berupa kipas angin dan motor mesin jahit. Sedangkan beban kapasitif berupa kapasitor yang diseri dengan bohlam lampu pijar. Pengukuran unjuk kerja berupa: tegangan output, bentuk gelombang, frekuensi dan THD (*Total Harmonic Distortion*).



Gambar 3. Ilustrasi pengujian dengan 3 jenis beban a. resistif b.induktif c.kapasitif

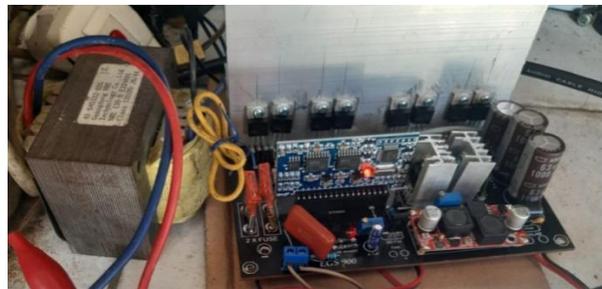
Pengukuran THD menggunakan alat Power Analyzer DW-6095 dengan cara pengukuran seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengkabelan pengukuran THD

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

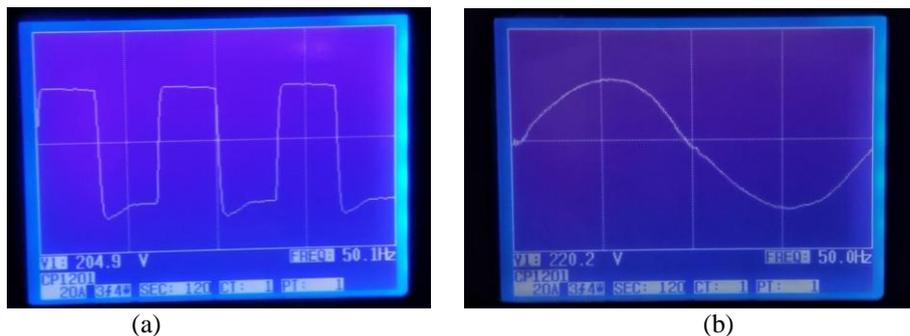
Setelah kedua jenis *inverter* telah selesai dirakit dan bekerja dengan baik, selanjutnya unjuk kerja kedua jenis *inverter* dibandingkan. Pengujian pertama adalah luaran bentuk gelombang dan frekuensi, alat ukur yang digunakan adalah Power Analyzer merk Lutron DW-6095. Bentuk jadi *inverter* PSW berbasis modul EGS-002 terlihat pada Gambar 5.



Sumber: dokumen pribadi

Gambar 5. *Inverter* pure sine wave berbasis IC EGS-002

Inverter jenis non PSW berbasis IC 4047 luaran tegangan berbentuk gelombang kotak dan mempunyai frekuensi 50 Hz lihat Gambar 6 (a). Sedangkan *inverter* pure sine wave berbasis modul EGS-002 mempunyai teganganluaran berbentuk gelombang sinus dan frekuensi 50Hz dapat dilihat pada Gambar 6 (b). Jadi kedua jenis *inverter* mempunyai frekuensi kerja yang sama yaitu 50Hz tetapi *inverter* PSW lebih unggul karena mempunyai tegangan luaran berbentuk sinus seperti bentuk gelombang sinus tegangan jala-jala listrik PLN.



Gambar 6. Bentuk gelombang dan frekuensi luaran *inverter* (a) non PSW berbasis IC 4047
(b) PSW berbasis IC EGS-002



Gambar 7. Tegangan luaran *inverter* PSW

Gambar 8. Tegangan luaran *inverter* non PSW

3.1. Pengujian Tegangan Luar *Inverter* Terhadap Beban

Pengujian tegangan luaran *inverter* dengan berbagai macam jenis beban, yaitu beban resistif, induktif dan kapasitif. Pengujian kedua jenis *inverter* PSW dan non PSW dengan beban resistif bohlam lampu pijar berdaya 15W-100W data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian tegangan luaran *inverter* terhadap beban resistif

L pijar 220VAC (W)	Teg. Out <i>Inverter</i> non non PSW (VAC)	Teg. Out <i>Inverter</i> PSW (VAC)
15	214,30	219,20
30	210,60	218,50
45	210,30	206,90
65	209,70	204,90
90	206,80	203,80
100	204,90	202,90

Kemampuan kedua jenis *inverter* dengan asumsi efisiensi baterai 80% tanpa menghitung efisiensi *inverter* maka didapat nilai:

$$\begin{aligned}
 P &= V.I \times \text{eff Baterai} \\
 &= 12V \times 7Ah \times 0,8 \\
 &= 67,2Wh
 \end{aligned}$$

Pada pengujian *inverter* dengan beban resistif, *inverter* PSW unggul untuk beban kecil kisaran 15W sampai 30W dan terjadi penurunan tegangan luarannya setiap kenaikan beban 10W. Sedangkan *Inverter* jenis non PSW lebih unggul untuk beban resistif berdaya besar, lihat Gambar 9.

Daya maksimum kedua *inverter* adalah 67,2W jika dibebani beban 100W terjadi penurunan tegangan luaran, *inverter* jenis non PSW sedikit unggul dari pada *inverter* PSW, penurunan tegangan non PSW 6,8% sedangkan *inverter* PSW terjadi penurunan tegangan luaran sebesar 7,7%. Berdasarkan pengujian tersebut *inverter* PSW cocok untuk beban resistif berdaya kecil sedangkan *inverter* non PSW lebih cocok untuk beban resistif berdaya besar.



Gambar 9. Grafik tegangan luaran *inverter* non PSW dan PSW untuk beban resistif

3.2. Perbandingan Daya

Pengujian perbandingan daya yang disediakan oleh *inverter* melalui pengukuran daya beban riil dibandingkan daya tertulis pada beban. Alat ukur yang digunakan power analyzer lutron DW-6095. Hasil pengujian didapat seperti pada tabel 2. Karena keterbatasan pengukuran daya masukan dan daya luaran, digunakan pengukuran perbandingan daya luaran *inverter* riil berdasarkan pengukuran alat ukur dibandingkan dengan daya tertulis. Hasilnya sesuai teori bahwa untuk beban besar maka perbandingan daya akan semakin turun dan terlihat untuk perbandingan daya bernilai tinggi jika beban berupa lampu elektronik (LED). Bedan induktif dan kapasitif membuat perbandingan daya semakin turun, data lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan daya riil/daya tertulis pada *inverter Pure Sine wave*

Beban	Watt (tertulis)	Watt (Riil)	Perbandingan Daya (%)
Lp Pijar (resistif)	15	13,0	86,67
Lp Pijar (resistif)	30	21,0	70,00
Lp Pijar (resistif)	45	30,0	66,67
Lp Pijar (resistif)	65	35,0	53,85
Lp Pijar (resistif)	90	39,0	43,33
Lp Pijar (resistif)	100	40,0	40,00
Lp LED (resistif)	11	10,0	90,91
Motor M Jahit (Induktif)	120	28,0	23,33
Lp pijar di seri Kap 2uF(Kapasitif)	15	11,0	73,33
Lp pijar di seri Kap 2uF (Kapasitif)	30	20,1	67,00
Lp pijar di seri Kap 2uF (Kapasitif)	45	29,0	64,44

3.3. Total Harmonic Distortion (THD)

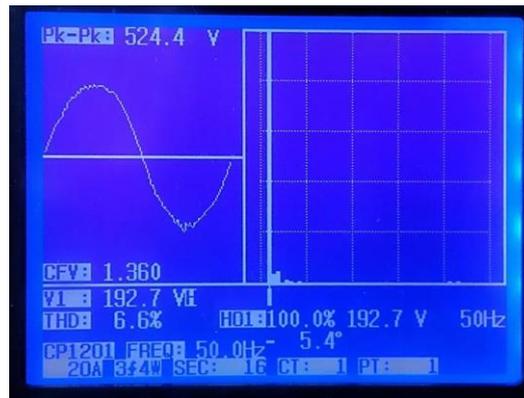
Pengukuran THD pada *inverter* non PSW tidak dapat terbaca pada alat ukur Power Analyzer. Selanjutnya pengukuran harmonik pada *inverter* PSW dengan beban lampu pijar, kipas angin, dinamo mesin jahit dan rangkaian seri beban dengan kapasitor tampilan terlihat pada Gambar 10 dan detil data lengkap tampak pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengukuran THD *inverter* PSW

Beban	Watt	THD (%)	Volt (VAC)	VPP (ACV)
Lampu Pijar (resistif)	15	6,0	206,9	566,6
Lampu Pijar (resistif)	30	6,7	192,7	524,0
Lampu Pijar (resistif)	45	7,6	179,7	485,3
Lampu Pijar (resistif)	65	9,1	163,8	438,5
Lampu Pijar (resistif)	90	10,5	146,9	390,5
Lampu Pijar (resistif)	100	10,4	142,0	389,0
Lampu LED (resistif)	11	7,2	208,0	550,1
Kipas Angin (induktif)	45	28	187,9	440,1
Motor M Jahit (induktif)	120	38,2	168,0	458,0
Lampu seri Kap. 2uF(kapasitif)	15	7,3	199,0	544,4

Tabel 4. Pengukuran THD non PSW

Beban	Watt	THD (%)	Volt (VAC)	VPP (ACV)
Lampu Pijar (resistif)	15	-	170,5	395,3
Lampu Pijar (resistif)	30	-	162,3	375,3
Lampu Pijar (resistif)	45	-	153,8	330,3
Lampu Pijar (resistif)	65	-	133,0	330,9
Lampu Pijar (resistif)	90	-	129,1	294,9
Lampu Pijar (resistif)	100	-	128,6	294,0
Lampu LED (resistif)	11	-	190	545,1
Kipas Angin (induktif)	45	-	150,3	401,1
Motor M Jahit (induktif)	120	-	127,0	290,1
Lampu seri Kap. 2uF(kapasitif)	15	-	166,0	335,4

Gambar 10. Harmonik *inverter* Pure Sine wave

3.4. Efisiensi

Pengujian Efisiensi *inverter* non PSW dan PSW dilakukan dengan beban resistif, kapasitif dan induktif pengujian dilakukan masing-masing 3 menit. Hasil pengujian Rata-rata efisiensi *inverter* non PSW yaitu 45,0% dengan berbagai faktor pengaruh dalam pengujian efisiensi diantaranya kondisi tegangan baterai, beban dan trafo. Nilai efisiensi *inverter* PSW dipengujia ini terlihat lebih kecil, tidak sesuai dengan teori, hal ini karena keterbatasan alat ukur, dan kesalahan pengambilan data.

Tabel 5. Pengujian efisiensi *inverter* PSW

Beban	Watt	Input		Output		Pf	Watt (Real)	Efisiensi (%)
		VDC	A	VAC	A			
L Pijar (Resistif)	15	12,5	3,2	199,7	0,06	1,00	13	32,5
L Pijar (Resistif)	30	12,4	4,6	184,3	0,12	1,00	21	36,8
L Pijar (Resistif)	45	12,0	6,4	173,1	0,17	1,00	30	39,0
L Pijar (Resistif)	65	11,8	8,0	152,5	0,23	1,00	35	37,0
L Pijar (Resistif)	90	11,7	9,7	132,9	0,30	1,00	39	34,3
L Pijar (Resistif)	100	11,6	10,2	128,4	0,31	1,00	40	33,8
L LED (Resistif)	11	12,1	3,4	204,9	0,08	1,0	10	24,3
Motor M. Jahit (Induktif)	120	12,2	6,1	170,0	0,12	0,93	28	37,6
LPijar seri Cap (Kapasitif)	15	12,3	2,9	195,5	0,6	1,00	11	30,8
LPijar seri Cap. (Kapasitif)	30	12,2	4,2	195,3	0,04	1,00	20,1	39,2
LPijar seri Cap (Kapasitif)	45	11,5	5,6	211,0	0,03	1,00	29,0	45,0

Tabel 6. Pengujian efisiensi *inverter* non PSW

Beban	Watt	Input		Output		Pf	Watt (Real)	Efisiensi (%)
		VDC	A	(VAC)	A			
Lampu Pijar	15	12,4	2,10	191,60	0,06	1,00	12,00	46,10
Lampu Pijar	30	12,3	3,10	176,40	0,12	1,00	21,00	55,00
Lampu Pijar	45	12,1	4,00	163,90	0,17	1,00	27,00	55,70
Lampu Pijar	65	11,9	5,10	148,50	0,23	1,00	34,00	56,10
Lampu Pijar	90	11,8	6,50	136,90	0,30	1,00	41,00	53,40
Lampu Pijar	100	11,8	6,90	133,50	0,32	1,00	43,00	52,80
Lampu LED	11	12,1	2,30	197,00	0,11	0,45	10,00	40,30
Motor M Jahit	120	12,1	3,60	210,00	0,12	0,48	14,10	32,40
L pijar seri Kapasitor	15	10,4	3,00	209,00	0,50	0,99	10,10	32,30
L pijar seri Kapasitor	30	11,2	3,90	182,00	0,04	0,99	15,50	35,50
L pijar seri Kapasitor	45	11,3	5,00	183,00	0,04	0,99	20,50	36,20

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian yang telah dilakukan dengan daya kemampuan *inverter* 67W maka diperoleh unjuk kerja *inverter* PSW menghasilkan gelombang sinus yang mendekati sempurna dikarenakan terdapat fungsi *board module* EGS-002 yang didalamnya terdapat IC khusus untuk *inverter* gelombang sinus. Cara kerja *Inverter* non PSW menghasilkan gelombang kotak memiliki prinsip sederhana yaitu sebuah rangkaian osilator pada IC 4047, rangkaian *switching* pada MOSFET IRFZ44N dan sebuah trafo CT *step-up*.

Kedua jenis *inverter* memiliki kelebihan masing-masing, yaitu *inverter* PSW menghasilkan gelombang sinus yang baik cocok untuk peralatan elektronika beban induktif. *Inverter* non *Pure Sine wave* untuk beban induktif besar seperti mesin bor, mesin pompa karena akan mengakibatkan harmonik dan penurunan *Cosphi* menjadi lebih kecil dari 1,00. Hasil pengujian 12 kali percobaan, pengukuran menggunakan *Power* dan *Harmonic Analyzer* gelombang sinus dengan baterai rata-rata 12,1V memiliki rata-rata penurunan tegangan menjadi 11,03 VDC ketika diberi pembeban awal, jauh lebih ringan dari *inverter* non PSW yang mengalami penurunan tegangan awal 10.3VDC dapat disimpulkan dengan bentuk gelombang sinus lebih halus saat diberi pembebanan sehingga lebih efisien.

Harmonik *inverter* PSW untuk beban resistif dengan rata-rata harmonik 7,5% tidak melebihi batas THD 10%, pengujian harmonik pada beban induktif dengan rata-rata 35,2% melebihi batas maksimal THD dan pengujian pada beban kapasitif sebesar 7,0% tidak melebihi batas maksimal THD. Harmonik pada non PSW tidak dapat terbaca pada pengukuran. Pada pengujian efisiensi *inverter* karena alat ukur dan pengambilan data kurang valid maka perlu dilakukan pengukuran ulang, karena tidak sesuai dengan teori.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua, dosen teknik elektro, seluruh teman-teman mahasiswa teknik elektro dan alumni teknik elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah memberikan dukungannya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Hasan, J. Maqsood, M. Q. Baig, S. M. A. S. Bukhari, and S. Ahmed, "Design and Implementation of Single Phase Pure Sine Wave *Inverter* Using Multivibrator IC," in *Proceedings - UKSim-AMSS 17th International Conference on Computer Modelling and Simulation, UKSim 2015*, Sep. 2016, pp. 451–455. doi: 10.1109/UKSim.2015.58.
- [2] N. Ahmed and Z. R. Khan, "Microcontroller Based Pure Sine Wave *Inverter*," in *2021 IEEE International Conference in Power Engineering Application (ICPEA)*, Mar. 2021, pp. 173–177. doi: 10.1109/ICPEA51500.2021.9417841.
- [3] T. Mahardika and A. Warsito, "Perancangan *Inverter* Fullbridge Resonansi Seri Frekuensi Tinggi Untuk Apikasi Induction Cooker," vol. 2, no. 4, 2013, Accessed: Jan. 01, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/4752>
- [4] Mohammad Luqman, Achmad Komarudin, and Sidik Nurcahyo, "Pembangkit Sinusoida Pulse Width Modulation Berbasis Arduino Untuk *Inverter*," *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi*, vol. 3, no. 2, pp. 42–46, Oct. 2022, doi: 10.33795/jtia.v3i1.96.
- [5] T. Nasukha, H. Hermawan, and H. Afrisal, "Perancangan *Inverter* Satu Fasa Jembatan Penuh Dengan Transformator Frekuensi Tinggi Menggunakan IC EGS002," *Transient*, vol. 10, no. 4, 2021, Accessed: Jan. 01, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/32521/pdf>
- [6] Hardisal *et al.*, "Filter Component Impact on EGS002-based *Inverter* Circuit Performances," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1062, no. 1, p. 012050, Feb. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1062/1/012050.

Jurnal Riset Rekayasa Elektro

Volume 1 No 1 Juni 2019

PETUNJUK PENULISAN

1. KETENTUAN UMUM

Artikel yang diterima yaitu artikel yang belum pernah dipublikasikan dalam jurnal apapun berupa atau tidak dalam status telah diterima (accepted) untuk dipublikasikan

2. PENULISAN ARTIKEL

- a. Diketik dengan spasi 1 dalam kertas ukuran A4 dengan jenis huruf Time New Roman 10. Tulisan yang akan dimuat menggunakan bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris yang baik.
- b. Susunan artikel terdiri dari : Judul (Bahasa dan English), Nama Penulis, Abstrak (Bahasa dan English), Kata Kunci (maksimal 5), Pendahuluan, Metode Penelitian, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Ucapan Terima kasih (optional) dan Daftar Pustaka.
- c. Ketentuan Penulisan Artikel :
 1. **Judul** : Judul dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris (Kapital setiap kata)
 2. **Nama Penulis** : ditulis lengkap tidak disingkat tanpa gelar, disertai nama dan alamat institusi, beserta email korespondensi
 3. **Abstrak** ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, terdiri dari 100-250 kata dan memuat tentang : Latar belakang singkat jika ada, Tujuan dan atau ruang lingkup penelitian, Metode (singkat) yang digunakan, Ringkasan hasil /finding, Simpulan. Abstrak ditulis dengan font time new roman 9
 4. **Kata kunci** ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, maksimal 5 kata
 5. **Pendahuluan** : berisi kondisi atau masalah yang melatar belakangi atau menginspirasi pelaksanaan kegiatan penelitian. Berisi kajian review literatur atau penelitian sebelumnya secara singkat. Data – data yang mendukung penelitian dari paper-paper yang lain dan paragraph terakhir berisi tujuan penelitian (tidak memuat tinjauan teori). Pernyataan kesenjangan (orisinalitas) atau kontribusi kebaruan (novelty statement) atau beda unik penelitian ini dibanding penelitian penelitian sebelumnya , juga dari sisi penting tidaknya penelitian tersebut dilakukan .
 6. **Metode Penelitian** : menguraikan cara yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Meliputi alat, bahan dan metode yang digunakan dalam pemecahan masalah
 7. **Hasil dan Pembahasan** : Menjelaskan tentang hasil atau luaran peneliti yang membahas tentang perbedaan antara hasil dengan teoritis ataupun dengan penelitian lain yang relevan. Penjelasan dapat menggunakan tabel, gambar dan *chart* yang memudahkan pembaca dalam memahami isi artikel.
 8. **Kesimpulan** : ditulis secara ringkas tetapi menggambarkan substansi kesimpulan hasil penelitian dan rekomendasi dari hasil penelitian. Kesimpulan menjawab permasalahan atau tujuan penelitian atau menghasilkan sebuah teori baru
 9. **Ucapan Terima Kasih** : ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak yang pantas , terutama kepada lembaga atau orang yang benar benar membantu penelitian , misalnya : kepada pemberi dana penelitian , fasilitas , bahan , atau saran
 10. **Daftar Pustaka** : Daftar pustaka dan citation ditulis dengan font time new roman 9. Daftar Pustaka disusun berdasarkan urutan sitasi dalam artikel dan diberi nomor, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*